

Gustavo Ricardo Schütz

**SENSIBILIDADE PALMAR DE NADADORES**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Educação Física  
Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Saray Giovana dos Santos

Florianópolis  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do  
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Schütz, Gustavo Ricardo  
Sensibilidade palmar de nadadores / Gustavo Ricardo  
Schütz ; orientadora, Saray Giovana dos Santos -  
Florianópolis, SC, 2014.  
154 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em  
Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Percepção tátil. 3. Cinemática. 4.  
Cinética. 5. Natação. I. Santos, Saray Giovana dos. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Educação Física. III. Título.

Gustavo Ricardo Schütz

## **SENSIBILIDADE PALMAR DE NADADORES**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Florianópolis, 28 de maio de 2014.

\_\_\_\_\_  
Prof. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Dr.  
Coordenador do Curso

### **Banca Examinadora:**

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Saray Giovana dos Santos, Dr.<sup>a</sup>  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof. Flávio Antônio de Souza Castro, Dr.  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

\_\_\_\_\_  
Prof. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Suzana Matheus Pereira, Dr.<sup>a</sup>  
**Universidade do Estado de Santa Catarina**



## RESUMO

A sensibilidade palmar é uma interpretação consciente de estímulos sensoriais oriundos do meio e pode apresentar relação com a precisão na execução de movimentos de nadadores. Assim, este estudo objetivou identificar e relacionar a sensibilidade palmar com o nível técnico, somado a possíveis fatores de interferência (fase 1). Também se verificou indicadores de eficiência do nado (fase 2) e de desempenho na fase propulsiva da braçada (fase 3) em função da sensibilidade palmar. Participaram 105 nadadores da fase 1, sendo mensurada a sensibilidade palmar (monofilamentos Semmes-Weinstein) e a importância atribuída a cinestesia/propriocepção (questionário), além da ficha de identificação, estabelecendo-se três grupos: Superiores (n=17), Medianos (n=43) e Inferiores (n=45). Para a fase 2, determinou-se dois grupos de Melhor (n=11) e Pior sensibilidade (n=10), verificando: velocidade média ( $v_m$ ), frequência e comprimento de braçada (FB e CB/CBn) e índice de nado (IN), por meio de análise de vídeo da prova de 100 m nado Livre (dividida em dois trechos). Na fase 3, determinou-se nove pares diferentes quanto à sensibilidade palmar, mensurando: força máxima ( $F_{max}$ ), força média ( $F_{med}$ ), tempo de aplicação da força (t) e impulso (I), por meio do sistema Aquanex. Verificou-se média de  $2,53 \pm 0,17$  (u.a.) para a sensibilidade palmar e correlação negativa ( $\rho = -0,626$ ) com o nível técnico. Por grupos, houve diferença com médias de  $2,38 \pm 0,13$  (Superiores),  $2,49 \pm 0,14$  (Medianos) e  $2,63 \pm 0,15$  (Inferiores). Houve diferença na idade, tempo de treinamento e metragem diária de treino dos Inferiores aos demais; e número de sessões semanais e sessões com exercícios de propriocepção dos Superiores aos demais. Não houve diferença quanto a tempo de prática, tipo e metragem de prova. Superiores também se diferenciaram quanto à importância atribuída as características da técnica de utilização dos músculos do tronco e pegada. Na comparação dos indicadores de eficiência do nado entre grupos foram verificados:  $v_{m1}$  de  $1,91 \pm 0,08$  e  $1,85 \pm 0,07$ ;  $v_{m2}$  de  $1,82 \pm 0,10$  e  $1,71 \pm 0,09$  ( $m \cdot s^{-1}$ );  $FB_1$  de  $48,9 \pm 3,8$  e  $51,7 \pm 2,7$ ;  $FB_2$  de  $47,8 \pm 3,9$  e  $48,9 \pm 4,5$  ( $ciclos \cdot min^{-1}$ );  $CB_1$  de  $2,36 \pm 0,22$  e  $2,16 \pm 0,12$ ;  $CB_2$  de  $2,29 \pm 0,18$  e  $2,11 \pm 0,15$ ;  $CBn_1$  de  $0,63 \pm 0,06$  e  $0,59 \pm 0,03$ ;  $CBn_2$  de  $0,61 \pm 0,04$  e  $0,57 \pm 0,04$  (u. a.); e  $IN_1$  de  $4,53 \pm 0,53$  e  $4,00 \pm 0,31$ ;  $IN_2$  de  $4,18 \pm 0,43$  e  $3,62 \pm 0,31$  ( $m^2 \cdot ciclo^{-1} \cdot s^{-1}$ ), para Melhor e Pior sensibilidade. Na comparação dos indicadores de desempenho da fase submersa da braçada foram verificados:  $F_{max}$  de  $106,3 \pm 35,7/110,2 \pm 37,2$  e  $118,4 \pm 36,9/123,3 \pm 32,8$  (N);  $F_{med}$  de  $59,5 \pm 23,2/61,4 \pm 27,6$  e  $63,8 \pm 20,5/62,6 \pm 19,5$  (N); t de  $0,91 \pm 0,11/0,93 \pm 0,11$  e

0,89±0,13/0,94±0,13 (s); e I de 64,3±17,8/67,2±22,6 e 66,0±18,9/66,7±17,0 (N.s), para mãos dominante/não dominante nos grupos Melhor e Pior sensibilidade. Nadadores com melhor nível técnico apresentaram maior sensibilidade palmar. Idade, tempo de treinamento, metragem diária e número de sessões semanais e com exercícios de propriocepção podem interferir na maior sensibilidade palmar, assim como a importância atribuída. Nadadores com melhor sensibilidade palmar apresentaram maiores CB/CBn e  $v_m$ , resultando em melhor IN. Nadadores com menor sensibilidade palmar apresentaram maiores  $F_{max}$  e não houve diferença para  $F_{med}$ , t e I. Acredita-se ter ampliado o conhecimento acerca da sensibilidade palmar de nadadores, através de uma ferramenta que possibilitou quantificá-la e apontar sua relação a fatores associados.

Palavras-chave: Percepção tátil. Cinemática. Cinética. Natação.

## ABSTRACT

Palmar sensibility is a conscient interpretation of sensory stimuli that can be related to precision when it comes to swimmers' movimentation. Thus, this study aimed to identify and to relate palmar sensibility to a technical level, adding to possible interference factors (phase 1). Stroke efficiency indicators (phase 2) and performance in the propulsive stroke phase (phase 3) have also been verified according to palmar sensibility. One-hundred and five swimmers were analyzed in phase 1, having their palmar sensibility (Semmes-Weinstein monofilaments) and its importance attributed to kinesthetics/proprioception (questionnaire), as well as an identification file, with three distinct groups established: Superior (n=17), Median (n=43), and Inferior (n=45). For phase 2, two groups were determined: Better (n=11) and Worse sensibility (n=10), for which was verified: mean swimming velocity ( $v_m$ ), stroke rate (SR), stroke length (SL/SLn), and stroke index (SI), through a video analysis of a 100 m freestyle (divided in two sections). In phase 3, nine pairs were determined based on palmar sensibility, with the measuring of: maximum force ( $F_{max}$ ), mean force ( $F_{mean}$ ), force application time (t), and impulse (I), through Aquanex system. A mean of  $2.53 \pm 0.17$  (u.a.) was verified for palmar sensibility and negative correlation ( $\rho = -0.626$ ) with the technical level. In groups, there were differences with means of  $2.38 \pm 0.13$  (Superior),  $2.49 \pm 0.14$  (Median), and  $2.63 \pm 0.15$  (Inferior). There were also differences regarding age, training time, and daily training distances of the Inferiors if compared to others; and differences regarding the number of weekly sections and sections with proprioception of the Superiors if compared to others. There were no differences regarding practice time, stroke style and competition distances. Superiors were also different when it comes to the importance attributed to the characteristics of the technique using trunk muscles and catching. In comparison to the indicators swimming efficiency within the groups, was verified:  $v_{m1}$  of  $1.91 \pm 0.08$  and  $1.85 \pm 0.07$ ;  $v_{m2}$  of  $1.82 \pm 0.10$  and  $1.71 \pm 0.09$  ( $m \cdot s^{-1}$ );  $SR_1$  of  $48.9 \pm 3.8$  and  $51.7 \pm 2.7$ ;  $SR_2$  of  $47.8 \pm 3.9$  and  $48.9 \pm 4.5$  ( $cycles \cdot min^{-1}$ );  $SL_1$  of  $2.36 \pm 0.22$  and  $2.16 \pm 0.12$ ;  $SL_2$  of  $2.29 \pm 0.18$  and  $2.11 \pm 0.15$ ;  $SLn_1$  of  $0.63 \pm 0.06$  and  $0.59 \pm 0.03$ ;  $SLn_2$  of  $0.61 \pm 0.04$  and  $0.57 \pm 0.04$  (a.u.); and  $SI_1$  of  $4.53 \pm 0.53$  and  $4.00 \pm 0.31$ ;  $SI_2$  of  $4.18 \pm 0.43$  and  $3.62 \pm 0.31$  ( $m^2 \cdot cycle^{-1} \cdot s^{-1}$ ) for Better and Worse sensibility. Comparing the performance in the propulsive stroke phase was verified:  $F_{max}$  of  $106.3 \pm 35.7 / 110.2 \pm 37.2$  and  $118.4 \pm 36.9 / 123.3 \pm 32.8$  (N);  $F_{mean}$  of  $59.5 \pm 23.2 / 61.4 \pm 27.6$  and  $63.8 \pm 20.5 / 62.6 \pm 19.5$  (N); t of  $0.91 \pm 0.11 / 0.93 \pm 0.11$  and

0.89±0.13/0.94±0.13 (s); and I of 64.3±17.8/67.2±22.6 and 66.0±18.9/66.7±17.0 (N.s), for dominant/non-dominant hands in Better and Worse sensibility groups. Swimmers with improved technique presented higher palmar sensibility. Age, training time and distance, weekly number of sessions and proprioception exercises can interfere in palmar sensibility, as well as the importance attributed to it. Swimmers with better palmar sensibility presented higher  $v_m$  and SL/SLn, resulting in better SI. Swimmers with lower palmar sensibility presented higher  $F_{max}$ , and no difference was seen for  $F_{mean}$ , t and I. We believe this study improved the knowledge regarding palmar sensibility of swimmers through a tool which allowed us to quantify it and point out its relation to the factors associated to it.

Keywords: Tactile Perception. Kinematics. Kinetics. Swimming.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo da força propulsiva pela teoria de arrasto, com um impulso para trás para criar propulsão para frente. ....	28
Figura 2: Ilustração da movimentação tridimensional das mãos ligado a teoria da força de sustentação no nado crawl. ....	28
Figura 3: Visualização da teoria dos vórtices gerados pela mão em movimento na água (A) e em função da modificação do ângulo da mão em relação ao fluxo (B, C). ....	30
Figura 4: Ilustração da corda, palmo, área e espessura da mão, parâmetros relevantes que descrevem a mão como um fólio. ....	31
Figura 5: Representação da interação das forças de arrasto e sustentação e a força propulsiva resultante. ....	32
Figura 6: Ângulo de ataque ( $\alpha$ ), ângulo formado entre o vetor velocidade da mão ( $V$ ) e o plano da mão ilustrado pela seta pontilhada. ....	33
Figura 7: Coeficiente de sustentação e arrasto com ângulos de ataque variando de $0^\circ$ a $90^\circ$ . ....	34
Figura 8: Movimentação da mão durante a braçada. ....	35
Figura 9: Ângulos de orientação ( $\psi$ ). ....	36
Figura 10: Diagrama do coeficiente de sustentação em um modelo de mão, variando a cada ângulo de ataque e orientação. ....	36
Figura 11: Diagrama do coeficiente de arrasto em um modelo de mão, variando a cada ângulo de ataque e orientação. ....	37
Figura 12: Padrão de braçada no nado crawl (esquerda) e borboleta (direita) com variações do ângulo de ataque e da velocidade média de nado. ....	39
Figura 13: Padrão de braçada no nado costas (esquerda) e peito (direita) com variações do ângulo de ataque e da velocidade média de nado. ....	40
Figura 14: Tipos de preparação ao longo dos anos de treinamento. ....	42
Figura 15: Características positivas decorrentes da capacidade de sentir a água. ....	43
Figura 16: Exercícios de manutenção do equilíbrio na água. ....	46
Figura 17: Exercícios de deslocamento a partir dos movimentos das mãos. ....	47
Figura 18: Ilustração dos monofilamentos na avaliação da sensibilidade palmar. ....	52
Figura 19: A esquerda ilustração da ramificação do nervo mediano e a direita ramificação do nervo ulnar, além das áreas inervada na região palmar. ....	56

Figura 20: Ilustração das regiões a serem avaliadas, sendo: “a” a ponta do dedo indicador; “b” região tenar; “c” ponta do dedo mínimo; “d” região hipotenar. ....	57
Figura 21: Ilustração da posição de avaliação.....	59
Figura 22: Limiar de sensibilidade de mulheres atletas de diferentes modalidades e do grupo controle (n = 327, 32 nadadoras). ....	61
Figura 23: Limiar de sensibilidade de homens atletas de diferentes modalidades e do grupo controle (n = 346, 25 nadadores). ....	61
Figura 24: Limiar de sensibilidade de homens atletas de diferentes modalidades e do grupo controle (n = 275, 25 nadadores). ....	62
Figura 25: Aumento da velocidade de nado ( <i>Swimming Velocity</i> ) em função de maiores valores de força média na mão ( <i>Average Hand Force</i> ). ....	67
Figura 26: Delineamento da pesquisa. ....	72
Figura 27: Ilustração do posicionamento da câmera.....	76
Figura 28: Exemplos de curvas obtidas pelo sistema Aquanex (a esquerda) e do posicionamento dos sensores entre os dedos (a direita)...	77
Figura 29: Gráfico de dispersão entre a sensibilidade palmar média e o IPS.....	85
Figura 30: Gráfico de dispersão entre a sensibilidade palmar média e o IPS dos diferentes grupos.....	86
Figura 31: Distribuição da sensibilidade palmar em função do tipo de nado.....	92
Figura 32: Distribuição da sensibilidade palmar em função da metragem de prova.....	94
Figura 33: Importância atribuída pelos nadadores aos diferentes itens da técnica destacados em ordem decrescente. ....	96
Figura 34: Média da importância atribuída para os fatores sensação somática, controle temporal e sensação especial. ....	97
Figura 35: Importância atribuída pelos nadadores aos diferentes itens da técnica por grupos. ....	98
Figura 36: Média da importância atribuída para os fatores sensação somática, controle temporal e sensação especial para cada grupo. ....	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Perguntas propostas para avaliação da percepção cinestésica de nadadores.....	49
Quadro 2: Limiares de sensibilidade cutânea estabelecido no kit de monofilamentos.....	53
Quadro 3: Meios gerais e específicos para mensuração da força na natação.....	68
Quadro 4: Objetivos propostos e teste estatísticos utilizados.....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especialidade de nado e prova dos participantes. ....	73
Tabela 2: Média, desvio padrão, mínimo e máximo da sensibilidade palmar e IPS verificados (n=105). ....	83
Tabela 3: Sensibilidade palmar e IPS verificados nos diferentes grupos. ....	86
Tabela 4: “p” valor para as comparações entre grupo da sensibilidade palmar e do IPS. ....	87
Tabela 5: Dados gerais verificados em função do grupo. ....	89
Tabela 6: Comparação dos dados gerais entre grupos. ....	90
Tabela 7: Sensibilidade palmar em função do tipo de nado. ....	92
Tabela 8: Sensibilidade palmar em função da metragem de prova. ....	93
Tabela 9: Importância atribuída pelos nadadores as diferentes características da técnica. ....	95
Tabela 10: Sensibilidade palmar média, IPS, idade, características do treinamento e características antropométricas verificadas para cada grupo. ....	102
Tabela 11: Velocidade média ( $v_m$ ) em cada parte da prova para os dois grupos. ....	103
Tabela 12: Frequência de braçada (FB) em cada parte da prova para os dois grupos. ....	104
Tabela 13: Comprimento de braçada (CB) e comprimento de braçada normalizado pela envergadura (CBn) em cada parte da prova para os dois grupos. ....	105
Tabela 14: Índice de nado (IN) em cada parte da prova para os dois grupos. ....	107
Tabela 15: IPS e sensibilidade palmar média para cada par nos grupos. ....	108
Tabela 16: Idade, tempo de treinamento, sessões por semana e metragem diária para cada par nos grupos. ....	109
Tabela 17: Características antropométricas para cada par nos grupos. ....	110
Tabela 18: Valores de força máxima ( $F_{max}$ ; [N]) verificados. ....	111
Tabela 19: Valores de força média ( $F_{med}$ ; [N]) verificados. ....	113
Tabela 20: Valores de tempo (t; [s]) verificados. ....	114
Tabela 21: Valores de impulso (I; [N.s]) verificados. ....	115

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D – Analógico / Digital  
CB – Comprimento de Braçada  
CBn – Comprimento de Braçada Normalizado  
FB – Frequência de Braçada  
 $F_{\max}$  – Força Máxima  
 $F_{\text{med}}$  – Força Média  
Hz - Hertz  
I - Impulso  
IN – Índice de Nado  
IPS – *International Point Score*  
kg - Quilograma  
m – metros  
min – minuto  
N – Newton  
 $\rho$  – rho / rô (letra grega)  
s – segundos  
t – tempo  
u. a. – unidade adimensional  
 $v_m$  – velocidade média



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	17
1.2 OBJETIVOS .....	20
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>20</b>
1.3 JUSTIFICATIVA.....	20
1.4 HIPÓTESES.....	22
1.5 DEFINIÇÃO DE TERMOS .....	23
1.6 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	24
<b>1.6.1 Nível de sensibilidade Palmar</b> .....	<b>24</b>
<b>1.6.2 Cinestesia/propriocepção do nadador</b> .....	<b>24</b>
<b>1.6.3 Indicadores de eficiência do nado em prova</b> .....	<b>24</b>
<b>1.6.4 Indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada.....</b>	<b>25</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>27</b>
2.1 FORÇAS PROPULSIVAS E FUNÇÃO DA MÃO NA NATAÇÃO.....	27
<b>2.1.1 Teorias para a força de sustentação.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.2 Interação das forças de arrasto e sustentação .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.3 Ângulos de ataque e de orientação.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.4 Velocidade da mão .....</b>	<b>38</b>
2.2 A PERCEPÇÃO DO NADADOR .....	41
2.3 AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE PALMAR.....	50
<b>2.3.1 Parâmetros de controle na avaliação da sensibilidade.....</b>	<b>55</b>
<b>2.3.2 Sensibilidade palmar em nadadores.....</b>	<b>59</b>
2.4 POSSÍVEIS PARÂMETROS INFLUENCIADOS PELA SENSIBILIDADE PALMAR .....	63
<b>2.4.1 Indicadores de eficiência do nado .....</b>	<b>63</b>
<b>2.4.2 Análise da fase propulsiva da braçada .....</b>	<b>66</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODO .....</b>	<b>71</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	71
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	71
3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA .....	72
3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	74
<b>3.4.1 Sensibilidade palmar.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4.2 Cinestesia/propriocepção.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4.3 Indicadores de eficiência do nado .....</b>	<b>75</b>
<b>3.4.4 indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada .....</b>	<b>76</b>
3.5 COLETA DE DADOS .....	77
3.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	77
3.7 TRATAMENTO DOS DADOS.....	78

3.8 TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	80
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>83</b>
4.1 SENSIBILIDADE PALMAR .....	83
4.2 IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA .....	94
4.3 SENSIBILIDADE PALMAR E INDICADORES DE EFICIÊNCIA DO NADO .....	101
4.4 SENSIBILIDADE PALMAR E INDICADORES DE DESEMPENHO NA FASE PROPULSIVA DA BRAÇADA.....	108
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>151</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Nos últimos anos, a investigação científica tem desempenhado um papel importante no âmbito do desenvolvimento do rendimento desportivo. Tem-se tentando cada vez mais modificar os movimentos dos atletas e o controle motor, especialmente em desportos cíclicos, como a natação (CLARYS, 2000). É de conhecimento de atletas e treinadores que o desempenho na natação competitiva está fundamentalmente atrelado ao desenvolvimento das capacidades motoras de resistência, força e velocidade para percorrer as diferentes distâncias (MARINHO, 2002).

Estas capacidades estão relacionadas ao desafio do nadador em superar as forças resistivas e gerar a máxima propulsão (TOUSSAINT; BEEK, 1992), na qual as ações dos braços e especialmente das mãos têm um papel fundamental. Por meio de ações constantes das mãos, com mudanças de posição e velocidade (SCHLEIHAUF, 1986; CAPPAERT; RUSHALL, 1994; MAKARENKO, 2001; COLWIN, 2002; MAGLISCHO, 2003), além do posicionamento dos dedos (MINETTI; MACHTSIRAS; MASTERS, 2009; MARINHO *et al.*, 2010), os nadadores controlam as ações das forças de sustentação e/ou arrasto, resultante em deslocamentos eficientes (COLWIN, 2002; MAGLISCHO, 2003). Esta constante alteração da direção dos movimentos, de acordo com Toussaint *et al.* (2000), somente ocorre pelo nadador ter uma habilidade diferenciada, uma maior sensibilidade, esta citada por Palmer (1990), como necessária ao desenvolvimento do nadador, devendo-se aprimorar esta característica singular em relação ao meio em que está inserido.

A sensibilidade (capacidade de ter sensação, sendo sensação a percepção por meio dos sentidos ou o reconhecimento subjetivo de um estímulo físico) é uma interpretação consciente de estímulos sensoriais do meio ambiente, podendo ser classificada, conforme Dapper (2007), como protetora, relacionada à dor, à temperatura e ao toque leve; ou discriminativa, relacionada à estereognosia (identificação de objetos pelo tato), à grafestesia (reconhecimento de figuras pelo tato), à discriminação de dois pontos à pressão, à vibração, ao reconhecimento de diferentes texturas, à cinestesia (percepção do movimento) e à propriocepção (percepção da posição no espaço).

Em especial a cinestesia e a propriocepção tratam-se de uma importante fonte de informação sensorial interna que dá ao indivíduo a

noção sobre as posições e movimentos do corpo, tendo um importante papel no controle motor, principalmente nos esportes (SCHMIDT; WRISBERG, 2008). No meio líquido, segundo Colwin (2002), referem-se à habilidade intuitiva do indivíduo de sentir e controlar a água com eficiência. Esta habilidade diferenciada é por vezes descrita com os termos “*water feeling*”, “*feel the water*” ou “*feel for the water*”, tendo por ideia central, de acordo com Wilke (1997), a necessidade do nadador em sentir a água. A capacidade de sentir a água é um fator considerado importante para nadadores de elite (WILKE, 1997; GANG, 2009; BURZYCKA-WILK, 2011) e também na seleção de talentos (TOUSSAINT *et al.*, 2000; MING-FEI; YAN; YI-HUA, 2006).

Acredita-se que o sentir a água seja uma qualidade exclusiva de atletas talentosos, porém aprender a interpretar as sensações é útil para outros níveis de aprendizado e desta forma, incentivar a resposta proprioceptiva dos indivíduos faz com que os movimentos sejam eficientes no meio líquido (TOUSSAINT *et al.*, 2000; COLWIN, 2002; CORAZZA; PEREIRA; VILLIS, 2005). Mas apesar da importância do sentir a água, Starosta, Rostkowska e Kokoszka (2003) citam que há mais palavras do que fatos, ou seja, o conhecimento de profissionais neste campo parece exceder todas as informações coletadas por pesquisas. Há dificuldade em determinar o sentir a água por acontecer somente no ambiente aquático, sendo interessante obter-se uma forma de quantificar esta capacidade fora da água. Burzucka-Wilk (2011) cita a necessidade de se determinar para a natação, um nível particularmente elevado de sentir a água, entretanto pouco ou quase nada foi determinado em relação à sensibilidade do nadador e especialmente da mão.

Um instrumento comumente utilizado para a avaliação da sensibilidade, e também da sensibilidade da mão (palmar, tátil), são os monofilamentos. Os monofilamentos foram idealizados por Von Frey em 1898 e aprimorados por Semmes e Weinstein em 1960, e são atualmente utilizados na maioria dos casos para avaliação da sensibilidade plantar, mas também para outras áreas corporais como a face e as mãos (OLMOS *et al.*, 1995), sendo, conforme Bell-Krotoski (1991), instrumentos objetivos para mapear a sensibilidade nervosa.

Por meio da avaliação com monofilamentos, Kalugal e Rostkowska (2006; 2008) identificaram diferentes níveis de sensibilidade palmar entre nadadores, atletas de artes marciais, esportes de equipe, atletismo, esportes aquáticos e um grupo controle não atleta, sendo significativamente maior em nadadores. Sensibilidade palmar diferenciada também destacada por Kalugal *et al.* (2013) ao apontar o

efeito agudo do treinamento no meio aquático em comparação a jogadores de basquetebol e não atletas. Dentre os resultados observados para os nadadores, pode-se observar que há limiares diferenciados de sensibilidade, mas não foram abordados e/ou determinados, nestes e em outros trabalhos encontrados, os porquês e possíveis efeitos desta variação no desempenho. Acrescenta-se, como limitação destes estudos, o pequeno número de nadadores avaliados e alguns parâmetros de controle como inexistentes ou não citados. Ter este conhecimento corrobora ao citado por Colwin (2002), que o conhecimento acerca do próprio movimento pode ser obtido pela maximização do tato e das sensações da pressão, contribuindo para ações desejáveis em um nadador habilidoso. A maior qualidade do movimento a partir desse aumento da sensibilidade, segundo Starosta, Rostkowska e Kokoszka (2003), também influenciaria no treinamento de nadadores com ganhos de qualidade.

A qualidade do movimento e a melhora da técnica são elementos mensuráveis e, de acordo com Pereira (2009), análises biomecânicas são ferramentas importantes neste processo. Por meio de análises cinemáticas são realizadas mensurações dos indicadores de eficiência do nado (CRAIG *et al.*, 1985; HALJAND, 1998; ARELLANO *et al.*, 2003; POLLI *et al.*, 2009), tais como a frequência e o comprimento de braçada e o índice de nado, estes relacionados à velocidade obtida pelo nadador na fase denominada de nado “puro” ou “limpo”, onde não ocorre a influência das ações de saída e virada, que geram aumentos significativos na velocidade (HAY, 1985; COSTILL *et al.*, 1985; CAPUTO *et al.*, 2000; GATTI; ERICHSEN; MELO, 2004; CASTRO *et al.*, 2005; PEREZ *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2012). Outra forma ocorre com ferramentas de análise cinéticas, na qual são determinadas as forças produzidas e o impulso gerado em determinadas fases da braçada (ADAMS *et al.*, 1983; MARINHO, 2002; BARBOSA *et al.*, 2010; CASTRO *et al.*, 2010; MOROUÇO *et al.*, 2011), os quais apresentam relação significativa com velocidade de nado (HAVRILUK, s/d). Mas, apesar dos parâmetros cinemáticos e cinéticos serem comumente avaliados, na literatura consultada, não foram encontrados estudos que apontassem diretamente a relação destes com a sensibilidade palmar, mesmo sendo aceito a capacidade de sentir a água como fator importante ao desempenho do nadador.

Contudo, inserido nesta característica apresentada por nadadores e na possibilidade de avaliação da sensibilidade palmar por monofilamentos, formula-se as seguintes questões a serem investigadas: Há relação entre sensibilidade palmar e o nível técnico? Quais os níveis

de sensibilidade palmar em nadadores de diferentes níveis técnico? Que fatores podem interferir na sensibilidade palmar? Qual importância atribuída pelos nadadores à cinestesia/propriocepção ao meio líquido? Que diferenças ocorrem nos parâmetros biomecânicos, indicadores de eficiência do nado e desempenho na fase propulsiva da braçada, em função de diferentes níveis de sensibilidade palmar?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a sensibilidade palmar de nadadores.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar e relacionar o nível de sensibilidade palmar com o nível técnico;
- Identificar e comparar os níveis de sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis técnicos;
- Identificar e comparar fatores de interferência na sensibilidade palmar;
- Verificar e comparar a importância atribuída à cinestesia/propriocepção ao meio líquido pelos nadadores de diferentes níveis técnicos;
- Identificar e comparar os indicadores de eficiência do nado de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar;
- Identificar e comparar os indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A natação é um esporte em constante aprimoramento, seja pela técnica dos nados ou pelos recursos utilizados. A luta contra o tempo em competições de alto nível impulsionou os estudos, por parte de técnicos e pesquisadores, para o desenvolvimento de métodos mais eficazes de treinamento e precisão dos movimentos, buscando o melhor desempenho dos nadadores. A necessidade dos nadadores de melhorar continuamente sugere o uso de avanços técnico-científicos na investigação de novas técnicas (PEREIRA, 2009).

As alterações funcionais e estruturais decorrentes no corpo do atleta constituem a base fisiológica para o treinamento. Além da função

motora do atleta, sensações cinestésicas que acompanham o movimento do corpo, como por exemplo, visual, auditiva e sensações táteis específicas, também se adaptam. Um alto nível de sensações e percepções cinestésicas condiciona o desenvolvimento de habilidades motoras necessárias para cada tipo de atividade motora. Para uma grande parte dos atletas, estas habilidades podem determinar a eficácia das ações dos atletas e os padrões de comportamento motor (CORAZZA, PEREIRA, VILLIS, 2005).

De acordo com Magill (2004), estudos que investigam a propriocepção e a realização dos movimentos têm verificado que a propriocepção possui relação com a precisão na execução de movimentos. Através do *feedback* proprioceptivo o sistema nervoso está continuamente realimentando o centro de controle do movimento com informações, o que permite uma atualização das posições dos membros e, conseqüentemente, que a pessoa faça ajustes necessários à trajetória correta dos membros. Acrescenta-se ainda a questão do *feedback* proprioceptivo também influenciar no *timing* do início do comando motor.

Na natação, a percepção a partir da pressão tátil é descrita por Ungerechts e Schack (2006), como ponto crucial de controle e de *feedback* de movimento, sendo o sentir a água uma capacidade diferenciada. Sentir a água se baseia em efeitos perceptuais, criando possibilidades de ajustes de movimento. O nadador poderia, de acordo com Solovjova, Sproge e Volkova (2011), criar um maior caminho de propulsão durante a braçada e assim torná-la mais eficiente, refletindo, segundo Wilke (1997), na melhor percepção espacial e temporal. De igual forma, enquanto a mão acelera certa quantidade de água para trás por um determinado tempo, uma maior sensibilidade poderia resultar em um maior tempo de aplicação de forças propulsoras, gerando um maior impulso, que, para Ito e Okuno (2003), ocorre pela maior precisão do movimento, com ângulos de ataque e de orientação gerando aceleração no exato momento.

Para a mensuração da sensibilidade, Bell-Krotoski *et al.* (1995) verificaram que os monofilamentos contêm sensibilidade e repetibilidade necessárias para servirem como instrumentos na avaliação da sensibilidade. Assim, a quantificação e a associação de diferentes respostas dos sistemas sensoriais pode se tornar um progresso em programas de treinamento esportivo. As vantagens deste instrumento, conforme os autores, é que o nylon, por apresentar propriedades viscoelásticas, permite que seja realizado um curvamento do filamento quando aplicado a pele, absorvendo as vibrações da mão do examinador,

as quais poderiam gerar estímulos diferenciados nos mecanorreceptores e alterar os resultados dos testes. Da mesma forma, devido a sua elasticidade o nylon mantém uma força constante enquanto aplicado, que cessa imediatamente ao parar o estímulo.

Outro aspecto relevante é sua adequação à realidade que gerou a elaboração do projeto. Desde 2008 como pesquisador, colaboro do Núcleo de Pesquisa de Gestão do Esporte da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), junto ao grupo de pesquisas em biomecânica no projeto intitulado: “*Avaliação Biomecânica dos atletas de Natação da Equipe UNISUL na detecção e acompanhamento de talentos e prescrição do treinamento*”. A participação ocorre com auxílio no desenvolvimento de instrumentos e métodos e na realização de avaliações dos atletas da equipe de natação. O grupo tem a participação dos professores e técnicos da equipe UNISUL e parceria com a Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA). O projeto engloba a avaliação dos nadadores de alto rendimento, intimamente relacionado ao desempenho no esporte, e as discussões surgidas deste grupo, norteiam as questões abordadas neste projeto. Um ponto curioso e que chamou inicialmente a atenção para o assunto foi a observação de nadadores de bom nível, que ao se prepararem no bloco para a saída, esfregavam as mãos nas laterais dos blocos de partida. Quando questionados do porque, estes relatavam que assim “estimulam a mão” e conseguem sentir melhor a água.

Tendo isto, a necessidade dos nadadores de melhorar continuamente sugere o uso de avanços técnico-científicos na investigação de técnicas de nadar e dos fatores relacionados. Em face da pouca existência de estudos que melhorem a compreensão das relações entre a sensibilidade palmar de nadadores e suas relações com parâmetros biomecânicos de desempenho, esta pesquisa visa produzir conhecimento específico e contribuições científicas a atletas e técnicos. Espera-se ampliar o conhecimento acerca da sensibilidade de nadadores, por meio de uma ferramenta que possibilite quantificá-la e apontar sua relação a fatores associados, algo não verificado na literatura consultada.

#### 1.4 HIPÓTESES

Tendo em vista os objetivos definidos, formulou-se as seguintes hipóteses:

- H<sub>1</sub>: Nadadores de maior nível técnico apresentam maior sensibilidade palmar;

- H<sub>2</sub>: Existe diferença nos níveis de sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis técnicos;
- H<sub>3</sub>: Existe diferença na importância atribuída à cinestesia/propriocepção ao meio líquido entre nadadores de diferentes níveis técnicos;
- H<sub>4</sub>: Nadadores com maior sensibilidade palmar apresentam menor frequência de braçada;
- H<sub>5</sub>: Nadadores com maior sensibilidade palmar apresentam maior comprimento de braçada;
- H<sub>6</sub>: Nadadores com maior sensibilidade palmar apresentam maior índice de nado;
- H<sub>7</sub>: Nadadores com maior sensibilidade palmar apresentam maior tempo de aplicação da força;
- H<sub>8</sub>: Nadadores com maior sensibilidade palmar conseguem gerar maior impulso.

## 1.5 DEFINIÇÃO DE TERMOS

a) Nível técnico: para caracterizar o nível técnico foi utilizada a proposta descrita por Marinho (2008) através do *International Point Score* (IPS). O IPS é reconhecido pela FINA (*Fédération Internationale Natation Amateur*) e utilizado como instrumento para verificar o nível dos sujeitos a partir da média dos oito melhores tempos da história em uma dada prova, sendo esta média equivalente a 1000 pontos. O resultado individual é determinado a partir desta referência, como por exemplo, citado por Pyne, Lee e Swanwick (2001), os nadadores com nível internacional possuem um IPS em torno de 900 pontos. Este sistema é utilizado mundialmente e permite comparar os resultados entre sexos e provas diferentes, sendo este valor apresentado nos resultados finais de competições oficiais.

b) Fatores de interferência: Foram considerados possíveis fatores de interferência a idade; o tempo de prática de natação; o tempo de treinamento de natação; número de sessões de piscina por semana; metragem média diária de treino; realização de exercícios de propriocepção; número de sessões com exercícios de propriocepção; principal estilo de nado e metragem de prova.

c) Indicadores de eficiência do nado: índices de desempenho em teste ou em prova utilizados para análise do nado (HAY, 1985).

d) Fase propulsiva da braçada: correspondente às fases submersas da braçada, após a entrada da (s) mão (s) na água, em que através de

forças de sustentação e/ou arrasto o nadador gera deslocamento (COLWIN, 2002; MAGLISCO, 2003).

## 1.6 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

### 1.6.1 Nível de sensibilidade Palmar

*Conceitualmente* é definida como a capacidade dos receptores cutâneos palmares sensíveis ao tato e pressão responderem a um estímulo tátil na superfície da pele lisa (GUYTON, 1991). *Operacionalmente* esta variável foi determinada a partir da resposta do indivíduo mediante a pressão de monofilamentos com diferentes diâmetros, dados os valores em índice que corresponde à escala Log 10 da força em mg (NORTH COAST, 1996), expresso em unidade adimensional (u. a.).

### 1.6.2 Cinestesia/propriocepção do nadador

*Conceitualmente* definida como sentido ou consciência que se tem dos movimentos das articulações, da tensão nos músculos em uma atividade motora (SCHMIDT; WRISBERG, 2008), assim como de aspectos do ambiente externo no qual o corpo entra em contato (BARBANTI, 2011), sendo para o nadador em relação ao seu entorno em associação as fases do nado (COLWIN, 2000). *Operacionalmente* foi mensurada pelo questionário proposto por Shimojo *et al.* (2012), com 12 questões e respostas apresentadas em uma escala subjetiva de Likert de sete pontos (de 1/discordo plenamente ~ 7/concordo plenamente).

### 1.6.3 Indicadores de eficiência do nado em prova

Foram verificadas as seguintes variáveis na prova de 100 m nado Livre, em uma piscina de 50 m, dividindo a prova em duas fases:

a) Velocidade média de nado ( $v_{m1}$  e  $v_{m2}$ ): *conceitualmente* definida como a variação da posição em função do tempo (RESNICK; HALLIDAY, 1972). *Operacionalmente*  $v_{m1}$  foi obtida dividindo-se a distância pelo intervalo de tempo, desde o instante em que a cabeça do nadador passa a marca dos 15 m iniciais até o instante em que a cabeça do nadador ultrapassa a marca dos 15 m finais, totalizando 20 m de nado. Para  $v_{m2}$  foram considerados os instantes nas marcas 65 m e 85 m. Expressas em metros por segundo ( $m.s^{-1}$ );

b) Frequência de braçada ( $FB_1$  e  $FB_2$ ): *conceitualmente* definida como o número de ciclos braçada por unidade de tempo, sendo que cada ciclo representado por duas braçadas completas (HAY, 1985).

*Operacionalmente* foi mensurada considerando-se o intervalo entre a entrada da mão direita ou esquerda na água até a entrada da mesma mão após quatro ciclos, dentro dos 20 m de nado entre as marcas 15 m e 35 m para FB<sub>1</sub> e 65 m e 85 m para FB<sub>2</sub>. Expressos em ciclos de braçada por minuto (ciclos.min<sup>-1</sup>);

c) Comprimento de braçada (CB<sub>1</sub> e CB<sub>2</sub>): *conceitualmente* definido como a distância média percorrida pelo centro de massa do nadador em um ciclo de braçada (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). *Operacionalmente* foi obtido pelo quociente de v<sub>m1</sub> pela FB<sub>1</sub> e pela divisão de v<sub>m2</sub> pela FB<sub>2</sub>. Expressos em metros por ciclo (m.ciclo<sup>-1</sup>) e também normalizados pelo quociente entre CB e o dobro da envergadura do sujeito, apresentados como CBn<sub>1</sub> e CBn<sub>2</sub>, buscando minimizar possíveis efeitos de características antropométricas sobre a variável (CASTRO *et al.*, 2005; MAZZOLA *et al.*, 2008);

d) Índice de nado (IN<sub>1</sub> e IN<sub>2</sub>): *conceitualmente* definido como índice de adequação mecânica da técnica de nado (COSTILL *et al.*, 1985). *Operacionalmente* foi determinado pelo produto entre média de v<sub>m1</sub> e CB<sub>1</sub> e entre v<sub>m2</sub> e CB<sub>2</sub>. Expressos em (m<sup>2</sup>.ciclo<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>).

#### 1.6.4 Indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada

Foram verificadas as seguintes variáveis:

a) Força máxima (F<sub>max</sub>): *conceitualmente* definido como o maior valor da força alcançado durante um tempo determinado (MARINHO, 2002). *Operacionalmente* foi considerado o maior valor da força alcançado em cada e durante seis ciclos de braçada, expresso em Newton [N];

b) Força média (F<sub>med</sub>): *conceitualmente* definida como a média entre todos os valores obtidos durante um tempo determinado (MARINHO, 2002). *Operacionalmente* foi determinada pela média entre todos os valores obtidos durante seis ciclos de braçada, expresso em Newton [N];

c) Tempo de aplicação da força (t): *conceitualmente* definido como tempo decorrido entre dois instantes (BARBOSA *et al.*, 2012). *Operacionalmente* foi considerada a diferença entre o instante final e inicial da aplicação de força na fase submersa da braçada, expresso em segundos [s];

d) Impulso (I): *conceitualmente* definido como a integral de uma força durante o intervalo de tempo em que ela atua (RESNICK; HALLIDAY, 1972). *Operacionalmente* foi determinada pela integral da força pelo tempo, expresso em Newton vezes segundo [N.s].



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Para este estudo foi realizada uma busca nos portais: periódicos CAPES, MEDLINE, ScienceDirect e PubMed no período de maio de 2010 até abril de 2014. Foram selecionados artigos completos a partir dos unitermos: natação (*swimming*); sensibilidade (*sensibility/sensitivity*); sensibilidade palmar (*palmar sensibility*); sensibilidade tátil (*tactile sensibility*); cinestesia (*kinesthetics/kinesthetics feeling*); força propulsiva (*propulsive force*); nado amarrado (*tethered swim*); indicadores de eficiência do nado (*stroke efficiency indicators*), comprimento de braçada (*stroke lenght*), frequência de braçada (*stroke rate*), índice de nado (*stroke index*), velocidade de nado (*swim speed*), cinemetria (*kinematics*). Inicialmente foi realizada a leitura dos resumos e seleção dos artigos, sendo também realizada a análise das referências dos artigos selecionados. Os livros com maior destaque (grande número de citações em determinado assunto) dentro das referências analisadas também foram selecionados.

### 2.1 FORÇAS PROPULSIVAS E FUNÇÃO DA MÃO NA NATAÇÃO

A natação é uma modalidade diferenciada na qual os atletas competem em um meio líquido, mais denso quando comparado com o ar. Assim, a resistência que a água oferece (arrasto) ao deslocamento do nadador se torna muito pronunciada, o que diminui a eficácia da velocidade em relação aos desportos terrestres (MAGLISCHO, 2003). Para se locomover na água, o nadador deve criar uma força com seus braços e pernas que resulta em um deslocamento para frente, força essa denominada de propulsão (TOUSSAINT; BEEK, 1992; MAKARENKO, 2001; COLWIN, 2002). Marinho (2002) destaca que, juntamente com a capacidade de minimizar o arrasto, a força propulsora desempenha um importante papel em desempenhos expressivos na natação competitiva. O que corrobora com a afirmação de Toussaint e Beek (1992), que o sucesso de um nadador depende da habilidade em gerar propulsão enquanto reduz a resistência ao deslocamento.

Para a geração de forças propulsivas verifica-se duas principais teorias. A primeira teoria da propulsão ligada ao arrasto foi apresentada por Cousilman em 1968, na qual acreditasse que a terceira lei dos movimentos de Newton (ação e reação) é a responsável pela propulsão dos corpos dos nadadores através da água. Por esta teoria os nadadores deveriam empurrar a água diretamente para trás (FIGURA 1), para que a

mesma pudesse exercer uma força de igual magnitude, e desta forma impulsionar seus corpos à frente (TOUSSAINT; BEEK, 1992).

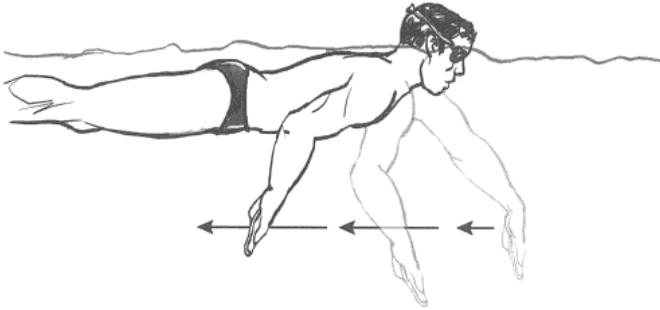


Figura 1: Exemplo da força propulsiva pela teoria de arrasto, com um impulso para trás para criar propulsão para frente.

Fonte: Maglischo (2003, p. 8).

Na segunda teoria, proposta por Coulsilman e Brown em 1971, após análises de imagens subaquáticas, os movimentos propulsores dos braços e das mãos realizavam-se em grande parte, nas direções lateral e vertical e não somente para trás, ilustrado pelas trajetórias das mãos no nado crawl na Figura 2. Esta variação tridimensional também foi observada em outros estudos, como os de Schleihaufer em 1974 e 1978, dando origem à teoria da força de sustentação (TOUSSAINT; BEEK, 1992).

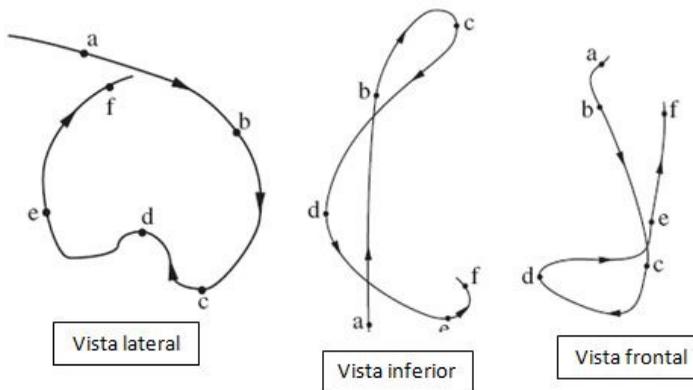


Figura 2: Ilustração da movimentação tridimensional das mãos ligado à teoria da força de sustentação no nado crawl.

Fonte: adaptado de Toussaint e Beek (1992, p. 12).

### 2.1.1 Teorias para a força de sustentação

Inicialmente, Maglischo (2003) destaca que a teoria da força de sustentação era apoiada no princípio de Bernoulli, na qual as mãos quando movimentadas “varrem” a água ocasionando um diferencial de pressão entre seus lados opostos, onde a maior pressão está situada na palma e a menor na parte posterior. Esta diferença de pressão produz uma força de sustentação perpendicular à direção do fluxo de água que passa pelas mãos, e desta forma o nadador é impulsionado à frente. O autor descreve críticas à aplicação do princípio de Bernoulli, citando principalmente a ausência de uma camada limítrofe intacta do fluxo de água na superfície da mão, o que seria essencial para que sejam produzidas forças de sustentação pelos mecanismos de Bernoulli. Arellano (1992) acrescenta que o princípio de Bernoulli foi desenvolvido para o escoamento ideal, com viscosidade nula, mas com viscosidade, as partículas do fluido são freadas ou aceleradas sobre um corpo sólido, compreendendo o princípio de escoamento turbulento, criando vórtices.

Como alternativa Arellano (1992) e Colwin (2002) citam a teoria do vórtice (massa de fluido em rotação), onde se acredita que a formação de vórtices poderia manter um diferencial de pressão entre as partes de baixo e de cima da mão, gerando força de sustentação. Entretanto Maglischo (2003) conclui como difícil se determinar a partir de qual teoria a força de sustentação ocorre e Burzycka-Wilk (2011) também destaca a necessidade de maior investigação. Em contrapartida, no estudo Matsuuchi *et al.* (2009) foi possível visualizar vórtices gerados por nadadores e apoiam a teoria do vórtice.

Pela teoria do vórtice ocorre o descrito por Arellano (1992), que quando o nadador ao colocar sua mão a um determinado ângulo, em relação a sua trajetória, cria vórtices atrás da sua mão como consequência das linhas de corrente ou fluxo que passam por cima e por baixo da mão. Com a mão a 90° na direção do movimento, os vórtices seriam iguais e se anulariam, resultando somente numa força de arrasto e sem força de sustentação (FIGURA 3 – A). Ao variar para um ângulo inferior, um dos vórtices seria menos intenso que o outro e para compensar esta diferença, teria que se originar, no fluido e ao redor da mão, outro vórtice de igual sentido ao vórtice que perdeu intensidade para que o sistema continue sendo nulo (FIGURA 3 – B; C). O vórtice de maior magnitude gerado atrás da mão é denominado vórtice inicial, e acelera o fluido por cima e freia por debaixo da mão, o que gera a sustentação, enquanto o vórtice gerado ao redor de toda a mão chama-

se, segundo Matsuuchi *et al.* (2009), de vórtice limite, de mesmo sentido e direção oposta.

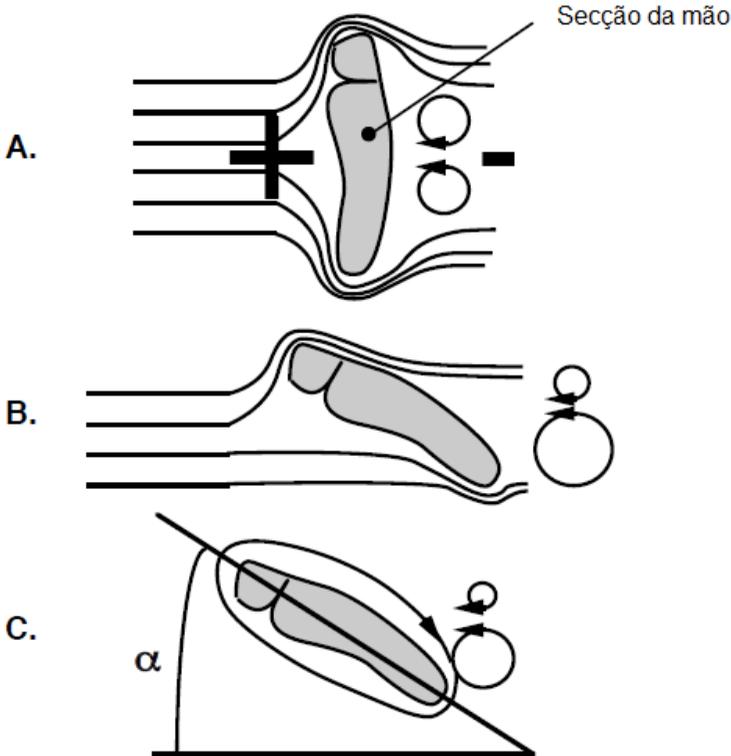


Figura 3: Visualização da teoria dos vórtices gerados pela mão em movimento na água (A) e em função da modificação do ângulo da mão em relação ao fluxo (B, C).

Fonte: adaptado de Arellano (1992, p. 15).

O vórtice inicial, quando muito próximo à mão, afeta a circulação no início do movimento de translação, pelos vórtices iniciais e limite apresentarem direções opostas, resultando na diminuição da sustentação. Assim o vórtice limite necessita de um determinado tempo para se desenvolver, segundo Toussaint, Van den Berg e Beek (2002), podendo levar seis comprimentos de corda (comprimento do fólio, no caso, da mão, ilustrado na FIGURA 4) para a sustentação e para a circulação alcançarem valores próximos ao máximo.

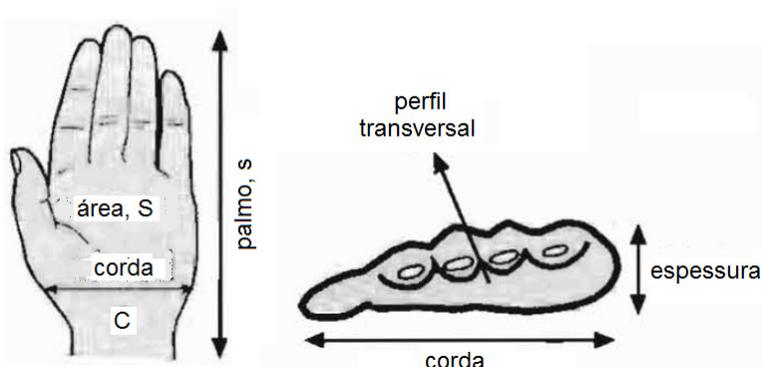


Figura 4: Ilustração da corda, palmo, área e espessura da mão, parâmetros relevantes que descrevem a mão como um fólio.

Fonte: adaptado de Toussaint, Van den Berg e Beek (2002, p. 32).

O estudo sobre a geração e vórtices, segundo Gomes (2010), compreende uma forma de se analisar o comportamento de escoamento. O escoamento pode apresentar uma característica estável, quando o objeto move-se com velocidade constante no fluido, sem aceleração do fluxo em manutenção das linhas de corrente; ou instável, quando o objeto apresenta aceleração, muda sua forma e/ou a sua orientação (TOUSSAINT; VAN DEN BERG; BEEK, 2002; ARELLANO; TERRÉS-NICOLI; REDONDO, 2006; ROUBOA *et al.*, 2006). Silva *et al.* (2005) destacam que mesmo com direção e orientação constante ocorrem à formação e separação de vórtices, tendo o escoamento um comportamento instável, característica quase sempre presente ao redor de um nadador.

Assim, Matsuuchi *et al.* (2009) destacam que a mudança de direção da mão apresenta aceleração e esta fase de mudança deve ser considerada quando do estudo das forças envolvidas na ação propulsora. Arellano, Terrés-Nicoli e Redondo (2006) citam que após o início de cada fase de transição, ou seja, de mudança da direção da mão, um grande vórtice é gerado e solto, gerando um *delayed stall*, semelhante ao observado em voo dos insetos. Dudley (2000) cita que ao imaginarmos um fólio comum, a separação do fluxo a partir da parte superior da asa causaria uma perda significativa de sustentação, definido como *stall*. Utilizando de elevados ângulos de ataque, os insetos conseguem gerar um grande vórtice acima e atrás da borda da asa o qual causa um escoamento muito rápido desse vórtice, resultando numa pressão muito baixa que aumenta a sustentação, ou seja, um *delayed stall*. Assim,

Arellano, Terrés-Nicoli e Redondo (2006) citam que para o nadador, mesmo com grandes ângulos de ataque (o que levaria a uma perda considerável da sustentação), o rápido escoamento, que gera uma zona de pressão muito baixa no dorso da mão, aumenta a força de sustentação.

### 2.1.2 Interação das forças de arrasto e sustentação

Independente da teoria que cerca a origem da força de sustentação, afirma-se que a interação entre esta e a força de arrasto resultam na propulsão do nadador. Por vezes predominante a força de sustentação, outrora a força de arrasto predomina, como ilustrado na Figura 5. Conclusão também apontada no trabalho de Schleihauf em 1979, do fato da propulsão do nadador não resultar das forças de sustentação ou arrasto agindo isoladamente, mas sim de uma constante interação entre ambas, durante toda a sequência de mudanças em uma braçada (MAGLISCHO, 2003).

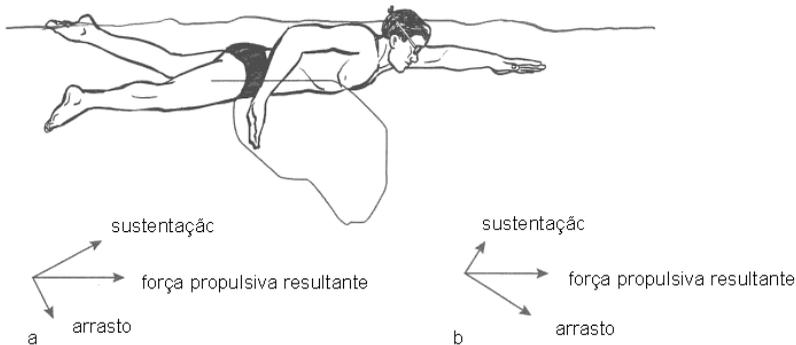


Figura 5: Representação da interação das forças de arrasto e sustentação e a força propulsiva resultante.

Fonte: Maglischo (2003, p. 22).

A interação entre as forças de sustentação e arrasto, tendo-se como resultado a força propulsora resultante (FR), é destacada por Sanders (1999) e como a adição dos vetores da força de sustentação (FS) e da força de arrasto (FA) (equação 1) e proporcionais, segundo Lauder, Dabnichki e Bartlett (2001) e Arellano, Terrés-Nicoli e Redondo (2006), ao quadrado da velocidade, como destacado nas equações 2 e 3:

$$FR = FS + FA \text{ (equação 1);}$$

$$FS = \frac{1}{2} \rho v^2 c_s S \text{ (equação 2);}$$

$$FA = \frac{1}{2} \rho v^2 c_a S \text{ (equação 3).}$$

Onde:  $\rho$  é a densidade da água ( $\text{kg/m}^3$ );  $v$  é a velocidade relativa no respectivo fluido ( $\text{m/s}$ );  $c_s$  é o coeficiente de sustentação;  $c_a$  é o coeficiente de arrasto; e  $S$  é a área da superfície da mão.

A participação de cada força está relacionada ao ângulo de ataque e ao ângulo de orientação (ARELLANO, 1992; TOUSSAINT; BEEK, 1992; PAYTON; BARTLETT, 1995).

### 2.1.3 Ângulos de ataque e de orientação

O ângulo de ataque é definido como o ângulo entre o vetor da velocidade da mão e o plano da mão (PAYTON; BARTLETT, 1995), sendo segundo Arellano (1992), fundamental para obter os níveis de interação entre as forças de arrasto e sustentação (FIGURA 6).

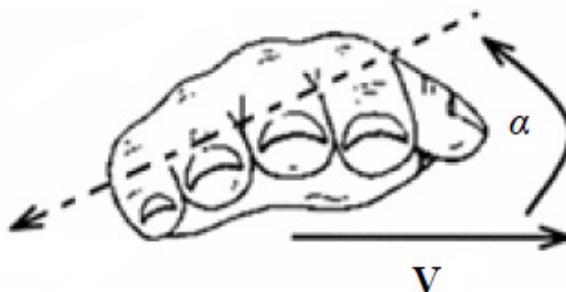


Figura 6: Ângulo de ataque ( $\alpha$ ), ângulo formado entre o vetor velocidade da mão ( $V$ ) e o plano da mão ilustrado pela seta pontilhada.

Fonte: adaptado de Lauder, Dabnichki e Bartlett (2001, p. 32).

Estudos publicados por Schleihauf na década de 70 (FIGURA 7) revelaram que o coeficiente de sustentação (relação entre a quantidade de elevação e o ângulo de inclinação de um plano aerodinâmico) para a mão do nadador é máximo em um ângulo de ataque entre 35 e 45° (entre 0,8 e 1,0). Similarmente o coeficiente de arrasto (relação entre o componente de resistência e o ângulo de ataque de um plano

aerodinâmico ou da mão), também aumenta ou diminui em função desse ângulo, com aproximadamente  $90^\circ$  de angulação o coeficiente de arrasto será máximo (aproximadamente 1,3) (PAYTON; BARTLETT, 1995; BERGER; HOLLANDER; GROOT, 1999; SANDERS, 1999; COLWIN, 2002). Nos estudos anteriores a variação do ângulo de ataque varia entre 0 e  $90^\circ$ , e segundo Sanders (1999) esse ângulo pode variar de  $-90$  a  $90^\circ$ , podendo ser considerado negativo quando o fluxo atinge o dorso e positivo quando atinge a palma da mão.

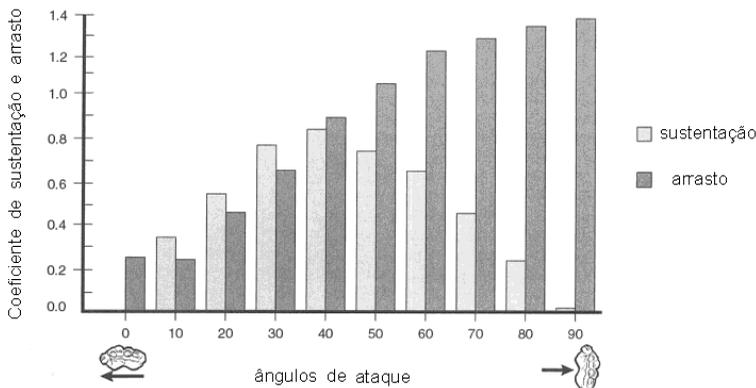


Figura 7: Coeficiente de sustentação e arrasto com ângulos de ataque variando de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ .

Fonte: adaptado de Maglischo (2003, p. 23).

Em um estudo envolvendo nadadores olímpicos, Schleihauf *et al.* (1988) mostraram que a aplicação das forças de arrasto e sustentação com o propósito de criar uma força propulsora resultante, varia em função do estilo. Durante os estilos borboleta e crawl, ambas as forças parecem ser igualmente importantes, no nado de costas os atletas se utilizam mais da força de arrasto em comparação com a de sustentação e sendo a força de sustentação predominante no nado de peito.

Entretanto, durante a braçada, o ângulo de ataque não é constante, apresentando variações ao longo do movimento, como ilustrado na Figura 8. Maglischo (2003) cita o uso de ângulos de ataque da mão entre  $50^\circ$  a  $70^\circ$  por nadadores habilidosos, nos nados crawl, borboleta e costas, e que nadadores de peito também deveriam optar por maiores ângulos. O autor cita a possível escolha dos nadadores por maiores ângulos de ataque, pois estes irão maximizar a produção de forças de arrasto propulsivo. Makarenko (2001) aponta valores variando entre  $37-45^\circ$  a  $60-75^\circ$ , tendo a necessidade de mais estudos e bancos de dados para se

determinar ângulos ótimos de ataque da mão em distintas fases da braçada.

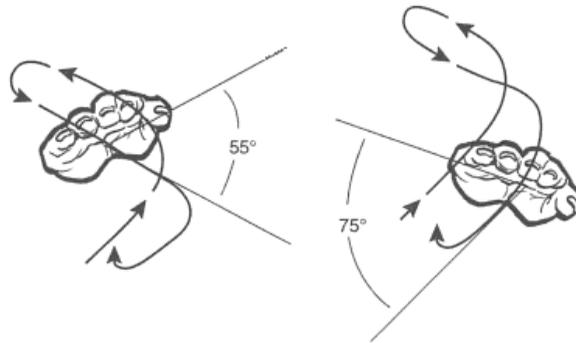


Figura 8: Movimentação da mão durante a braçada.

Fonte: Maglischo (2003, p. 34).

Assim como o ângulo de ataque, o ângulo de orientação também fornece parâmetros de orientação da mão (ARELLANO, 1992; TOUSSAINT; BEEK, 1992). O ângulo de orientação é definido pela direção que o fluido toma ao circular ao redor da mão (ARELLANO, 1992) e representa a rotação do plano coronal do corpo (ROUBOA *et al.*, 2006), definindo a direção da borda da mão relativa ao fluxo (PAYTON; BARTLETT, 1995). Lauder, Dabnichki e Bartlett (2001) apresentam o ângulo de orientação na projeção do vetor velocidade da mão em relação ao plano da mão, sendo de  $0^\circ$  quando o fluido direciona-se do polegar ao dedo mínimo, de  $90^\circ$  quando dos dedos ao punho, de  $180^\circ$  quando do dedo mínimo ao polegar e de  $270^\circ$  quando do punho aos dedos, com variações intermediárias (0 a  $360^\circ$ ), ilustrado na Figura 9. Sanders (1999) aponta para ângulos de orientação próximos a  $45^\circ$  e  $135^\circ$  uma substancial contribuição das forças de sustentação.

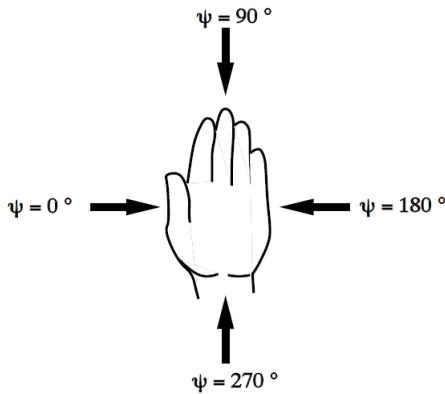


Figura 9: Ângulos de orientação ( $\psi$ ).  
 Fonte: Arellano (1992, p. 19).

Para obter uma determinada força propulsiva, Arellano (1992) cita que o nadador tem infinitas possibilidades de ajustes entre os ângulos de ataque e orientação e que se use uma ou outra depende da capacidade do nadador em mover a mão a uma determinada velocidade. As respostas do coeficiente de sustentação e de arrasto entre a interação dos ângulos de ataque e orientação são ilustradas nas Figuras 10 e 11.

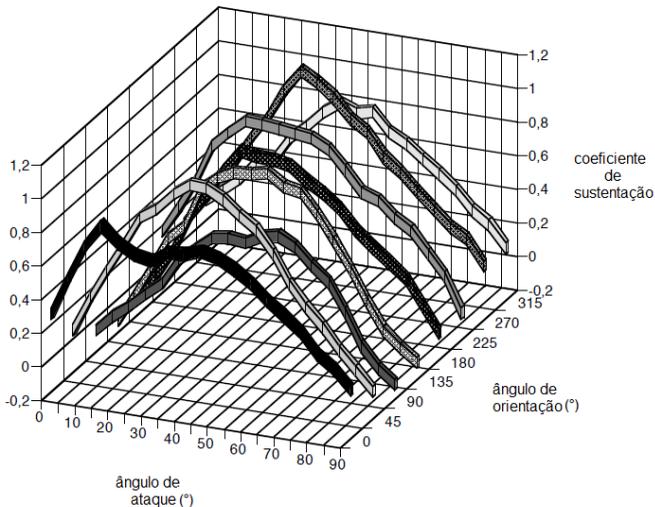


Figura 10: Diagrama do coeficiente de sustentação em um modelo de mão, variando a cada ângulo de ataque e orientação.  
 Fonte: adaptado de Arellano (1992, p. 21).

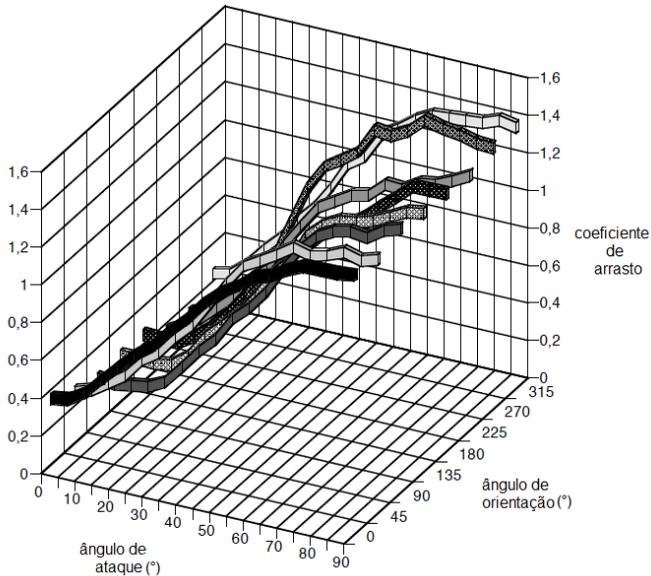


Figura 11: Diagrama do coeficiente de arrasto em um modelo de mão, variando a cada ângulo de ataque e orientação.

Fonte: adaptado de Arellano (1992, p. 22).

As afirmações anteriores relacionadas à interação das forças de arrasto e sustentação em relação aos ângulos de ataque e orientação, tiveram por base testes experimentais quase-estáticos, nos quais os coeficientes de arrasto e sustentação são dependentes da orientação do modelo (PAYTON; BARTLETT, 1995; LAUDER; DABNICHKI; BARTLETT, 2001). No entanto, as recomendações técnicas atuais do movimento da mão, baseadas nesta abordagem quase-estática, para Silva *et al.* (2005), Kudo *et al.* (2008) e Matsuuchi *et al.* (2009), geram dúvidas sobre a precisão e fiabilidade destes cálculos.

Buscando suprir essas limitações, Silva *et al.* (2005) deram continuidade ao uso da Dinâmica Computacional de Fluidos (DCF) como um novo método de investigação na Natação, aplicaram a DCF no cálculo dos coeficientes de arrasto e sustentação resultantes da simulação numérica do fluxo externo da mão e antebraço. Para isto, utilizaram-se três modelos bidimensionais, um frontal (ângulo de ataque =  $90^\circ$ , ângulo de orientação =  $0^\circ$ ) e dois modelos laterais, um tendo o dedo polegar como bordo de ataque (ângulo de ataque =  $180^\circ$ , ângulo de orientação =  $0^\circ$ ), e o outro tendo o dedo mínimo como bordo de ataque

(ângulo de ataque =  $0^\circ$ , ângulo de orientação =  $0^\circ$ ). Os principais resultados apontaram que o coeficiente de arrasto foi o coeficiente que contribuiu mais para a propulsão nos três modelos estudados, enquanto o coeficiente de sustentação parece ter uma importância secundária na geração de força propulsiva.

Limitações também são destacadas por Kudo *et al.* (2008) ao citar que no modelo proposto por Schleihauf (1979), a abordagem subestima a magnitude das forças de fluidos em aproximadamente quatro vezes ao ignorar o efeito de acelerações e vórtices; e que no método proposto por Sanders (1999), que considera as acelerações na abordagem, as velocidades e acelerações foram menores do que realizadas pelos nadadores e a precisão do método não foi notificada. Assim, Kudo *et al.* (2008), propuseram e validaram um método a partir de sensores de pressão, proporcionando predizer as forças agindo sobre a mão em condições de fluxo instável, resultantes da variedade de ângulos de orientação da mão que nadadores utilizam, mas não destacaram resultados.

Ainda, Matsuuchi *et al.* (2009) citam a limitação do uso de modelos quase-estáticos, por o nadador apresentar em torno da sua mão campos de fluxo extremamente instáveis, pelos movimentos e mudanças de direção que produzem vórtices instáveis. Os autores citam que para a correta avaliação, é necessário conhecer as propriedades instáveis determinadas a partir da dinâmica de vórtice, sendo esta a responsável pela maior produção de força. Assim, foram feitas medições de fluxo instável usando uma técnica chamada velocimetria de imagem de partículas (*Particle Image Velocimetry – PIV*) identificando a intensidade de vórtices e suas localizações. Um vórtice forte foi gerado perto da mão e em seguida perdido por uma mudança direcional da mão, na transição das fases ou varreduras. Quando o vórtice foi perdido, um novo vórtice foi criado no sentido oposto em torno da mão e a combinação deste par de vórtices induziu uma componente de velocidade no sentido oposto ao do nado. Os resultados deste estudo mostram que a mudança atribuível ao aumento deste componente da velocidade é a origem da força de impulso pela mão, corroborando com a teoria dos vórtices citada por Arellano (1992) e Colwin (2002).

#### **2.1.4 Velocidade da mão**

Além dos ângulos de ataque e de orientação da mão, a velocidade dos movimentos das mãos do nadador constitui um importante aspecto ligado à propulsão, quando as mãos estão se movendo com maior rapidez, a maior força propulsora é produzida. Counsilman e Wasilak na

década de 80 observaram que os melhores nadadores eram aqueles que aceleravam suas mãos desde o início até o final de suas braçadas (MAGLISCHO, 2003), e que, segundo Schleihauf (1986), a aceleração das mãos acontece em pulsos, diminuindo e aumentando a cada mudança importante de direção durante a parte submersa.

Em um estudo com nadadores olímpicos, filmados na prova final da Olimpíada de Barcelona e posteriormente analisados tridimensionalmente, Cappaert e Rushall (1994) apresentaram os diferentes ângulos de ataque, em função da velocidade, nos diferentes nados, sendo este comportamento ilustrado nas Figuras 12 e 13, adaptados por Maglischo (2003). Podem-se verificar as variações da velocidade em pulsos, como descrito por Schleihauf (1986), e destacados os ângulos de ataque da mão em determinados instantes da braçada.

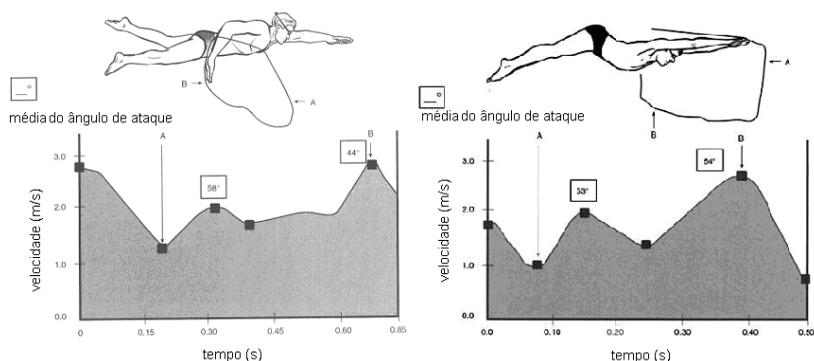


Figura 12: Padrão de braçada no nado crawl (esquerda) e borboleta (direita) com variações do ângulo de ataque e da velocidade média de nado.

Fonte: adaptado de Maglischo (2003, p. 29,30).

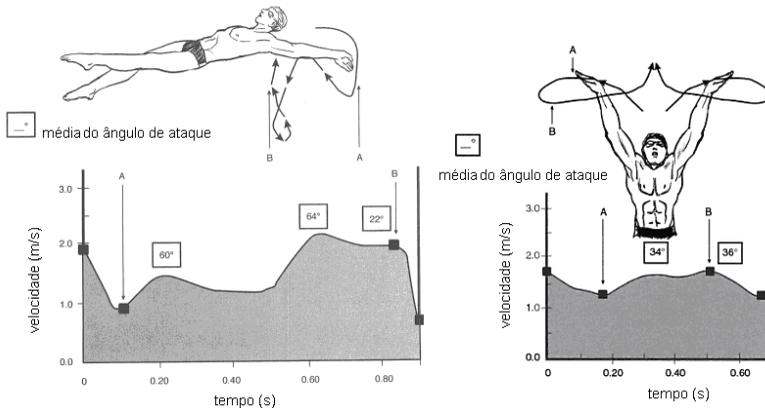


Figura 13: Padrão de braçada no nado costas (esquerda) e peito (direita) com variações do ângulo de ataque e da velocidade média de nado.

Fonte: adaptado de Maglischo (2003, p. 31,32).

As variações da velocidade das mãos aliada aos diferentes ângulos de ataque nas braçadas, de acordo Maglischo (2003), buscam criar situações favoráveis para quebra da inércia e aumento da propulsão resultante. Isto caracteriza, por exemplo, o traçado em “S” da braçada no nado crawl, onde os movimentos diagonais aumentam a distância por braçada e a força propulsiva total, com uma maior quantidade de água sendo deslocada e um menor esforço muscular. Durante as variações diagonais da braçada, nadadores habilidosos tentam manter a mão quase perpendicular a direção frontal que o corpo está se deslocando, na tentativa de manter a maior área possível das mãos e dos braços virados para trás. Para Colwin (2002), estas variações se devem a uma dupla função exercida pela mão do nadador, a qual é utilizada para canalizar e direcionar a circulação do fluxo (relacionado à força de sustentação) e aplicar o impulso (relacionada à força de arrasto). Arellano (1992) cita que os bons nadadores ajustam continuamente suas mãos, de maneira que aperfeiçoa a relação entre os vetores de arrasto e sustentação, podendo ser isto uma tarefa difícil para nadadores médios, pela falta de percepção da força atuando sobre a mão. Assim, Toussaint *et al.* (2000) afirmam que para uma força propulsora ideal, a orientação da mão deve ser constantemente ajustada.

Pela teoria do vórtice, as constantes ações da mão, segundo Matsuuchi *et al.* (2009), são responsáveis pela criação de pares de vórtices e pela geração de impulsos durante a troca de fases, ou seja, o impulso é gerado na fase de transição, de mudança de direção. Os

autores também citam a mudança de direção como fundamental para a natação de alta velocidade, devendo nadadores e seus treinadores dedicar muita atenção à geração de força em fases de transição, utilizando a ação da mão incorporada às mudanças de direção, buscando o fluxo instável e o desprendimento de vórtices como base da geração a força propulsiva.

A mudança constante da direção dos movimentos das mãos, segundo Toussaint *et al.* (2000), somente ocorre pelo nadador ter uma habilidade diferenciada, denominada pelos autores de "sensação de água". Colwin (2002) também destaca esta habilidade incomum dos nadadores talentosos, que, baseado em sua teoria do vórtice, criam no fluxo de água padrões de vórtices constantes. Esta habilidade de sentir a água, citada por Ito e Okuno (2003), está relacionada com uma maior precisão do movimento e, conseqüentemente, na capacidade de gerar um maior impulso. Isto corrobora como descrito por Starosta, Rostkowska e Kokoszko (2003), em que um elevado nível de sensibilidade para a água está relacionado com uma posição ótima da mão durante a fase propulsora.

## 2.2 A PERCEPÇÃO DO NADADOR

A melhora da técnica constitui um aspecto importante no processo de preparação desportiva, visto que é a qualidade deste desenvolvimento que determinará o nível de rendimento do atleta (MARINHO, 2002). Corroborando com esta ideia, Starosta (2006) cita que todos os componentes da preparação motora são decisivos na conquista do sucesso, sendo que o resultado da competição desportiva depende da qualidade de movimentos e a sua precisão.

Na busca dessa qualidade de movimento, Starosta (2006) aponta pontos da preparação desportiva que tratam da complexidade do processo do desenvolvimento. Para tal, o autor propõe tipos de preparação aos quais o atleta deve passar ao longo de vários anos de treinamento, partindo de compreensões básicas de movimentos, do desenvolvimento funcional, teórico, tático e psicológico, destacando ao final destes processos a formação de um tipo específico de percepção sensorial, ilustrado na Figura 14.



Figura 14: Tipos de preparação ao longo dos anos de treinamento.  
Fonte: adaptado de Starosta (2006).

É destacado no topo da pirâmide o termo “*kinesthetics/kinesthetics feeling*”, que em uma tradução direta apresenta como resultado a palavra cinestesia ou sensação/percepção cinestésica. Schmidt e Wrisberg (2008) definem cinestesia como sentido ou consciência que se tem dos movimentos das articulações e da tensão nos músculos em uma atividade motora. Barbanti (2011) acrescenta, além da consciência da posição do membro ou do corpo no espaço e no movimento, aspectos do ambiente externo no qual o corpo entra em contato.

Outro termo com maior abrangência na mesma temática, também apontado por Barbanti (2011), seria a propriocepção, a qual segundo o autor refere-se à informação sensorial sobre a posição do corpo e suas partes, a extensão e a força do movimento, a tensão muscular e a pressão física. Todas estas informações são oriundas de proprioceptores, como do aparelho vestibular, dos órgãos tendinosos de Golgi, dos fusos musculares e/ou dos receptores das articulações. O termo propriocepção também é apresentado em Colwin (2000), como a sensação que o nadador deve ter do seu entorno em associação as fases do nado.

A propriocepção pode variar de acordo com a modalidade em questão. Starosta (2006) cita exemplos em que uma ginasta deve ter uma percepção especial em relação ao aparelho utilizado, como a trave; um lançador em relação ao aparato a ser arremessado ou lançado; e no ambiente aquático, o autor destaca uma percepção sensorial em relação à água, a qual o autor denomina de “*water feeling*”.

O termo “*water feeling*”, por vezes descrito como “*feel the water*” ou “*feel for the water*”, tem por ideia central a necessidade do nadador em sentir a água. Wilke (1997) descreve o sentir a água como uma capacidade diferenciada do nadador, dependendo da percepção de espaço, tensão muscular e temporal, com exemplo a seguir:

- Percepção de espaço: ângulo da articulação do cotovelo; comprimento da braçada e distância percorrida pela mão na fase submersa;
- Percepção subjetiva de tensão muscular: aspectos de coordenação intramuscular quanto aos tipos e quantidades de fibras musculares solicitadas;
- Percepção temporal: em relação à velocidade do movimento, como na regulação da tensão muscular em relação à pressão da água percebida nas mãos (pressão tátil), controlando indiretamente a frequência de braçada.

Esta capacidade de diferenciação, o sentir a água, é considerada importante para nadadores de elite (WILKE, 1997; GANG, 2009; BURZYCKA-WILK, 2011); na seleção de talentos (TOUSSAINT *et al.*, 2000; MING-FEI; YAN; YI-HUA, 2006) e como principal componente em nadadores de nado sincronizado (JUN; TAO, 2003), tendo como respostas uma série de características positivas, apresentadas na Figura 15.



Figura 15: Características positivas decorrentes da capacidade de sentir a água. Fonte: adaptado de Wilke (1997).

A importância da propriocepção, do sentir a água, para o nadador também é destacada por Fugita (2003), a partir da qual o nadador consegue: discriminar se o corpo encontra-se numa posição hidrodinâmica; ter a sensação de deslocamento eficiente; saber em qual angulação a mão consegue maior apoio na água; e reconhecer a posição da mão em relação ao cotovelo na entrada da braçada. O autor ainda destaca que essa possibilidade de perceber seu próprio nado parece ser melhorada pelo refinamento das informações obtidas pelos proprioceptores. Sendo assim, pesquisadores do ensino da natação, como Catteau e Garoff (1990), propuseram que os exercícios de natação deixassem de ser essencialmente mecânicos e se voltassem para a percepção da pressão e das possibilidades do corpo no meio aquático (FERNANDES; LOBO DA COSTA, 2006).

Com base no desenvolvimento do gesto a partir da capacidade de sentir a água, Colwin (2002) destaca que, esse conhecimento acerca do próprio movimento pode ser obtido pela maximização do tato e das sensações da pressão, contribuindo para ações desejáveis em um nadador habilidoso. O autor propõe um modelo de tarefas para aprimoramento da propriocepção, melhorando a habilidade intuitiva do nadador de sentir e controlar a água com eficiência. Juan (2011) também destaca que estimular e desenvolver a capacidade da sensibilidade à água ajuda os nadadores a buscar melhores ângulos de ataque e sentir a relação entre determinados movimentos e seus efeitos na progressão do nado, podendo adotar posições corporais mais eficientes. Burzycka-Wilk (2011) acrescenta a capacidade de sentir a água como uma condição prévia de uma pessoa para operar/ajustar seu corpo no ambiente aquático.

No ensino da Natação, Light e Wallian (2008) defendem a ideia que, o aprender a nadar envolve necessariamente a interpretação do nadador da experiência cinestésica de uma forma inconsciente, bem como consciente. Os autores preconizam que, ao invés da típica prática caracterizada pela repetição e uma forte ênfase no domínio técnico em um ambiente estável e previsível, seja mais adequado uma pedagogia construtivista. Nesta, professores precisam adotar outras abordagens de instrução, não podendo dizer diretamente o aluno o que sentir, mas fornecendo experiências particulares por meio do qual o nadador controle seu aprendizado a partir do fazer e das sensações. As tarefas utilizadas devem ajudar a desenvolver o sentir a água, um ambiente instável, proporcionando experiências cinestésicas particulares para o nadador aprendiz interpretar e refletir sobre como melhorar sua natação.

Alguns tipos de exercícios exemplificam a variedade de experiências que podem ser utilizadas, como exercícios de contraste e sensibilidade (descritos por vezes como palmateio ou exercícios de sustentação), e também coordenação. Exercícios de contraste são aqueles nos quais se procura uma maior sensibilidade na água por meio de variações que aumentem ou diminuam exageradamente as possibilidades de propulsão, como por exemplo, nadar crawl com as mãos fechadas e depois com as mãos em posição normal. Nos exercícios de sensibilidade são realizados movimentos helicoidais com as mãos e que podem ser realizados em diferentes posições, por exemplo, em posição decúbito ventral, com braços e mãos estendidos ao lado do corpo e olhando para os pés (SUÁREZ; MIRKIN, 2000). Acrescentando, Farto e Carral (2001) destacam que neste tipo de exercício, os movimentos laterais das mãos adotam uma infinidade de posições e isto faz com que o nadador sinta a pressão da água no ponto exato de sua mão, sendo neste tipo de exercício, segundo Loss e Castro (2010), treinados os movimentos propulsivos com base na força de sustentação.

Exemplo positivo com a abordagem em experiências cinestésicas é apresentado por Colazo (2001), em uma comparação entre a aplicação do método tradicional, com ênfase no desenvolvimento técnico, e um programa baseado no desenvolvimento da sensibilidade da água com crianças de 9 e 10 anos. O Programa diferenciado foi aplicado a um grupo experimental em 16 aulas de 55 min de duração e com uma frequência de duas vezes por semana. Cada aula apresentava quatro momentos didáticos: aquecimento, desenvolvimento da sensibilidade, desenvolvimento da técnica e fechamento. O elemento diferenciador deste programa foi o espaço dedicado especialmente ao desenvolvimento da sensibilidade na água como um aspecto primordial dentro da aprendizagem da natação. Após oito semanas o autor encontrou uma maior eficiência na propulsão no grupo com desenvolvimento focado no sentir a água, argumentando que o aumento na capacidade perceptiva influenciou na capacidade do nadador aprendiz de transferir a energia produzida, apontando progresso no desempenho motor.

Com a mesma comparação, após uma divisão aleatória de 32 alunas de natação, Cheng, Chang-Jun e Yong (2007) também apontaram melhores resultados após 40 aulas para o grupo experimental, no qual foi empregado um método com ênfase no sentir a água, em relação ao grupo controle, com uso do método de ensino tradicional.

Por resultados positivos, Jun-Xiong (2005) destaca que nos últimos anos, especialistas e estudiosos apresentaram vários tipos de práticas e métodos para melhorar o sentir a água e que isto tem ajudado na formação de excelentes nadadores. Solovjova, Sproge e Volkova (2011) destacam a treinabilidade do sentir a água, propondo um conjunto de exercícios focados na maior sustentabilidade e capacidade de reação do nadador a pressão sentida em torno da sua mão. Enquanto o grupo controle aprendeu os nados crawl e costas ao longo de 12 semanas no método tradicional, o grupo experimental teve incorporado exercícios de manutenção do equilíbrio corporal na água em diferentes posições (FIGURA 16) e exercícios de palmateio, com deslocamento do corpo em reação aos movimentos das mãos (FIGURA 17), em 60% do tempo das aulas.

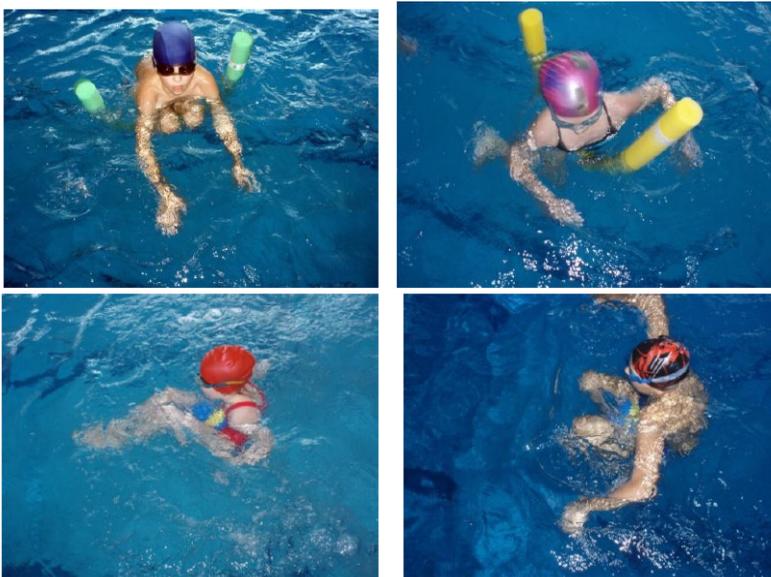


Figura 16: Exercícios de manutenção do equilíbrio na água.

Fonte: adaptado de Solovjova, Sproge e Volkova (2011).

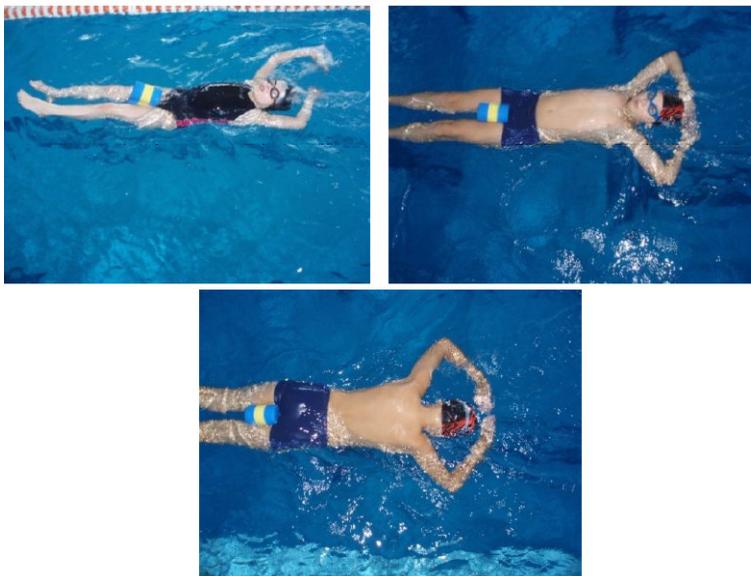


Figura 17: Exercícios de deslocamento a partir dos movimentos das mãos.  
Fonte: adaptado de Solovjova, Sproģe e Volkova (2011).

A partir dos exercícios, Solovjova, Sproģe e Volkova (2011) relataram que seria aprimorada a capacidade de sentir a água e então de apoio, resultando no aumento da eficiência do movimento e velocidade de deslocamento. Hong (1998) destaca esta influência positiva sobre a técnica em nadadores do nado peito. O autor concluiu que o treinamento intensivo de propriocepção e do sentir água, além das melhoras nestes itens, também resultou na melhora da técnica e movimento dos nadadores deste estilo.

A maior qualidade do movimento a partir desse aumento da sensibilidade, segundo Starosta, Rostkowska e Kokoszka (2003), também influencia no treinamento de nadadores. Os autores relatam que o treinamento utilizado na natação é extremamente demorado e intenso, sendo indispensável modernizar o treinamento e, especialmente, diminuir as cargas utilizadas. Uma das maneiras eficientes de fazer isso é dar prioridade para a parte mais importante, que seria o "sentimento de água", ou seja, sensibilidade à água. Treinamento que, de acordo com Starosta (2010), influenciaria diretamente na capacidade de relaxamento muscular, na intenção de se evitar ações musculares desnecessárias e na economia de energia. Com isto pode-se ter um ganho em qualidade em relação à quantidade, fato que tem sido observado na prática e no

acompanhamento de diversos treinadores e equipes. Wilke (1997) aponta que se deve intervir no método de treinamento, a fim de refinar as cargas para que não ocorra a perda desta capacidade diferenciada, que poderia ocorrer por períodos de treinamento extenuantes.

A grande importância do sentir a água é frequentemente apontada por autores treinadores, mas infelizmente, segundo Starosta, Rostkowska e Kokoszka (2003), há mais palavras do que fatos, ou seja, o conhecimento de profissionais neste campo parece exceder todas as informações coletadas por pesquisas. Para preencher esta lacuna os autores estudaram o conceito de “*water feeling*” encaminhando um questionário a 24 pesquisadores em natação. Como resultado os autores apontaram cinco principais componentes formadores: reação, ritmo, balanço/equilíbrio (na relação entre a ação dos diferentes membros), orientação e diferenciação cinestésica. Com base na informação obtida, os autores relataram ser possível efetuar modificações significativas nos métodos de formação e treinamento até agora utilizados, e também da possibilidade de, a partir dos componentes apontados, buscar formas de expressar numericamente o sentir a água.

Para a mensuração da percepção (autopercepção) cinestésica do nadador, Shimojo *et al.* (2012) propuseram um questionário, validado em conteúdo com técnicos da Federação Japonesa de Natação e em clareza com nadadores universitários. Com a questão principal “*Quando você tem que melhorar a sua forma de nadar, que importância você dá para a sua percepção?*”, o questionário apresenta doze subitens para a resposta “*Você concentra sua percepção...*”, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Perguntas propostas para avaliação da percepção cinestésica de nadadores.

<b>Quando você tem que melhorar a sua forma de nadar, que importância você dá para a sua percepção? Você concentra sua percepção em:</b>	
<b>Questão</b>	<b>Abreviação</b>
1) Na sincronia dos movimentos	Sincronia
2) Na sensação tátil de água corrente em torno de seu corpo	Fluxo de água
3) No posicionamento de seus membros Ex.: Posição do seu cotovelo muito alta ou baixa	Posição do membro
4) Em observar objetos visíveis. Ex.: Se o percurso desenhado pela sua mão está correto ou não	Visão
5) Na utilização de músculos do seu tronco	Tronco
6) No ritmo dos movimentos	Ritmo
7) Nos sons gerados pelo seu movimento. Ex.: Som da pernada na água	Audição
8) Nas mudanças de velocidade de seus membros	Velocidade dos membros
9) Nas mudanças de ângulos nas suas articulações	Ângulo das articulações
10) Na “pegada” da água durante a braçada	Pegada
11) No tempo de duração do movimento	Duração
12) Na economia do movimento para o confortável	Economia

Fonte: adaptado de Shimojo *et al.* (2012).

Para as respostas é utilizada uma escala subjetiva de Likert de sete pontos (de 1/discordo plenamente ~ 7/concordo plenamente). Para análise o autor sugere a análise individual de cada questão e o agrupamento das respostas em três fatores principais: sensação somática

(questões 2, 3, 5, 9, 10, 12), controle temporal (questões 1, 6, 8 e 11) e sensação especial (questões 4 e 7).

Em especial, a questão relacionada à “pegada” (10) aponta para a função percebida da ação da mão, com importância apresentada no tópico anterior. Wilke (1997) cita que na natação, esta capacidade diferenciada de sentir a água, interage especialmente com os analisadores táteis das palmas das mãos, além dos membros e do tronco. Pelo aprimoramento da capacidade de sentir a água, pode-se supor que ocorra o descrito por Colazo (2001), do aumento da acuidade perceptiva dos analisadores tátil e cinestésicos. Isto estimularia de maneira que o nadador possa interpretar as informações sensoriais que se lhe são apresentadas, momento a momento durante o nado, e permita um maior ajuste motriz nos diferentes instantes de nado. Estes ajustes motrizes na mecânica do nado, conforme Solovjova, Sproge e Volkova (2011), ocorrem a partir da maior sensibilidade da mão, possibilita ao nadador criar um caminho de maior resistência durante a braçada e assim torná-la mais eficiente. Ungerechts e Schack (2006) descrevem que esta percepção a partir da pressão tátil, também como uma capacidade diferenciada em nadadores e como ponto crucial de controle e de *feedback* de movimento. Os autores citam que sentir a água faz parte do controle mental de um determinado movimento, que se baseia em efeitos perceptuais, no *feedback* sensorial flexível e na necessidade de se ajustar o resultado.

Contudo, investigadores tentam determinar as habilidades motoras mais importantes para esportes específicos, sendo, para a natação, necessário um nível particularmente elevado de sentir a água (BURZYCKA-WILK, 2011), e especialmente na mão. A dificuldade de se determinar o sentir a água ocorre por ela somente acontecer no ambiente aquático, sendo difícil avaliar e/ou selecionar um potencial nadador. Assim, torna-se interessante obter uma forma de quantificar esta capacidade fora da água. Sendo a mão o principal elemento propulsor, precursor das ações da braçada como um todo e com a função de criar um apoio permanente para a geração de forças propulsivas (MAKARENKO, 2001), pode-se acreditar que o nadador deva ter uma sensibilidade diferenciada desta região.

### 2.3 AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE PALMAR

A sensibilidade, definida como a capacidade de se ter sensação, sendo sensação a percepção através dos sentidos ou o reconhecimento subjetivo de um estímulo físico, é uma interpretação consciente de

estímulos sensoriais do meio ambiente (MACKIN; THOMINE; TUBIANA, 1996). Segundo Dapper (2007), a sensibilidade pode ser classificada como protetora ou discriminativa. A classificação protetora está relacionada às percepções, a dor, a temperatura e ao toque leve, enquanto a discriminativa pode estar relacionada quanto a: a) Esterognosia: identificação de objetos pelo tato; b) Grafestesia: reconhecimento de figuras pelo tato; c) Discriminação de dois pontos a pressão, a vibração; d) Reconhecimento de diferentes texturas; e) Cinestesia: percepção do movimento; f) Propriocepção: percepção da posição no espaço. Como destacado anteriormente, aos termos cinestesia e propriocepção, estão também relacionadas aos aspectos do ambiente externo (BARBANTI, 2011).

Para a avaliação da sensibilidade, Mackin, Thomine e Tubiana (1996) dividem os testes de sensibilidade em três categorias:

- Testes objetivos: exigem somente a cooperação passiva do paciente e não a interpretação subjetiva de um estímulo;
- Testes funcionais: avaliam a qualidade da sensibilidade, se ela está presente em um nível macroscópico ou discriminativo delicado, e se é suficiente para as atividades da vida diária do paciente nas quais precisa reconhecer e manipular objetos;
- Testes limiars: determinam o mínimo estímulo que pode ser percebido pelo sujeito. Incluem testes associados às funções cutâneas clássicas de dor, calor/ frio, vibração e toque suave/pressão profunda.

Os testes limiars de toque suave e pressão profunda correspondem ao teste dos monofilamentos ou estesiômetro de pressão de Semmes-Weinstein (MACKIN; THOMINE; TUBIANA, 1996). Tais monofilamentos foram idealizados por Von Frey em 1898, que, utilizando crinas de cavalo, criou os primeiros filamentos para diagnosticar alterações de sensibilidade dos receptores sensoriais da pele. Como não havia formas de modificar e controlar parâmetros destes filamentos e necessitavam-se outras taxas de força que aquelas alcançadas pelos fios de crinas de cavalos tornaram-se necessárias reformulações. Tais filamentos foram aprimorados por Josephine Semmes e Sidney Weinstein em 1960, que substituíram as crinas de cavalo por fios de nylon e comercializaram os filamentos que são atualmente utilizados para avaliação da sensibilidade de diferentes áreas corporais, como da região plantar, da face e das mãos (ROBINSON *et al.*, 1992; WEINSTEIN, 1993; OLMOS *et al.*, 1995).

Os monofilamentos Semmes-Weinstein (*North Coast Inc.* ®) consistem em fios de nylon, com diâmetros específicos, que variam de 0,0635 a 1,1430 mm, área de secção transversa de 0,0032 a 1,0261 mm<sup>2</sup>, força de curvamento de 0,0045 a 447,0000 g e uma pressão (força de curvamento dividida pela área de secção transversa) de 1,4063 a 435,6301 g/mm<sup>2</sup> (OLMOS, *et al.*, 1995), todos com comprimento de 38 mm, e expressam valores na função  $\text{Log}_{10}$  da Força em mg (FIGURA 18). Assim, cada número (n) do filamento representa o logaritmo decimal de 10 vezes a força de flexão em miligramas:  $n = \text{log}_{10}(10 \times \text{força de flexão em mg})$ , sendo próprios para avaliar os níveis de sensação cutânea do corpo (NORTH COAST, 1996).



Figura 18: Ilustração dos monofilamentos na avaliação da sensibilidade.  
Fonte: North Coast (1996).

Os filamentos são numerados e os índices estão organizados de acordo com os seus diâmetros, resultando em progressivo acréscimo da pressão. Estes diâmetros representam a força aplicada (QUADRO 2), medidas em uma escala logarítmica teórica de força, variando de 0,008 a 300,000 g, individualmente calibrados com um desvio padrão de 5% (NORTH COAST, 2000). De acordo com esta escala logarítmica quanto menor o diâmetro, menor a força aplicada e maior a sensibilidade na região testada, conforme estabelecido pelo próprio fabricante (NORTH COAST, 2000). Embora os diâmetros sejam conhecidos, tal tabela apresenta os valores de conversão da força em gramas e não em pressão, porque as áreas de contato do filamento com a pele não poderiam ser determinadas com a acurácia necessária, assim como também, não

poderiam ser determinadas diretamente (BELL-KROTOSKI *et al.*, 1995).

Quadro 2: Limiares de sensibilidade cutânea estabelecido no kit de monofilamentos.

Monofilamento	Índice do monofilamento	Força [g]	Diâmetros [mm]
01	1,65	0,008	0,064
02	2,36	0,02	0,076
03	2,44	0,04	0,102
04	2,83	0,07	0,127
05	3,22	0,16	0,152
06	3,61	0,4	0,178
07	3,84	0,6	0,203
08	4,08	1	0,229
09	4,17	1,1	0,254
10	4,31	2	0,305
11	4,56	4	0,356
12	4,74	6	0,381
13	4,93	8	0,406
14	5,07	10	0,432
15	5,18	15	0,438
16	5,46	26	0,559
17	5,83	60	0,711
18	6,1	100	0,813
19	6,45	180	1,016
20	6,65	300	1,143

Fonte: North Coast (2000).

Para verificar a aplicabilidade deste instrumento foi feita uma busca, sendo inicialmente identificadas 1729 publicações (Pubmed – 196; Science Direct – 1382; ProQuest Dissertation & Theses – 119; Scielo – 32 resultados), a partir dos termos monofilamentos (*monofilaments*); Semmes-Weinstein; estesiômetro (*aesthesiometer*). A partir da leitura dos títulos dos trabalhos, foi verificado que o

instrumento é amplamente utilizado para avaliação da sensibilidade, principalmente na área clínica com estudos envolvendo diabetes, hanseníase, lesões, avaliações pós-cirúrgicas, após intervenções farmacológicas, câncer, doenças neurológicas, etc. Assim como varia o objeto a ser investigado, a área investigada também difere, sendo o pé (sensibilidade plantar) de maior ocorrência. A avaliação da sensibilidade palmar aparece com maior destaque em artigos relacionados a lesões e avaliação após procedimentos cirúrgicos.

Devido à larga utilização do instrumento, foi também observado a publicação de artigos voltados para a avaliação do instrumento. Estudos como o de Bell-Krotoski *et al.* (1995) estabeleceram estes monofilamentos como contendo sensibilidade e repetibilidade necessária para servirem como instrumentos na avaliação da sensibilidade, desde que calibrados corretamente. As vantagens deste instrumento, citadas pelos autores, é que o nylon, por apresentar propriedades viscoelásticas, permite que seja realizado um curvamento do filamento quando aplicado a pele, absorvendo as vibrações da mão do examinador, as quais poderiam gerar estímulos diferenciados nos mecanorreceptores e alterar os resultados dos testes. Da mesma forma, devido a sua elasticidade, o nylon mantém uma força constante enquanto aplicado, que cessa imediatamente ao parar o estímulo. Rith-Najarian, Stolusky e Gohdes (1992) detalharam como resultados de calibração uma variação de 10% nestes monofilamentos e Booth e Young (2000) apresentaram como resultado uma variação de  $\pm 1,0$  g, sobre o valor de 10,0 g definido para o monofilamento número 5.07.

A repetibilidade dos testes e do instrumento pode ser confirmada nos trabalhos de Bell-Kotroski (1991), Smieja, Hunt e Edelman (1999) e Birke *et al.* (2000). Collins *et al.* (2010) destacam maior repetibilidade quando da avaliação realizada por um único avaliador. Tracey, Greene e Doty (2012) demonstraram que os monofilamentos forneceram limiares de pressão altamente confiáveis (em ensaios teste-reteste,  $r=0,93$ ) e sensíveis, com limiares de detecção semelhantes observados em duas sessões de testes repetidos. Para a sensibilidade palmar, Marciano e Garbino (1994) encontraram uma especificidade de 80% e sensibilidade de 91%.

Contudo, apesar da grande utilização e validade do instrumento, não foi observado uma padronização para a avaliação da sensibilidade. Os principais fatores que apresentaram variação são destacados na sequência, com a opção referenciada escolhida para controle. Para alguns parâmetros não foram observados estudos exclusivos com avaliação da sensibilidade palmar, mas pelo método empregado, podem

ser utilizados como referência. De igual forma, poucos estudos envolviam modalidades esportivas, geralmente relacionadas à sensibilidade plantar, sendo somente três estudos verificados com avaliação da sensibilidade palmar, tendo nadadores como amostra.

### **2.3.1 Parâmetros de controle na avaliação da sensibilidade**

#### **a) Local/Região de aplicação.**

Com a possibilidade de se quantificar a sensibilidade pelos monofilamentos, Novak (2001) destaca que função ideal da mão requer boa função dos nervos motores e sensoriais. Ao analisar a inervação da mão, observa-se que esta é constituída, basicamente, de três nervos principais: o radial, o mediano e o ulnar, tendo os nervos mediano e ulnar relação direta com a sensibilidade da palma da mão.

O nervo mediano é uma ramificação do plexo braquial, mais especificamente dos fascículos lateral e medial, passando anterior a artéria braquial, seguindo distalmente pelo braço medial, pelos músculos coracobraquial e bíceps. Na altura do cotovelo, o nervo mediano inerva o músculo pronador redondo, músculo flexor radial do carpo, músculo palmar longo e músculo flexor superficial dos dedos. A seguir, atravessa as duas origens do pronador redondo e passa sob uma arcada fibrosa na origem do músculo flexor superficial dos dedos. Nessa condição, emite um importante ramo motor, o interósseo anterior, que inerva o músculo flexor longo do polegar, músculo flexor profundo do 2º e 3º dedos e músculo pronador quadrado, terminando ao nível do punho em ramos proprioceptivos. Pouco acima do punho, o nervo mediano dá o ramo cutâneo palmar responsável pela sensibilidade cutânea, na região da eminência tenar e penetra no túnel do carpo, sob o retináculo dos flexores. Na altura da mão, supre os dois primeiros músculos lumbricais e todos os músculos tenares, com exceção do músculo adutor do polegar e porção ulnar do flexor curto do polegar. Seus ramos cutâneos inervam a pele da parte palmar do polegar, 2º e 3º e metade radial do 4º dedo (STANDRING, 2010), ilustrado na Figura 19 à esquerda.

O nervo ulnar é uma ramificação do plexo braquial, mais exatamente do fascículo medial, seguindo juntamente com o nervo mediano e o nervo cutâneo antebraquial medial na parte superior do braço. No terço médio do braço, perfura o septo intermuscular medial e passa ao compartimento posterior do braço, anteriormente à cabeça medial do músculo tríceps. Atravessa, então, entre o epicôndilo medial e o olecrano (canal cubital) e, a seguir, para o compartimento anterior, passando entre as duas origens do músculo flexor ulnar do carpo. Nessa região, emite ramos motores para o músculo flexor ulnar do carpo e para

o músculo flexor profundo do 4° e 5° dedos. O nervo segue pelo antebraço sob o músculo flexor ulnar do carpo; na parte distal do antebraço, emite um ramo sensitivo para a porção dorsal e ulnar da mão, o ramo sensitivo dorsal. Na altura do punho, atravessa o canal de Guyon, formado pelo pisiforme, hamato e ligamento pisohamato. Ao emergir, divide-se em dois ramos: profundo e superficial. O ramo profundo é motor e emite ramos para os músculos da eminência hipotenar (músculo palmar curto, músculo flexor curto do 5° dedo, músculo abductor curto do 5° dedo e músculo oponente do 5° dedo), músculos interósseos, músculos lumbricais, músculo adutor curto do polegar e porção medial do flexor curto do polegar. O ramo sensitivo provê sensibilidade para a porção ulnar da palma da mão, 5° dedo e borda ulnar do 4° dedo (STANDRING, 2010), ilustrado na Figura 19 à direita.

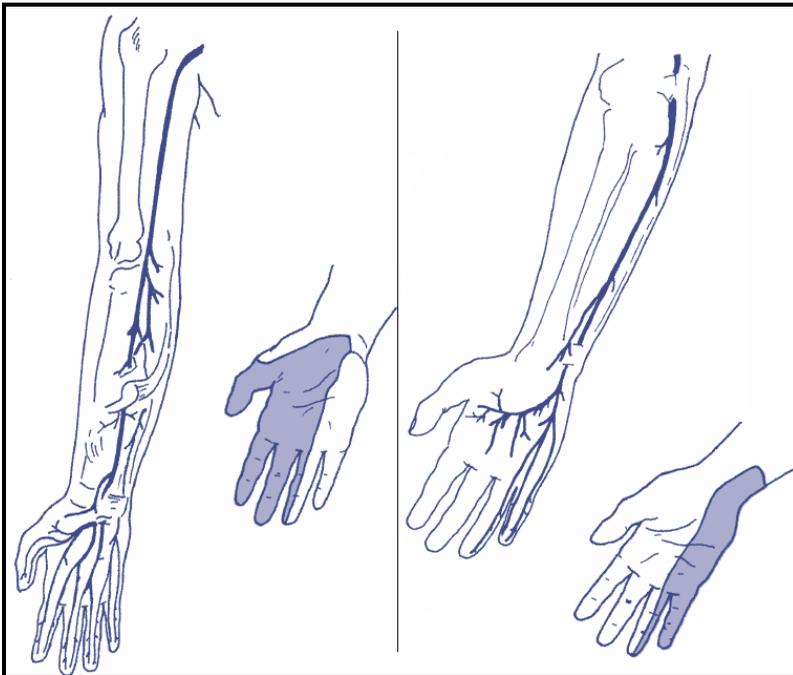


Figura 19: À esquerda ilustração da ramificação do nervo mediano e a direita ramificação do nervo ulnar, além das áreas inervada na região palmar.

Fonte: Lehman *et al.* (1997, p. 54,68)

O protocolo do fabricante (NORTH COAST, 2000) preconiza para a avaliação da sensibilidade palmar o uso de dois pontos, um correspondente a cada região de inervação. Os estudos de Kalugal e Rostkowska (2006), Kalugal e Rostkowska (2008) e Kalugal *et al.* (2013), que envolviam a avaliação da sensibilidade palmar de nadadores, utilizaram respectivamente: um ponto (a ponta do dedo indicador); dois pontos (na ponta do dedo indicador e na polpa do dedo mínimo); e três pontos (a ponta do dedo indicador, na polpa do dedo mínimo e no metacarpo sobre o lado da palma da mão, entre tenar e hipotenar). Os autores justificaram a escolha dos pontos de medição em consequência do envolvimento dessas partes da mão na realização de várias atividades desportivas.

Entretanto, pela especificidade das diferentes partes da mão na execução da braçada (MINETTI; MACHTSIRAS; MASTERS, 2009; MARINHO *et al.*, 2010) optou-se em avaliar dois pontos em cada região de inervação. Para a inervação do mediano, seriam avaliadas a ponta do dedo indicador e a região tenar; e para inervação ulnar a ponta do dedo mínimo e a região hipotenar, destacados na Figura 20.

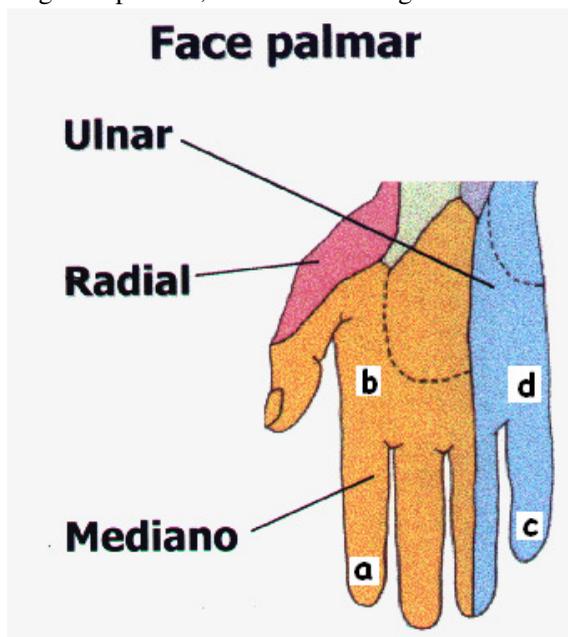


Figura 20: Ilustração das regiões a serem avaliadas, sendo: “a” a ponta do dedo indicador; “b” região tenar; “c” ponta do dedo mínimo; “d” região hipotenar.

b) Valor de normalidade/início e evolução do teste.

Optou-se como valor de início o filamento 07 – índice 3,84, sendo um valor acima do considerado normal para a sensibilidade palmar (NORTH COAST, 2000). Esta opção possibilita a evolução do teste por meio do algoritmo modificado 4, 2, 1 proposto por Dyck *et al.* (1993). A partir da resposta do sujeito, a mudança de intensidade é incrementada quatro níveis dos filamentos (caso o sujeito não respondesse positivamente ao estímulo) ou diminuindo quatro níveis (positiva a resposta). Um novo estímulo, com o filamento correspondente era realizado. A mudança na intensidade se dá pelo incremento ou diminuição de dois níveis dos filamentos e em seguida de um nível do filamento. De acordo com Faquin (2005) que analisou a relação entre a sensibilidade plantar e o equilíbrio na postura de atletas e não atletas, e com Alfuth e Rosenbaum (2011), que realizaram a avaliação da sensibilidade plantar antes e após corridas de longa distância, este procedimento é reprodutível, objetivo, acurado e robusto para ser usado em avaliações.

c) Número de tentativas.

Nos estudos devolvendo nadadores (KALUGAL; ROSTKOWSKA, 2006; KALUGAL; ROSTKOWSKA, 2008) foi observado uma variação de 2 a 5 repetições no número de tentativas, sendo 3 vezes a maior ocorrência, com a troca de filamento ocorrendo por apenas uma resposta positiva, mas os autores não justificavam o porquê de tal escolha. Como referência optou-se pelo protocolo proposto por Gin *et al.* (2002) com a seguinte proporção: 10 tentativas para cada região, com duas falso positivas, considerando que o sujeito identifica o estímulo do filamento quando responder corretamente a seis das dez tentativas realizadas.

d) Influência do sexo e idade.

Não foram observadas diferenças quanto ao sexo para a ação de nervos sensoriais, segundo Fujimaki *et al.* (2009), indicando que a não necessidade de diferenciação no método para a avaliação de homens e mulheres. Em relação à idade, Murata *et al.* (2010) apontam para a diminuição da sensibilidade com o envelhecimento, mas citando este efeito em idosos (> 60 anos). A amostra definida não apresentou sujeitos nesta faixa etária e fator idade pode ser verificado posteriormente na análise de relação ou não com a sensibilidade palmar mensurada, assim como o sexo.

#### e) Posicionamento para avaliação e informação visual

Optou-se pelo posicionamento proposto por Gillenson *et al.* (1998), Kalugal e Rostkowska (2008) e Rósen e Björkman (2010), com o sujeito sentando em uma cadeira e com olhos fechados, com a mão repousando sobre um travesseiro em posição supinada, conforme ilustrado na Figura 21.



Figura 21: Ilustração da posição de avaliação.

Fonte: Rósen e Björkman (2010)

#### f) Demais parâmetros

Além dos pontos apontados, devem ser seguidas orientações básicas do teste: quando ao lugar silencioso e calmo; temperatura controlada; limpeza e assepsia com álcool 70°; não utilização de cremes anteriormente ao teste; tempo de aclimatação; orientação verbal (responder apenas “sim” ou “não”, após ser questionado sobre a estimulação); um primeiro estímulo com filamento superior ao inicial no dorso da mão, a fim de que o sujeito perceba o estímulo, compreenda-o e possa interpretar o teste. Verificou-se também diminuição da sensibilidade palmar relacionada à incidência de lesões (AMIRJANI *et al.*, 2003; CHUNG, 2008; ELFAR *et al.*, 2010;) e uso de fármacos (FIOLKOWSKI *et al.*, 2005). Na anamnese inicial foram abordados estes itens a fim de evitar possíveis influencias nos resultados.

### 2.3.2 Sensibilidade palmar em nadadores

A avaliação da sensibilidade relacionada às funções motoras de esportistas parece ser um assunto pouco estudado. Alfuth e Rosenbaum (2011) ao investigarem os efeitos agudos de corridas de longa distância

com a sensibilidade plantar e suas relações com a carga destacam isto, afirmando que pouco se conhece sobre os efeitos do esporte em relação à sensibilidade. Faquin *et al.* (2004) destacam a importância em se ter este conhecimento ao verificarem níveis de sensibilidade plantar de atletas de futsal e voleibol. Os autores citam que estabelecer estes níveis se torna relevante para compreender se os estímulos específicos do esporte podem influenciar a sensibilidade da região plantar e induzir modificações nas respostas sensoriais. Kalugal e Rostkowska (2006; 2008) relatam que infelizmente, estudos sobre a sensibilidade dos atletas não são encontrados na literatura científica, se fazendo necessário tentar uma análise das relações entre a sensibilidade dos atletas e do tipo de esporte praticado.

Sabe-se que o corpo adapta-se aos estímulos externos do meio e tendo que os atletas, devido ao treinamento específico, encontram-se em condições diferenciadas e assim podem modificar parâmetros de controle neuromotor como as respostas sensoriais (FAQUIN *et al.*, 2004). Condições externas que na natação relacionam-se ao meio líquido, que no qual, de acordo com Palmer (1990), o indivíduo deve desenvolver uma sensibilidade singular ao novo meio a que está inserido. O exercício físico no ambiente aquático favorece a adaptação do organismo às características físicas do meio ambiente, onde o nadador recebe estímulos principalmente por meio de seus receptores táteis e que podem afetar os movimentos.

O estudo de Kalugal e Rostkowska (2006) relata esta diferenciação. No estudo foi avaliada a sensibilidade palmar de 673 sujeitos (19 a 23 anos) de um grupo controle de não atletas e atletas de diferentes modalidades, dentre estes 25 nadadores e 32 nadadoras, através dos monofilamentos (Touch-Test™ Sensory Evaluator, Semmes-Weinstein Monofilaments) aplicados na ponta do dedo indicador da mão dominante. Nadadores apresentaram uma sensibilidade tátil maior que atletas de artes marciais, futebol, corredores recreacionais, jogos de equipe e esportes náuticos, como apresentado na Figura 22 para mulheres e na Figura 23 para homens.

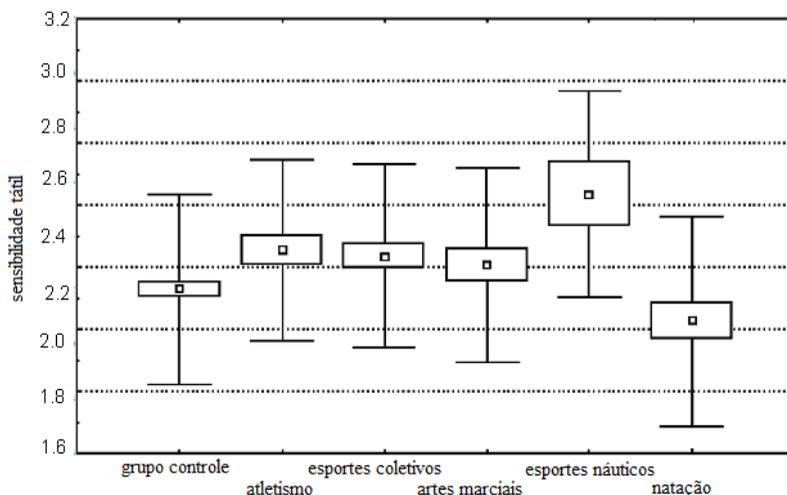


Figura 22: Limiar de sensibilidade de mulheres atletas de diferentes modalidades e do grupo controle (n = 327, 32 nadadoras).

Fonte: adaptado de Kalugal e Rostkowska (2006, p. 158).

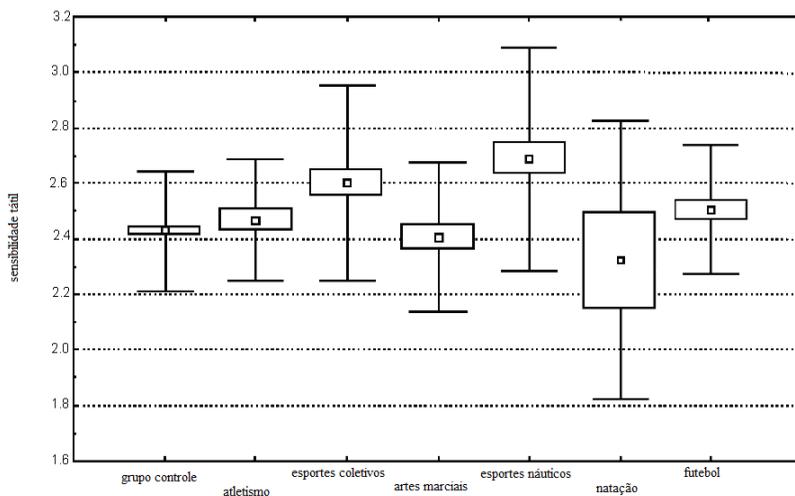


Figura 23: Limiar de sensibilidade de homens atletas de diferentes modalidades e do grupo controle (n = 346, 25 nadadores).

Fonte: adaptado de Kalugal e Rostkowska (2006, p. 158).

Com o mesmo método, alterando as regiões da mão para dois pontos, sendo na polpa do dedo mindinho e no metacarpo do lado da palma da mão, entre o tenar e hipotenar, Kalugal e Rostkowska (2008)

buscaram determinar o limiar da sensibilidade tátil em homens em modalidades dependendo de fatores como o uso de equipamentos (por exemplo, remos e bolas) ou o ambiente em que o treinamento e a competição acontecem. No total, 155 atletas envolvidos em esportes náuticos (canoagem e remo), esportes de equipe (voleibol basquetebol, handebol), artes marciais (judô, caratê, tae kon do) e natação (25 nadadores) participaram do estudo, além de um grupo controle de 120 homens não atletas. Os autores concluíram que os nadadores apresentaram maior sensibilidade palmar e que a modalidade, o meio e o uso de diferentes aparatos determina diferentes níveis de limiares de sensibilidade. Os autores também apontaram diferenças entre os dois pontos mensurados, como ilustrado na Figura 24.

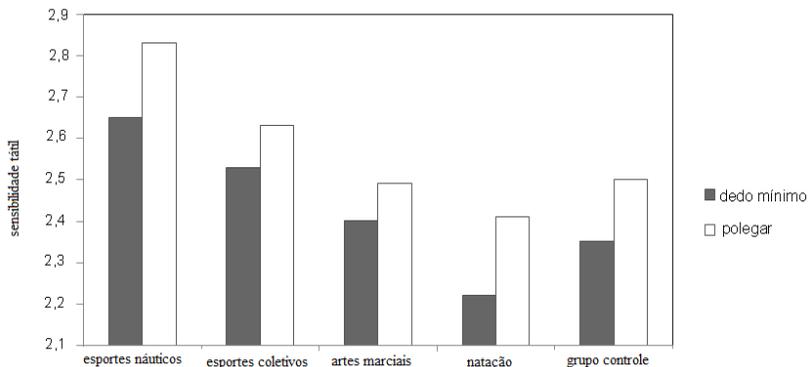


Figura 24: Limiar de sensibilidade de homens atletas de diferentes modalidades e do grupo controle (n = 275, 25 nadadores).

Fonte: adaptado de Kalugal e Rostkowska (2008, p. 8).

Pela destacada sensibilidade de nadadores, Kalugal *et al.* (2013) buscaram determinar as mudanças na sensibilidade palmar em duas modalidades esportivas que treinam em diferentes ambientes e como os diferentes estímulos poderiam afetar a superfície da pele. Para tal, a sensibilidade palmar foi mensurada em três pontos (a ponta do dedo indicador, na polpa do dedo mínimo e no metacarpo sobre o lado da palma da mão, entre tenar e hipotenar) através dos monofilamentos (Touch-Test™ Sensory Evaluator, Semmes-Weinstein Monofilaments). Participaram 36 jogadores de basquete e 32 nadadoras que tiveram a sensibilidade palmar mensurada em três instantes: antes do início do treinamento, após 10 minutos e após 30 minutos da prática. Um grupo controle de 32 mulheres também realizou a mensuração também em 3

instantes: Antes da imersão das mãos em água, após 10 minutos de imersão e após 30 minutos de imersão. Uma gradual diminuição da sensibilidade foi observada nos jogadores de basquete ao longo do treinamento, com diferenças significativas entre a avaliação inicial e após 30 minutos de treinamento na região da palma da mão. Já nas nadadoras e no grupo controle foi observado um gradual aumento, com a diminuição dos índices de sensibilidade, com diferenças significativas em todos os pontos mensurados, também entre a avaliação inicial e após 30 minutos de treinamento. Os autores destacaram que mudanças no limiar de sensibilidade ocorrem de acordo com os estímulos externos característicos de cada modalidade.

Apesar de poucos estudos, nota-se que há limiares de sensibilidade diferenciados de nadadores e estes apresentam uma maior variação, com fatores desconhecidos e que poderiam ser investigados, e que através da avaliação com monofilamentos é possível identificar diferenças.

## 2.4 POSSÍVEIS PARÂMETROS INFLUENCIADOS PELA SENSIBILIDADE PALMAR

Na busca por uma melhora significativa no desempenho dos nadadores, pesquisadores vêm desenvolvendo e aprimorando procedimentos para coleta e análise de variáveis relacionadas à técnica desenvolvida pelo nadador, que para Moré (2008), pode ser traduzida ao considerar-se parâmetros que analisem a cinemática e a cinética do nado. Sendo, segundo McGinnis (2002), a cinemática focada na descrição dos movimentos, enquanto a cinética relacionada às forças e seus efeitos.

Na análise da técnica na natação, a cinemática é comumente utilizada na obtenção de indicadores de eficiência do nado, como velocidade média, comprimento, e frequência de braçada e índice de nado, índices apontados como de grande utilidade como indicadores da eficiência propulsiva e da habilidade técnica (TOUSSAINT; BEEK, 1992). Com a cinética, observa-se a importância da força na aquisição de deslocamentos mais velozes, pela sua influência na otimização da velocidade e conseqüentemente do desempenho esportivo (MARINHO, 2002).

### 2.4.1 Indicadores de eficiência do nado

Na natação, o objetivo de um nadador é percorrer a distância completa de sua prova (de acordo com a regulamentação) no menor

tempo possível, podendo ser a prova dividida nos fundamentos de saída, nado (“nado puro”, “nado limpo”), virada e chegada. Para a análise do nado, um dos elementos da técnica verificado e estudado por treinadores e pesquisadores é os indicadores de eficiência de nado, descritos como a frequência de braçada (FB; definida pelo número de ciclos de braçada por minuto) e o comprimento de braçada (CB; definido pela distância percorrida pelo nadador em um ciclo de braçada) (HAY, 1985).

Na preparação do nadador é importante a determinação da FB e do CB, e uma combinação ideal destes, tornando as provas ritmadas e eficientes, mediante o aprendizado do controle e a manutenção dessa combinação durante praticamente toda a distância da prova. De igual forma, buscando-se a combinação ideal entre FB e CB, análises são feitas através de filmagens de competições de natação, como Jogos Olímpicos e Campeonatos Mundiais, fornecendo detalhes a respeito do desempenho (CRAIG *et al.*, 1985; HALJAND, 1998; ARELLANO *et al.*, 2003; POLLI *et al.*, 2009).

Como resposta a este questionamento, autores apontam para o fato de que nadadores mais talentosos possuem um maior CB em contraste aos menos habilidosos. Touissaint e Beek (1992) concluíram que a CB fornece uma indicação da eficiência propulsiva, podendo ser utilizado para avaliar evoluções na técnica de nado. Indicação já apontada por Craig e Pendergast (1979), sugerindo que o desempenho poderia ser melhorado pela prática de lentas FB com intuito de obter maiores CB. E de igual importância, como destacado por Franken *et al.* (2008), para nadadores que não sejam de alto nível competitivo (recreacionais), para os quais CB parece ser um componente importante em relação à avaliação do desempenho na natação.

Ainda dependendo de como são coordenados, Alberty *et al.* (2009) presumem que a FB e o CB interferem na velocidade de nado ( $v_m$ ; velocidade média; calculada diretamente da relação entre distância pelo tempo ou pelo produto de CB e FB) pela geração de impulsos propulsivos e resistivos das braçadas. Alguns estudos destacam CB como o principal influenciador da  $v_m$ , como destacado por Craig *et al.* (1985), em que melhoras na  $v_m$  ocorreram pelo incremento de CB na maioria das provas. Castro (2002), comparando nadadores velocistas, fundistas e triatletas, verificou maior  $v_m$  nos nadadores velocistas devido a maiores CB.

Na relação entre CB e FB, a literatura afirma que um aumento no CB com decréscimo ou a manutenção da FB representam uma maior eficiência propulsiva, acarretando, assim, um aumento da  $v_m$  tendo um menor gasto na energia requerida para o nado (HAY; GUIMARÃES,

1983; CAPUTO *et al.*, 2000; GATTI; ERICHSEN; MELO, 2004; CAMARGO, 2005; CASTRO *et al.*, 2005; PEREZ *et al.*, 2011). Uma maior FB acarretaria no decréscimo no CB, aumentando a demanda fisiológica requerida para o nado (MAGLISCHO, 2003), refletindo uma diminuição no desempenho (FARAH *et al.*, 2010).

A ligação existente entre CB e  $v_m$  conduziu, segundo Caputo *et al.* (2000), à procura de procedimentos e indicadores simplificados, significativamente correlacionados com o nível de adequação mecânica da técnica de nado, sendo um desses indicadores, o índice de nado (IN), sendo o produto entre a  $v_m$  de nado e a CB (COSTILL *et al.*, 1985). Este índice tem grande utilidade para medir a habilidade técnica do nadador e apresenta a vantagem de neutralizar o efeito da velocidade. Assume-se que, quanto mais elevado for o IN, mais adequada, mecanicamente, será a técnica utilizada, e o nadador que apresentar para uma mesma  $v_m$  de deslocamento uma maior CB e, conseqüentemente, menor FB, será mais eficiente (CAPUTO *et al.*, 2000). Costill *et al.* (1985) ainda sugerem seu uso como indicador da economia de nado, na medida em que este assume que, para uma determinada velocidade, o nadador que se movimenta com um maior CB tem a técnica de nado mais eficaz, podendo ser utilizado em detrimento ou em complemento do CB. Ferreira *et al.* (2012) destacam associações significativas entre o desempenho em teste máximo de 200 m nado crawl e o IN.

Destacada importância dos indicadores de eficiência do nado, principalmente do CB, alguns fatores podem influenciar ou não seu desempenho. Alguns autores destacam a influência de características antropométricas como o comprimento dos segmentos de membros superiores e inferiores, que resultariam em maiores CB (PEREZ *et al.*, 2011), assim como a estatura (GRIMSTON; HAY, 1986; FERNANDES; BARBOSA; VILAS-BOAS, 2002; FRANKEN *et al.*, 2008) e a envergadura (TOUSSAINT, 1990; PELAYO *et al.*, 1997; FRANKEN *et al.*, 2008). Para Toussaint e Beek (1992), as características antropométricas interferem no arrasto encontrado por um nadador ao se deslocar no meio líquido, onde nadadores com maior estatura, podem apresentar menor valor de resistência de onda e conseguirem maiores CB. Franken *et al.* (2008) destacam que medidas lineares, como envergadura e estatura, podem ser fatores decisivos para maiores CB. Entretanto, possíveis influências das características antropométricas ainda são questionadas e estudadas (PEREZ *et al.*, 2011). Castro (2002) não encontrou correlações entre a envergadura e CB, concluindo que as diferenças de CB se deram mais ao aspecto técnico que ao aspecto antropométrico. O que corrobora com o citado

por Magalhães (2010), em que os valores antropométricos poderiam ser compensados por um maior nível técnico.

Um fator relacionado à técnica e também possível influenciador no CB poderia ser a maior sensibilidade palmar, como destacado anteriormente. Segundo Solovjova, Sproge e Volkova (2011), o nadador tem possibilidade de criar um caminho de maior resistência durante a braçada e assim torná-la mais eficiente, refletindo, de acordo com Wilke (1997), na melhor percepção espacial e temporal, regulando o CB e distância percorrida pela mão na fase submersa, aliada a regulação da tensão muscular em relação à pressão da água percebida nas mãos (pressão tátil) e também controlando indiretamente a FB. Guang *et al.* (2009) destacam que, em certa medida, o IN poderia refletir de forma externa e quantitativa a capacidade de sentir a água do nadador, ou seja, nadadores com melhores IN seriam aqueles com melhor sensibilidade. Entretanto, possíveis relações entre sensibilidade palmar e os indicadores de eficiência do nado ainda não foram determinadas.

#### **2.4.2 Análise da fase propulsiva da braçada**

As ações do nadador durante a braçada podem ser divididas em diferentes fases, como proposto por Chollet, Chaliés e Chatard (2000) para o nado Crawl, destacando quatro fases distintas:

- Fase A: Entrada e pegada/apoio da mão na água – consiste no tempo entre a entrada da mão na água e o início do movimento da mão para trás;
- Fase B: Puxada – consiste no tempo entre o início do movimento da mão para trás e a chegada da mão abaixo do plano vertical ao ombro;
- Fase C: Empurrada – consiste no tempo entre a posição da mão abaixo do plano vertical ao ombro e a liberação da mão;
- Fase D: Recuperação – consiste no tempo entre a liberação da mão da água e a próxima entrada da mão na água, sendo caracterizada pelo deslocamento do braço fora da água (exceto nado Peito, que ocorre dentro da água).

Dentre as fases, B e C são consideradas fases propulsivas, enquanto A e D são consideradas fases não propulsivas nos nados Crawl (CHOLLET; CHALIES; CHATARD, 2000), no nado Borboleta (CHOLLET *et al.*, 2004) e no nado Costas (CHOLLET; SEIFERT; CARTER, 2008). No nado Peito B é considerada fase propulsiva, enquanto A e D são consideradas fases não propulsivas, não ocorrendo a fase C (CHOLLET *et al.*, 2004).

O desempenho na natação é determinado em parte pelo nível de desenvolvimento das capacidades motoras do atleta e sua aplicabilidade nas fases propulsivas da braçada. A velocidade e a resistência para percorrer distâncias são consideradas as capacidades motoras mais relevantes no processo evolutivo do desempenho do nadador e estas estão intimamente vinculadas ao nível de desenvolvimento das capacidades de força (MARINHO, 2002). Neste sentido, o conhecimento dos níveis da força mediante sua mensuração, torna-se um recurso importante na busca por melhores resultados, já que esta medida pode auxiliar no processo de identificação de talentos, no diagnóstico de deficiências na função muscular, e principalmente no monitoramento da efetividade do treinamento (ALBERNETHY; WILSON; LOGAN, 1995). A relação entre força e velocidade de nado é apresentada por Havriluk (s/d), onde o incremento da força produzida pela mão do nadador resulta em maiores velocidades de nado, como ilustrado na Figura 25.

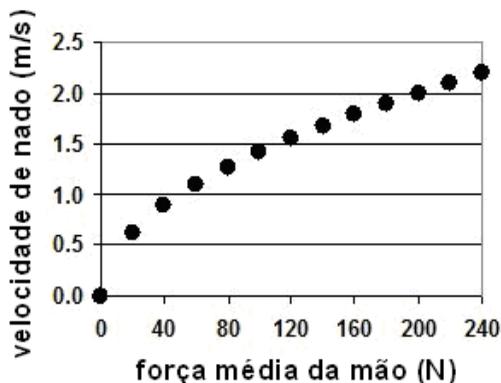


Figura 25: Aumento da velocidade de nado (*Swimming Velocity*) em função de maiores valores de força média na mão (*Average Hand Force*).

Fonte: adaptado de Havriluk (s/d)

Para a avaliação da força de nadadores, Marinho (2002) aponta meios gerais e específicos. O autor cita que os meios gerais ocorrem com procedimentos aplicados fora da água, com pouca similaridade com o que ocorre em competições, e os meios específicos ocorrem no ambiente aquático, com um maior grau de semelhança. Os principais meios relatados para mensuração da força na natação são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Meios gerais e específicos para mensuração da força na natação.

Meios gerais	Meios específicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Através de pesos livres e máquinas de musculação;</li> <li>- Aparelhos isocinéticos;</li> <li>- Banco biocinético de natação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MAD_system;</li> <li>- Nado completamente amarrado;</li> <li>- Nado parcialmente amarrado.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Marinho (2002).

A relação entre o resultado do teste de força e a velocidade de nado é sensivelmente afetada pelo método de avaliação. Estudos apontam que métodos fora da água não apresentam relações consistentes, enquanto que os estudos com meios específicos apresentam relações mais estreitas (SHARP; COSTILL, 1983). Assim, os meios específicos têm sido mais utilizados e aprimorados, com objetivo principal de determinar a força realizada pelo nadador na fase submersa da braçada, ou seja, a força propulsora.

Um instrumento dentre os meios específicos de avaliação da força propulsiva com nado parcialmente amarrado é o sistema Aquanex, no qual é possível monitorar a pressão exercida pelas mãos durante o nado (BERGER; HOLLANDER; GROOT, 1999; JUSTHAM *et al.*, 2008; JIMÉNEZ; ACEVEDO, 2009; HAVRILUK, 2011). O sistema é composto de dois sensores colocados entre as falanges dos dedos médios e anulares de ambas as mãos e estima a força pelo diferencial de pressão entre as superfícies palmar e dorsal (BECKER; HAVRILUK, 2010). Os sensores são ligados por um conversor A/D a um computador portátil, apresenta erro máximo de 2% e podendo coletar dados a uma frequência de até 100 Hz (STR, s/d). Havriluk (1988) descreve o sistema como válido e confiável ( $r = 0,915$ ).

Exemplos da aplicabilidade do sistema Aquanex são observados nos trabalhos de Soultanakis e Platanou (2006), avaliando o efeito de duas diferentes velocidades no tempo nas fases de propulsão e recuperação da braçada, além da força média aplicada; Becker e Havriluk (2006), com objetivo de determinar desequilíbrios musculares bilaterais e ântero-posteriores em nadadores; Becker e Havriluk (2010), comparando a diferença da força da braçada com duas diferentes

técnicas de braçada, variando o ângulo de ataque, no nado borboleta; Havriluk (2006) com a finalidade de comparar a magnitude do efeito de uma intervenção na instrução técnica (medido pelo coeficiente de arrasto) e no desempenho (descrito pela velocidade de nado); Havriluk (2010) determinando as contribuições relativas da força (força da mão) e da técnica (medida pelo coeficiente de arrasto) para o desempenho de nadadores de ambos os sexos; e Jefferies, Jefferies e Donohue (2012) utilizaram uma nova abordagem para acelerar o processo de aprendizagem, oferecendo ao nadador e treinador imagens de vídeo ao vivo e análise de dados de força simultaneamente.

Independente do sistema, os parâmetros biomecânicos comumente empregados na análise da força propulsora são o impulso (relação entre a força e o tempo de aplicação), a força média e/ou a força máxima, pois apresentam relação significativa com a velocidade de nado (ADAMS *et al.*, 1983; BARBOSA *et al.*, 2010; CASTRO *et al.*, 2010; MOROUÇO *et al.*, 2011). Estes parâmetros se relacionam com fatores como o sexo (ADAMS *et al.*, 1983), a FB (ADAMS *et al.*, 1983), o nível de qualificação do nadador (MARINHO, 2002) e a especialidade competitiva (ADAMS *et al.*, 1983; MOROUÇO *et al.*, 2011).

Sendo impulso dependente do tempo, um aumento no tempo durante a fase submersa poderia resultar no incremento desta variável. Na produção da força propulsora, a mão acelera certa quantidade de água para trás por um determinado tempo e uma maior sensibilidade palmar, como destacado anteriormente, pode resultar em um maior tempo de aplicação de forças propulsoras, tendo o nadador, segundo Solovjova, Sproge e Volkova (2011), a possibilidade de criar um caminho de maior resistência durante a braçada. De igual forma, com uma maior sensibilidade alguns pontos da técnica do nado são aprimorados, tendo como resultado maior precisão do movimento e, conforme Ito e Okuno (2003), isto aumentaria a capacidade de gerar um maior impulso. Assim, além dos fatores citados anteriormente, a sensibilidade palmar também poderia influenciar os parâmetros biomecânicos analisados da força propulsora.



### **3. MATERIAIS E MÉTODO**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Este estudo, quanto a sua natureza, caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, a qual, de acordo com Thomas e Nelson (2001), tende a remeter a problemas imediatos, oferecendo assim, resultados de valor imediato, utilizando os chamados ambientes do mundo real, ou seja, utilizando os sujeitos e tendo controle limitado sobre o ambiente da pesquisa.

Em relação à abordagem do problema, o estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa. Conforme Gil (2002), a abordagem quantitativa, atua em níveis de realidade e tem como objetivo trazer a luz dados, indicadores e tendências observáveis.

Quanto aos objetivos e aos procedimentos técnicos, classifica-se como descritiva, pois tem como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2002).

#### **3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

O delineamento da pesquisa se iniciou com estudo da sensibilidade palmar e da cinestesia/propriocepção de nadadores de diferentes níveis (Fase 1). Identificados os diferentes níveis, os nadadores foram avaliados através dos indicadores de eficiência do nado em competição (Fase 2) e os resultados relacionados aos dados obtidos na Fase 1. Ainda a partir dos dados obtidos na Fase 1, foram selecionados dois grupos, com maior e menor sensibilidade para serem avaliados e comparados quanto ao desempenho da fase propulsiva da braçada (Fase 3). O delineamento é ilustrado na Figura 26.

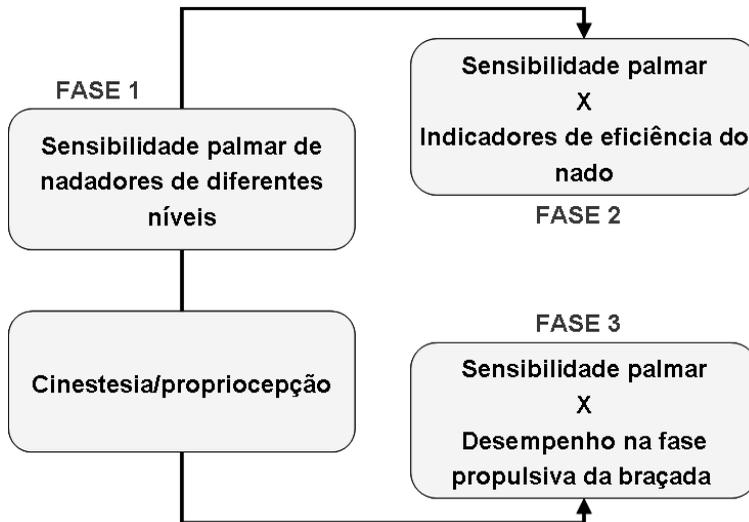


Figura 26: Delineamento da pesquisa.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos/CEPSH da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, sendo aprovado sob o parecer 333.325, CAAE referência 14761213.2.0000.0121 em 16 de julho de 2013 (ANEXO 1).

### 3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Participaram nadadores vinculados à FASC (Federação Aquática de Santa Catarina) de diversas categorias, com prática e treinamento da modalidade a pelo menos 1 ano, que participem de campeonatos e com as características necessárias de acordo com cada fase da pesquisa.

Na Fase 1 participaram 109 nadadores de diversos níveis técnicos, de ambos os sexos, escolhidos de forma não aleatória intencional, que aceitaram fazer parte do estudo, buscando-se atingir uma amostra representativa dentro de cada nível técnico. Destes, quatro sujeitos foram excluídos por apresentarem sensibilidade abaixo da considerada normal, sendo dois por apresentarem lesão nos membros superiores, um por estar retornando de procedimento cirúrgico e um por ter realizado recentemente tratamento medicamentoso com corticoides,

totalizando 105 participantes, sendo 73 do sexo masculino e 32 do sexo feminino, tendo como especialidade as provas e metragens destacadas na tabela 1.

Tabela 1: Especialidade de nado e prova dos participantes.

Nado/prova	50 m	100 m	200 m	400 m	800 m	1500 m	Total
Livre/Crawl	24	15	8	8	--	3	56
Costas	1	8	3	--	--	--	12
Peito	1	13	3	--	--	--	18
Borboleta	2	5	3	--	--	--	11
Medley	--	--	4	4	--	--	8
Total	28	41	21	12	--	3	105

Os níveis técnicos dos participantes foram determinados por extratos a partir do *International Point Score* (IPS). O IPS é reconhecido pela FINA (*Fédération Internationale Natation Amateur*) e utilizado como instrumento para verificar o nível dos sujeitos a partir da média dos oito melhores tempos da história em uma dada prova, sendo esta média equivalente a 1000 pontos. O resultado individual é determinado a partir desta referência, como por exemplo, citado por Pyne, Lee e Swanwick (2001), os nadadores com nível internacional possuem um IPS em torno de 900 pontos.

A partir da análise dos resultados obtidos pelos participantes foram determinados três grupos e assim definidos: Superiores (n= 17; 16%), com IPS maior ou igual que 800, representando os campeões estaduais absolutos e convocados/participantes de campeonatos nacionais; Medianos (n= 43; 41%), com IPS entre 799 e 622, representando campeões estaduais e finalistas em suas respectivas categorias; e Inferiores (n= 45; 43%), participantes com IPS menor que 622.

Na Fase 2 foram analisados 29 nadadores do sexo masculino participantes da Fase 1, inscritos na prova 100 m do nado Livre e classificados como Medianos. Optou-se por esta prova por apresentar o maior número de participantes em um mesmo extrato de nível técnico, possibilitando a formação de

uma amostra representativa para posterior análise. Os 29 nadadores analisados apresentaram em média de 2,48 no índice de sensibilidade palmar e para a formação de 2 grupos heterogêneos quanto à sensibilidade, oito nadadores com valores próximos a média do grupo foram excluídos, resultados em dois grupos: Melhor sensibilidade (apresentando menores índices na avaliação da sensibilidade palmar) com 11 sujeitos e; Pior sensibilidade (apresentando maiores índices na avaliação da sensibilidade palmar) com 10 sujeitos.

Na Fase 3 foram selecionados intencionalmente 36 nadadores. Para comparação dos nadadores com Melhor sensibilidade e Pior sensibilidade, optou-se pela formação de pares, nos quais os sujeitos apresentassem diferença no índice de sensibilidade palmar e equivalência quanto: ao nível técnico; idade; sexo; tempo de treinamento; tipo de nado e prova principal; número de sessões e metragem semanal; e número de sessões com execução de exercícios de propriocepção. Buscou-se também a formação de pares com sujeitos de um mesmo clube/associação para que características do treinamento fossem ainda mais próximas. Assim, foram formados nove pares (18 sujeitos, 7 pares do sexo masculino e 2 pares do sexo feminino), representando dois grupos de Melhor sensibilidade e Pior sensibilidade avaliados quanto ao desempenho na fase propulsiva da braçada.

## 3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

### 3.4.1 Sensibilidade palmar

Para avaliar a sensibilidade tátil da superfície palmar foi utilizado o conjunto com 20 monofilamentos Semmes-Weinstein (*North Coast Inc.* ®) e a ficha de anotações adaptada a partir do modelo proposto pelo fabricante (APÊNDICE 1).

### 3.4.2 Cinestesia/propriocepção

Para avaliação da cinestesia/propriocepção do nadador foi utilizado o questionário proposto por Shimojo *et al.* (2012) adaptado (APÊNDICE 2) e apresentado juntamente à ficha de identificação desenvolvida (APÊNDICE 3), com identificação de itens como: nome completo, data de nascimento, idade de início da prática e do treinamento de natação, características antropométricas, lateralidade manual, preferências dentre os

estilos de nado, principal prova, melhor tempo e prova, melhor tempo em 50 m nado livre, frequência e metragem semanal de treino, se realiza exercícios específicos de propriocepção e em quantas sessões e histórico de lesões em membros superiores. As características antropométricas foram determinadas utilizando balança com resolução de 0,1 kg; estadiômetro com resolução de 0,01 m e trena com resolução de 0,01 m.

### **3.4.3 Indicadores de eficiência do nado**

As variáveis  $V_m$ , FB, CB, CBn e IN, nos dois trechos de prova, foram verificadas e/ou determinadas a partir das imagens de vídeo adquiridas, sendo utilizada uma câmera filmadora do tipo MiniDV, com frequência de aquisição de 60 Hz, posicionada à 25 m da borda de partida, a uma altura de 15 m e perpendicular ao evento. A câmera foi apoiada em um suporte de fixação vertical (tripé) e posicionada acima das arquibancadas, de forma a possibilitar a filmagem de todos os nadadores simultaneamente. Para a calibração do ambiente, foram utilizadas como referência as marcações nas distâncias de 15 m a partir de ambos os lados da piscina (FIGURA 27).

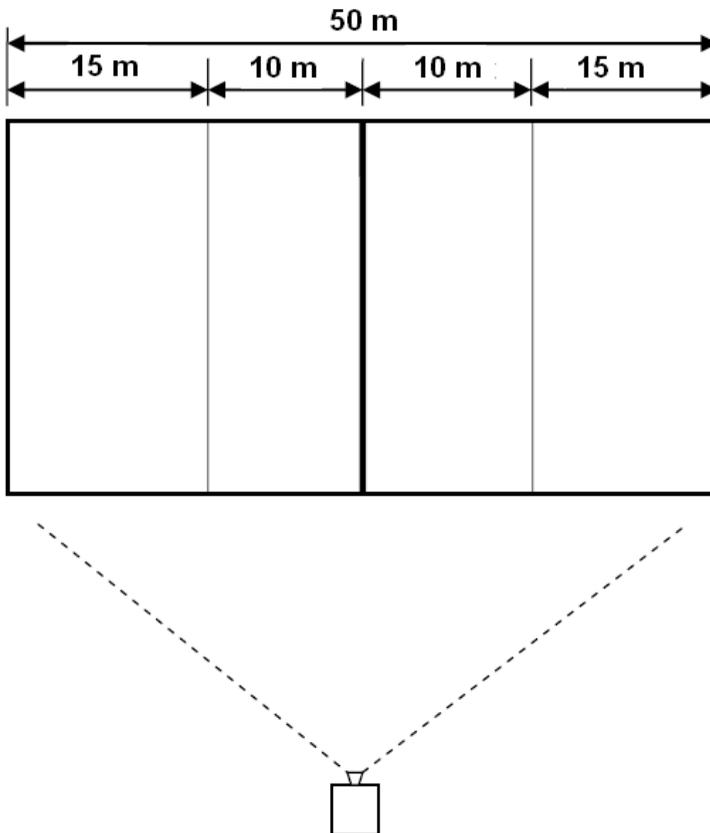


Figura 27: Ilustração do posicionamento da câmera.

#### 3.4.4 indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada

Para determinar as variáveis  $F_{\max}$ ,  $F_{\text{med}}$ ,  $t$  e  $I$  Para mensuração da força foi utilizado o sistema Aquanex, no qual é possível monitorar a pressão exercida pelas mãos durante o nado (FIGURA 28, à direita). O sistema é composto de dois sensores colocados entre as falanges dos dedos médios e anulares de ambas as mãos (FIGURA 28, à esquerda) e estima a força pelo diferencial de pressão entre as superfícies palmar e dorsal. Os sensores são ligados por um conversor A/D a um computador portátil, apresenta erro máximo de 2% (STR, s/d) e será utilizada uma frequência de aquisição de 100 Hz.

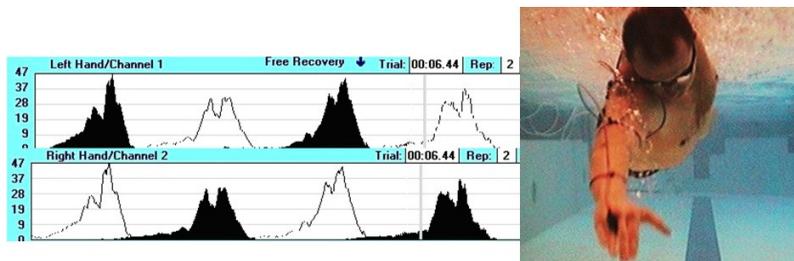


Figura 28: Exemplos de curvas obtidas pelo sistema Aquanex (à esquerda) e do posicionamento dos sensores entre os dedos (à direita).

### 3.5 COLETA DE DADOS

Para a Fase 1, a coleta de dados de sensibilidade palmar, da cinestesia/propriocepção e das características antropométricas ocorreu nas três semanas anteriores aos Campeonato Catarinense Absoluto de Natação e Campeonato Estadual de Categorias, com visitas aos clubes. Esperava-se assim, que todos os indivíduos estivessem em uma mesma fase dentro da periodização do treinamento, fato confirmado após questionar os técnicos. Também foi solicitada às instituições uma sala com ambiente calmo e silencioso para a avaliação.

A Fase 2 foi executada durante os campeonatos anteriormente citados, que ocorreram nos meses de abril e junho de 2013, em piscina de 50 m do Complexo Aquático da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Para a Fase 3 os atletas selecionados foram convidados a vir ao mesmo Complexo Aquático para a realização do teste com o sistema Aquanex, sendo utilizados 30 min de teste para cada sujeito.

### 3.6 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Nas avaliações da Fase 1, inicialmente os nadadores, individualmente, foram esclarecidos quanto ao objetivo da avaliação palmar e da cinestesia/propriocepção. Após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, preencherem a ficha de identificação e responderem ao questionário de importância atribuída, ocorreu a avaliação da sensibilidade palmar, com o sujeito sentado em uma cadeira e com olhos fechados, com a mão repousando sobre um travesseiro em posição supinada. Foram mensuradas a ponta do dedo indicador, a região tenar, a ponta do dedo mínimo e a região hipotenar, com ordem aleatória por sorteio. O teste iniciou com o filamento 07

(índice 3,84), sendo um valor acima do considerado normal para a sensibilidade palmar, tendo evolução através do algoritmo modificado 4, 2, 1 proposto por Dyck *et al.* (1993), com a proporção proposta por Gin *et al.* (2002). O indivíduo foi instruído a responder somente “sim” ou “não” após ser questionado sobre a estimulação. Um único avaliador realizou este procedimento. Para evitar o efeito agudo do treinamento na água sobre a sensibilidade palmar descrito por Kalugal *et al.* (2013), a mensuração ocorria sempre anteriormente ao primeiro treino na água do dia.

Na sequência foram mensuradas as características antropométricas, seguindo o proposto por Castro *et al.* (2010), sendo a massa corporal mensurada com o nadador trajando apenas sunga/maio de natação, o qual permaneceu em pé, com um mínimo de oscilações corporais, de frente para o avaliador sobre a balança; a estatura obtida com o nadador em pé e de costas para a parede na qual estava posicionado o estadiômetro; e a envergadura determinada pela máxima distância entre as extremidades das mãos (terceiro dedo), com o participante na posição de decúbito dorsal no solo, sobre um colchonete de 0,03 m de espessura, com ombros abduzidos a 90° e cotovelos, punhos e dedos em extensão sobre o solo.

Para a Fase 2, após a concordância da FASC (ANEXO 2), foram filmadas as provas integrantes dos campeonatos.

Para a Fase 3 os nadadores se apresentaram no dia e hora marcados, trajando roupas apropriadas para a prática. Após um aquecimento de 10 min nadando com variações de estilo, foram posicionados os sensores de força/pressão junto ao corpo do nadador e respeitado um período de familiarização com o equipamento. Após a fase preparatória, cada sujeito realizou três repetições de 15 m nadando *crawl* em máxima velocidade, seguindo o protocolo estabelecido pelo sistema (STR, s/d). A partida aconteceu de dentro da água, evitando influências da saída e também não ocorreram viradas. Um intervalo cinco minutos foi respeitado entre cada repetição, sendo a coleta realizada em uma piscina aquecida ( $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) com 50 m de comprimento.

### 3.7 TRATAMENTO DOS DADOS

Os níveis de sensibilidade palmar foram determinados através das equivalências entre os índices observados (índice do monofilamento) e a tabela de referência (limiares de sensibilidade cutânea estabelecido no kit de monofilamentos), sendo a média dos oito pontos mensurados

(quatro da mão esquerda e quatro da mão direita) considerada como resultado final da sensibilidade palmar (sensibilidade palmar média).

Os indicadores de eficiência do nado foram verificados a partir da análise dos vídeos no software Dartfish®. Inicialmente foram traçadas linhas virtuais entre os pontos de calibração a 15 m e os pontos a 35 m de cada lado da piscina (65 m e 85 m no caso da segunda metade da prova), sendo verificados os intervalos de tempo entre as marcas para determinar  $v_{m1}$  e  $v_{m2}$  (destacado na equação 4), e o intervalo de tempo entre quatro ciclos de braçada para determinar  $FB_1$  e  $FB_2$  (equação 5). A partir destes, em uma planilha eletrônica foram determinados  $CB_1$  e  $CB_2$  (equação 6),  $CBn_1$  e  $CBn_2$  (equação 7) e  $IN_1$  e  $IN_2$  (equação 8). Um único avaliador realizou este procedimento.

$$v_m = d / t_{20m} \text{ (equação 4);}$$

$$FB = 4 * 60 / t_{4ciclos} \text{ (equação 5);}$$

$$CB = v_m / FB * 60 \text{ (equação 6);}$$

$$CBn = CB / (2 * env) \text{ (equação 7);}$$

$$IN = v_m * CB \text{ (equação 8).}$$

Onde:  $v_m$  é a velocidade média em 20 m;  $d$  é a distância (20 m);  $t_{20m}$  é o tempo para percorrer 20 m;  $FB$  é a frequência de braçadas;  $t_{4ciclos}$  é o tempo para execução de quatro ciclos de braçada;  $CB$  é o comprimento de braçada;  $CBn$  é o comprimento de braçada normalizado;  $env$  é a envergadura;  $IN$  é o índice de nado.

Para análise do desempenho da fase propulsiva da braçada, a partir dos dados originais adquirido pelo sistema Aquanex e transferidos para uma planilha eletrônica, foi conduzida uma rotina em ambiente Matlab (Mathworks Inc., Novi, MI, USA) (APÊNDICE 4). Inicialmente os valores de força mensurados foram suavizados por um filtro digital Butterworth passa-baixa de 3ª ordem com frequência de corte de 10 Hz. As curvas de força suavizadas de cada braço foram plotadas separadamente e realizada a seleção manual de seis ciclos de braçada centrais, não estando dentre estes os dois primeiros e últimos ciclos de braçada, buscando eliminar possíveis influências e/ou interferências das fases de aceleração e frenagem do movimento, e então determinadas as

variáveis. Ao final se obteve a média para cada variável a partir de 18 ciclos de braçada por nadador. Um único avaliador realizou este procedimento.

### 3.8 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva (média, e desvio-padrão, mínimo e máximo) e quando necessária, a normalidade dos dados e dos resíduos foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk.

Para relacionar o nível de sensibilidade palmar com o nível técnico e o nível de sensibilidade palmar com a importância atribuída a cinestesia/propriocepção ao meio líquido foi determinado o coeficiente de Correlação de Spearman, representado pela letra grega  $\rho$  (rho).

Para comparar os níveis de sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis técnicos e a importância atribuída a cinestesia/propriocepção ao meio líquido pelos nadadores de diferentes níveis técnico foi utilizada a Análise de Variância ou o teste de *Kruskal-Wallis* como equivalente não-paramétrico. Para verificações pós-teste, quando necessárias, foi realizado o teste de Tukey (diferença da honestidade significativa de Tukey – DHS) quando assumida a normalidade, ou os grupos foram comparados aos pares pelo teste *U* de *Mann-Whitney* quando não apresentaram uma distribuição normal.

Para comparar os indicadores de eficiência do nado de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar foi utilizado o teste *t* para amostras independentes ou o teste *U* de *Mann-Whitney* como equivalente não-paramétrico.

Para comparar os indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar foi utilizado o teste *t* para amostras pareadas ou o teste dos sinais em postos de Wilcoxon pareado como equivalente não-paramétrico. Também foi utilizada esta opção na comparação entre a sensibilidade palmar das mãos dominante e não dominante, que apesar de não estar dentro dos objetivos proposto, auxiliou na discussão dos resultados.

Em suma, o tratamento estatístico utilizado em função do objetivo proposto é apresentado no quadro 4.

Quadro 4: Objetivos propostos e testes estatísticos utilizados.

Objetivo	Tratamento estatístico
Relacionar sensibilidade palmar e nível técnico	Correlação de Spearman $\rho$ (rho)
Comparar sensibilidade palmar / importância atribuída dos diferentes níveis	Análise de Variância (Tukey) ou <i>Kruskal-Wallis (U de Mann-Whitney)</i>
Comparar os indicadores de eficiência do nado	Teste t para amostra independentes ou teste <i>U de Mann-Whitney</i>
Comparar os indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada	Teste t para amostras pareadas ou teste dos sinais em postos de Wilcoxon pareado

Para a realização dos procedimentos estatísticos foi utilizada uma planilha eletrônica e o pacote estatístico *SPSS for Windows 13.0*, sendo adotado um nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados e discutidos conforme os objetivos do estudo, sendo inicialmente identificada a sensibilidade palmar e relacionada com o nível técnico dos nadadores. Juntamente são comparados os níveis de sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis, com apontamento de possíveis fatores de interferência da sensibilidade palmar. Em seguida é destaca a importância atribuída a cinestesia/propriocepção ao meio líquido.

Destacados diferentes níveis de sensibilidade palmar, foram identificados e comparados os indicadores de eficiência do nado e os indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada, de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar.

### 4.1 SENSIBILIDADE PALMAR

Inicialmente foram identificados a sensibilidade palmar e o nível técnico, sendo os valores médios observados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Média, desvio padrão, mínimo e máximo da sensibilidade palmar e IPS verificados (n=105).

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Sensibilidade palmar	<b>2,53</b>	0,17	2,09	2,98
IPS	<b>643</b>	133	392	907

A sensibilidade palmar média foi superior ao verificado por Kalugal e Rostkowska (2006), tendo 32 nadadoras apresentando média próxima a 2,0 (1,65 a 2,44) e 25 nadadores média próxima a 2,4 (1,8 a 2,83), quando mensurado somente o dedo indicador. Valores inferiores também foram verificados por Kalugal e Rostkowska (2008) em 25 nadadores, com média de 2,2 para o dedo mínimo e 2,4 para o polegar. Esta diferença pode ser explicada pela inclusão da mensuração das regiões tenar e hipotenar, representando a sensibilidade da palma da mão. Ao se verificar somente a sensibilidade média dos dedos no presente estudo, observou-se uma média de  $2,43 \pm 0,17$  (1,83 a 2,93), valores próximos aos estudos citados, enquanto na palma das mãos a

média verificada foi de  $2,64 \pm 0,20$  (2,18 a 3,12). Johansson e Vallbo (1979) citam que as pontas dos dedos são caracterizadas por uma elevada densidade de receptores tácteis (241 unidades por  $\text{cm}^2$ ), enquanto as palmas apresentam somente 58 unidades por  $\text{cm}^2$ . Esta diferença entre dedos e palma das mãos pode justificar a inserção da mensuração da palma para composição de uma média final, pelo importante papel da palma da mão na execução da braçada (MINETTI; MACHTSIRAS; MASTERS, 2009; MARINHO *et al.*, 2010). A importância da mensuração da sensibilidade da palma já foi verificada no trabalho de Kalugal *et al.* (2013), com a mensuração de um terceiro ponto, na palma da mão, entre tenar e hipotenar.

Acrescenta-se também o fato de ter sido mensurada a sensibilidade palmar em ambas as mãos, diferentemente dos estudos de Kalugal e Rostkowska (2006; 2008), com a mensuração somente na mão dominante. No presente estudo observou-se uma média de  $2,52 \pm 0,18$  (2,01 a 3,03) para a mão dominante e de  $2,55 \pm 0,18$  (2,01 a 3,03) para a mão não dominante. A não diferença entre as médias ( $p > 0,05$ ; teste t para amostras pareadas) poderia justificar a utilização de somente uma das mãos para futuras avaliações, mas observar possíveis diferenças e se estariam associadas a assimetrias poderia ser algo importante a se analisar.

Na sequência, com objetivo de relacionar o nível de sensibilidade palmar com o nível técnico, apresenta-se a correlação entre as variáveis, ilustrada na Figura 29.

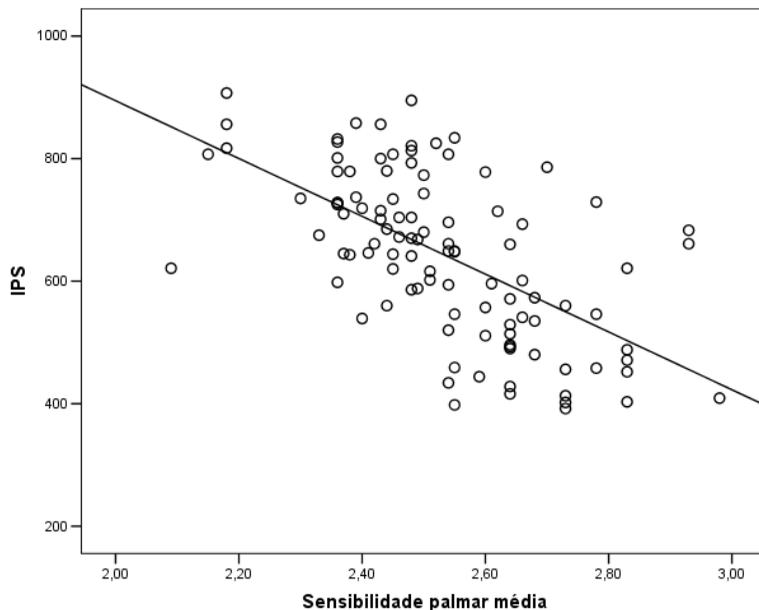


Figura 29: Gráfico de dispersão entre a sensibilidade palmar média e o IPS.

Foi observada uma correlação negativa ( $\rho = -0,626$ ;  $p = 0,000$ ), onde maiores IPS resultam em menores índices de sensibilidade palmar rejeitando a primeira hipótese nula, ou seja, aceitando a primeira hipótese alternativa, a qual confirma que nadadores com maior nível técnico apresentam maior sensibilidade palmar média, aceitando-se a primeira hipótese.

A partir do objetivo de identificar e comparar os níveis de sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis técnicos, e da análise dos resultados obtidos pelos participantes, foram determinados os grupos: Superiores ( $n = 17$ ; 16%); Medianos ( $n = 43$ ; 41%); e Inferiores ( $n = 45$ ; 43%). Os resultados verificados para cada grupo são apresentados na Tabela 3 e a distribuição destes ilustrada na Figura 30.

Tabela 3: Sensibilidade palmar e IPS verificados nos diferentes grupos.

	Superiores (n=17)	Medianos (n=43)	Inferiores (n=45)
Sensibilidade palmar *	<b>2,38</b> ± 0,13 (2,15 – 2,55)	<b>2,49</b> ± 0,14 (2,30 – 2,93)	<b>2,63</b> ± 0,15 (2,09 – 2,98)
IPS *	<b>833</b> ± 32 (800 – 907)	<b>703</b> ± 46 (641 – 793)	<b>514</b> ± 72 (392 – 621)

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). \*  $p < 0,05$  teste de *Kruskal-Wallis*.

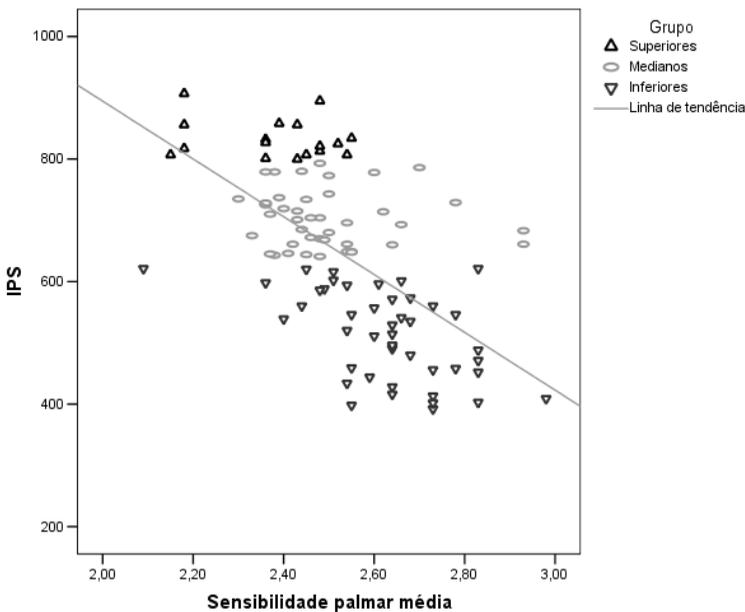


Figura 30: Gráfico de dispersão entre a sensibilidade palmar média e o IPS dos diferentes grupos.

Como esperado, houve diferença significativa entre o IPS dos diferentes grupos. Também houve diferença para a sensibilidade palmar média, aceitando-se a segunda hipótese alternativa, a qual confirma a existência de diferença nos níveis de sensibilidade palmar entre

nadadores de diferentes níveis técnicos. Na Tabela 4 são destacadas entre quais grupos as diferenças ocorreram.

Tabela 4: “p” valor para as comparações entre grupo da sensibilidade palmar e do IPS.

	Superiores X Medianos	Superiores X Inferiores	Medianos X Inferiores
Sensibilidade palmar	0,038*	0,000*	0,000*
IPS	0,000*	0,000*	0,000*

\*  $p < 0,05$  teste *U* de *Mann-Whitney*.

As diferenças foram significativas entre todos os grupos, em menor expressão entre superiores e medianos, corroborando com a ideia que nadadores de melhor nível técnico tendem a apresentar maior sensibilidade palmar.

Para Kalugal e Rostkowska (2008) o nadador recebe estímulos do ambiente aquático através de seus receptores táteis, e isto afeta os movimentos de propulsão. A maior sensibilidade palmar encontrada nos melhores nadadores pode influenciar na técnica do movimento, em especial das ações da mão, descrita por Makarenko (2001), como principal elemento propulsor, precursor das ações da braçada como um todo e criador de um apoio permanente para a geração de forças propulsivas.

Esta maior capacidade de sentir a água, capacidade considerada importante para nadadores de elite (WILKE, 1997; GANG, 2009; BURZYCKA-WILK, 2011), pode resultar aos nadadores de melhor nível técnico, segundo Fugita (2003), numa maior sensação de deslocamento eficiente, sabendo qual angulação a mão consegue maior apoio na água e reconhece a posição da mão em relação ao cotovelo na entrada da braçada. Para Toussaint *et al.* (2000), possibilitaria ao nadador uma mudança constante da direção dos movimentos das mãos, que de acordo com Ito e Okuno (2003), resulta na maior precisão dos movimentos e consequentemente na capacidade de gerar maior impulso.

Pelo aprimoramento da capacidade de sentir a água, pode-se supor que ocorra o descrito por Colazo (2001), do aumento da acuidade perceptiva dos analisadores tátil e cinestésicos, que estimularia de maneira que o nadador possa interpretar as informações sensoriais que

Ihe são apresentadas e permita um maior ajuste motriz nos diferentes instantes de nado. Estes ajustes motrizes na mecânica do nado, conforme Solovjova, Sproge e Volkova (2011) possibilitam ao nadador criar um caminho de maior resistência durante a braçada e assim torná-la mais eficiente.

Estas afirmações vão ao encontro do descrito por Starosta, Rostkowska e Kokoszko (2003), em que um elevado nível de sensibilidade para a água está relacionado com uma posição ótima da mão durante a fase propulsora, ou seja, uma técnica aprimorada. Solovjova, Sproge e Volkova (2011) relataram que seria aprimorada a capacidade de sentir a água e, então, de apoio, resultando no aumento da eficiência do movimento e velocidade de deslocamento, fato comprovado por Hong (1998), em que o treinamento intensivo do sentir água resultou na melhora da técnica dos nadadores.

Para se obter uma determinada força propulsiva, Arellano (1992) cita que o nadador tem infinitas possibilidades de ajustes da mão, entre variações dos ângulos de ataque e orientação, e que depende da capacidade do nadador em mover a mão a uma determinada velocidade. O autor, assim como Toussaint *et al.* (2000), cita que bons nadadores ajustam continuamente suas mãos, de maneira que aperfeiçoa a relação entre os vetores de arrasto e sustentação, podendo ser isto uma tarefa difícil para nadadores médios, pela falta de percepção da força atuando sobre a mão. Arellano, Pardillo e Gavilan (2002) descrevem a diferença entre os nadadores eficientes e menos eficientes do ponto de vista dos padrões gerados de vórtices.

Pela teoria de sustentação por vórtices, Arellano, Terrés-Nicoli e Redondo (2006) citam que para o nadador, mesmo com grandes ângulos de ataque (o que levaria a uma perda considerável da sustentação), o rápido escoamento que gera uma zona de pressão muito baixa no dorso da mão, aumenta a força de sustentação. Com isto, as constantes ações da mão, segundo Matsuuchi *et al.* (2009), são responsáveis pela criação de pares de vórtices e pela geração de impulsos durante a troca de fases, ou seja, o impulso é gerado na fase de transição, de mudança de direção da mão. Os autores também citam a mudança de direção como fundamental para a natação de alta velocidade, devendo nadadores e seus treinadores dedicar muita atenção à geração de força em fases de transição, utilizando a ação da mão incorporada às mudanças de direção, buscando o fluxo instável e o desprendimento de vórtices como base da geração a força propulsiva.

Constatada a relação entre sensibilidade palmar e a existência de diferenças quando dos nadadores separados em grupo pelo nível técnico,

buscou-se identificar e comparar fatores de interferência na sensibilidade palmar. Inicialmente foram verificadas diferenças quando a idade, tempo de prática e de treinamento da natação, número de sessões na semana e metragem diária. Quando questionados quanto à realização de exercícios de propriocepção, todos os nadadores relataram executar em seus treinos, sendo a quantidade de sessões apresentada junto aos demais itens na Tabela 5.

Tabela 5: Dados gerais verificados em função do grupo.

	Superiores (n=17)	Medianos (n=43)	Inferiores (n=45)
Idade* (anos)	<b>18,8</b> ± 2,8 (15,0 – 24,0)	<b>18,0</b> ± 3,8 (14,0 – 30,0)	<b>15,5</b> ± 3,8 (13,0 – 28,0)
Tempo de prática (anos)	<b>10,8</b> ± 4,7 (4,0 – 21,0)	<b>11,3</b> ± 5,1 (3,0 – 24,0)	<b>9,4</b> ± 4,6 (2,0 – 23,0)
Tempo de treinamento* (anos)	<b>7,6</b> ± 3,6 (3,0 – 14,0)	<b>7,2</b> ± 3,8 (2,0 – 17,0)	<b>4,1</b> ± 2,7 (2,0 – 12,0)
Sessões por semana*	<b>8</b> ± 2 (5 – 10)	<b>6</b> ± 1 (4 – 11)	<b>6</b> ± 1 (4 – 10)
Metragem média diária* (m)	<b>4941</b> ± 768 (4000 – 6000)	<b>4826</b> ± 680 (3500 – 6000)	<b>4256</b> ± 743 (3000 – 6000)
Sessões com exercícios de propriocepção*	<b>6</b> ± 2 (3 – 10)	<b>4</b> ± 2 (3 – 8)	<b>4</b> ± 2 (2 – 8)

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). \* p< 0,05  
Análise de Variância.

Houve diferenças significativas entre a idade, tempo de treinamento, sessões por semana, metragem diária e sessões com exercícios de propriocepção, sendo verificadas onde ocorreram estas diferenças e apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Comparação dos dados gerais entre grupos.

	Superiores X Medianos	Superiores X Inferiores	Medianos X Inferiores
Idade	0,751	0,007*	0,006*
Tempo de prática	0,927	0,603	0,180
Tempo de treinamento	0,917	0,001*	0,000*
Sessões por semana	0,000*	0,000*	0,279
Metragem média por sessão	0,842	0,003*	0,001*
Sessões com exercícios de propriocepção	0,002*	0,000*	0,181

\*  $p < 0,05$  pós-teste de Tukey.

Os nadadores dos grupos Superiores e Medianos se diferiram do grupo Inferiores quanto à idade, ao tempo de treinamento e metragem diária. Os nadadores Superiores se diferenciaram dos Medianos e Inferiores quanto ao número de sessões e número de sessões com exercícios de propriocepção. Assim, as diferenças verificadas podem ser relacionadas com o tempo que se passou e que se passa em atividade dentro do ambiente aquático.

Para Kalugal e Rostkowska (2008), o maior tempo de atividade no ambiente aquático está relacionado com a sensibilização dos receptores da pele aos estímulos, o que pode conduzir a uma melhor eficiência dos receptores tácteis. Os autores acrescentam que, a imersão ativa na água causa adaptações aos estímulos físicos sutis provenientes do ambiente aquático, sendo assim, a atividade neste meio seria a responsável por esta mutabilidade, ou seja, o aprimoramento da sensibilidade. O ambiente aquático age neste processo como regulador dos estímulos físicos e atritos aos quais a epiderme estaria exposta, de

acordo com Kalugal e Rostkowska (2006), resultando em possíveis alterações na espessura da epiderme e na variabilidade da sensibilidade palmar, apontando que o tipo de atividade esportiva pode modificar a espessura da epiderme.

Ainda em função do tempo, o treinamento em longo prazo é um processo específico destinado a desenvolver habilidades físicas do atleta necessárias para o esporte praticado. Kalugal e Rostkowska (2006) citam que a formação sistemática aumenta eficiência dos receptores tácteis, uma vez que conduz a corrigir a identificação de estímulos, ou seja, os atletas desenvolvem maior sensibilidade palmar para os estímulos externos e exibem maior capacidade de discriminar seus movimentos em várias condições. Kalugal *et al.* (2013) ainda acrescentam ao aprimoramento da sensibilidade a série de treinos e competições no ambiente aquático aos quais o sujeito é submetido.

Apesar de se apresentar anteriormente como uma característica treinável, ao se observar a Figura 30 (p. 86), da dispersão entre a sensibilidade palmar e o IPS, observa-se a sensibilidade palmar média destacada com menores valores em 5 sujeitos, dos quais 4 pertencentes ao grupo dos Superiores e 1 pertencente ao grupo dos Inferiores, sendo este o que apresentou a menor média de todos os sujeitos pesquisados, ou seja, a maior sensibilidade palmar. Toussaint *et al.* (2000) e Ming-Fei; Yan e Yi-Hua (2006) destacam que uma capacidade de diferenciação, de sentir a água, deve ser considerada um importante fator na seleção de talentos, indo ao encontro das afirmações de Ungerechts e Schack (2006), que descrevem a sensibilidade como uma capacidade diferenciada em nadadores, e de Colwin (2002) que destaca a sensibilidade como uma habilidade incomum de nadadores talentosos. Kalugal e Rostkowska (2006) acrescentam que a sensibilidade é um traço geneticamente condicionado. Seguindo esta idéia, pode-se supor que os quatro nadadores Superiores destacados apresentassem este traço genético e pelo engajamento no treinamento esta característica tenha sido aprimorada, enquanto que o nadador Inferior (com 14 anos) possa estar iniciando este processo. Assim, fica a questão de quanto treinável seria a sensibilidade palmar e/ou se seria uma característica eminente ao talento.

Outros possíveis fatores de interferência da sensibilidade palmar poderiam ser o tipo de nado principal e a metragem ao qual o sujeito comumente compete. Nos diferentes tipos de nado, o nadador utiliza variações nos ângulos de ataque e da velocidade das mãos nas braçadas do nadador que busca criar situações favoráveis para quebra da inércia e aumento da propulsão. Estas variações são diferentes devido às

necessidades de cada nado e poderiam exercer influência sobre a sensibilidade palmar. Em relação à sensibilidade palmar média e os tipos de nado, os valores verificados são apresentados na Tabela 7 e sua distribuição ilustrada na Figura 31.

Tabela 7: Sensibilidade palmar em função do tipo de nado.

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Crawl/Livre (n=56)	<b>2,54</b>	0,18	2,09	2,93
Costas (n=12)	<b>2,54</b>	0,15	2,36	2,83
Peito (n=18)	<b>2,54</b>	0,15	2,36	2,93
Borboleta (n=11)	<b>2,50</b>	0,16	2,18	2,70
Medley (n=8)	<b>2,54</b>	0,22	2,30	2,98

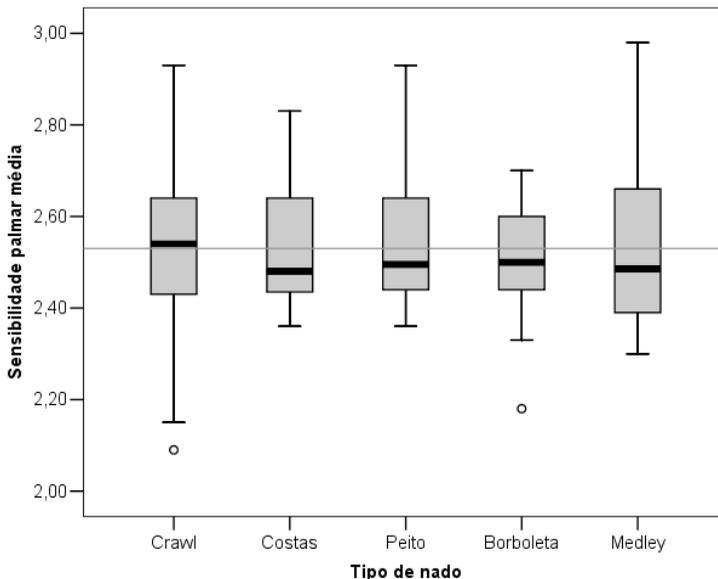


Figura 31: Distribuição da sensibilidade palmar em função do tipo de nado.

Os nadadores, que citaram o nado Borboleta como principal nado, apresentaram uma sensibilidade palmar média melhor que os demais estilos, entretanto não houve diferença significativa.

O fator metragem de prova poderia influenciar a sensibilidade palmar devido as diferentes estratégias utilizadas. Em função da sensibilidade palmar, o nadador, segundo Solovjova, Sproge e Volkova (2011), poderia criar um caminho de maior resistência durante a braçada e de acordo Wilke (1997) regular a distância percorrida pela mão na fase submersa, controlando CB e também controlando indiretamente a FB. A variação destes controles de CB e FB são apresentados em diversos estudos (CAPUTO *et al.*, 2000; GATTI; ERICHSEN; MELO, 2004; CASTRO *et al.*, 2005; POLLI *et al.*, 2009; FARAH *et al.*, 2010; PEREZ *et al.*, 2011), identificando maiores FB com menores CB para maiores velocidade/intensidades e menores FB e maiores CB para menores velocidades/intensidades. Os valores verificados da sensibilidade palmar média em função da metragem de prova são apresentados na Tabela 8 e sua distribuição ilustrada na Figura 32.

Tabela 8: Sensibilidade palmar em função da metragem de prova.

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
50 m (n=28)	<b>2,57</b>	0,20	2,18	2,93
100 m (n=41)	<b>2,51</b>	0,17	2,09	2,93
200 m (n=21)	<b>2,51</b>	0,14	2,30	2,83
400 m (n=12)	<b>2,53</b>	0,17	2,36	2,98
800 m (n=0)	--	--	--	--
1500 m (n=3)	<b>2,61</b>	0,12	2,50	2,73

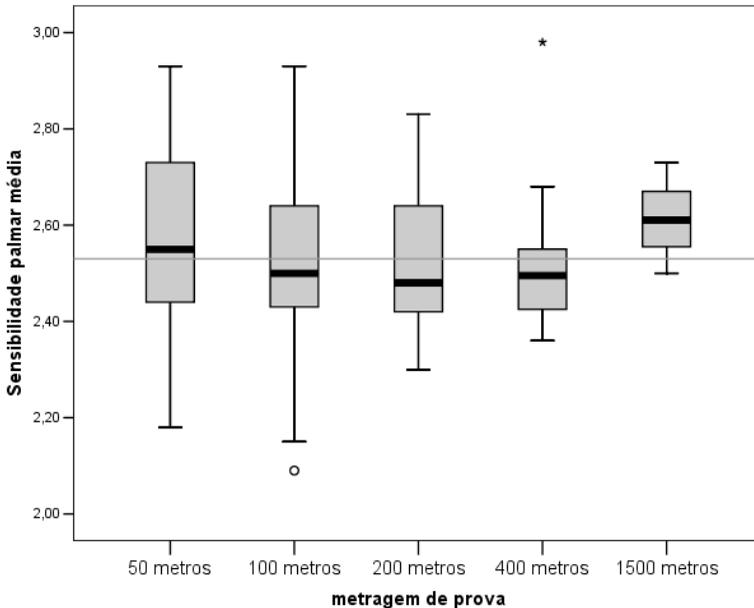


Figura 32: Distribuição da sensibilidade palmar em função da metragem de prova.

Excluindo o grupo que apresentou como prova principal os 1500 m pelo número reduzido de sujeitos, observou-se uma sensibilidade palmar média de nadadores de 100 m, 200 m e 400 m quando comparados a nadadores de 50 m, porém não houve diferença significativa.

#### 4.2 IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA

Outra questão levantada, quanto aos fatores que poderiam interferir na maior sensibilidade apresentada por nadadores de maior nível técnico, foi qual importância o nadador atribui as diferentes características da técnica. Assim, foi verificada a importância atribuída à cinestesia/propriocepção ao meio líquido pelos nadadores de diferentes níveis técnico, sendo os resultados apresentados na Tabela 9 e ilustrados em ordem decrescente na Figura 33.

Tabela 9: Importância atribuída pelos nadadores as diferentes características da técnica.

Questão	Abreviação	Média ± desvio padrão
1) Na sincronia dos movimentos	Sincronia	<b>6,0 ± 1,0</b>
2) Na sensação tátil de água corrente em torno de seu corpo	Fluxo de água	<b>5,1 ± 1,7</b>
3) No posicionamento de seus membros	Posição do membro	<b>5,9 ± 1,2</b>
4) Em observar objetos visíveis.	Visão	<b>5,0 ± 1,5</b>
5) Na utilização de músculos do seu tronco	Tronco	<b>4,8 ± 5,6</b>
6) No ritmo dos movimentos	Ritmo	<b>5,6 ± 1,2</b>
7) Nos sons gerados pelo seu movimento.	Audição	<b>3,4 ± 1,9</b>
8) Nas mudanças de velocidade de seus membros	Velocidade dos membros	<b>5,4 ± 1,3</b>
9) Nas mudanças de ângulos nas suas articulações	Ângulo das articulações	<b>4,7 ± 1,4</b>
10) Na “pegada” da água durante a braçada	Pegada	<b>6,3 ± 0,9</b>
11) No tempo de duração do movimento	Duração	<b>4,9 ± 1,5</b>
12) Na economia do movimento para o confortável	Economia	<b>5,2 ± 1,3</b>

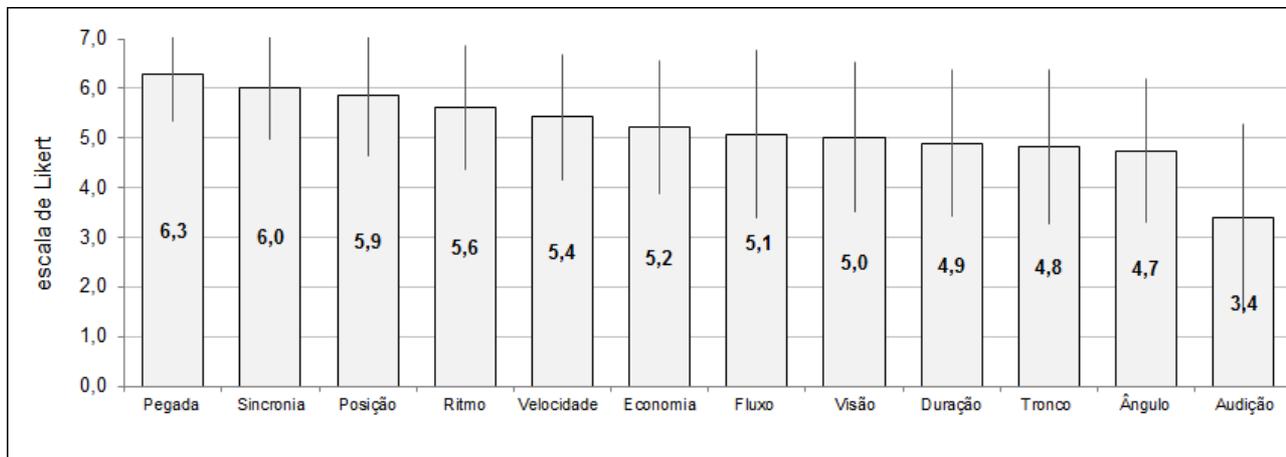


Figura 33: Importância atribuída pelos nadadores aos diferentes itens da técnica destacados em ordem decrescente.

Os itens Pegada, sincronia e posição do membro foram os três itens destacados com maior importância atribuída, enquanto o tronco, o ângulo das articulações e a audição os de menor importância atribuída. Shimojo *et al.* (2012) apontaram para 300 nadadores universitários japoneses, os mesmos três itens como os de maior importância atribuída, somente com uma ordem diferenciada, sendo em ordem: Sincronia ( $6,14 \pm 0,91$ ), posição do membro ( $5,83 \pm 1,09$ ) e Pegada ( $5,78 \pm 1,14$ ). Como itens com menor importância atribuída os autores apontaram a Visão ( $4,39 \pm 1,42$ ), a Duração ( $3,91 \pm 1,59$ ) e a Audição ( $3,38 \pm 1,41$ ), sendo este último igual ao verificado neste trabalho.

Para análise dos resultados utilizou-se a sugetão de análise de Shimojo *et al.* (2012), que além da análise individual de cada questão propoe o agrupamento das respostas em três fatores principais: sensação somática (questões 2, 3, 5, 9, 10, 12), controle temporal (questões 1, 6, 8 e 11) e sensação especial (questões 4 e 7). A média para cada fator é apresentada na Figura 34.

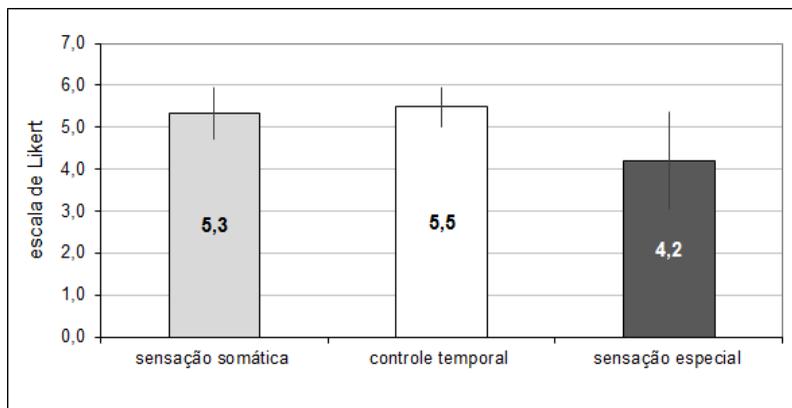


Figura 34: Média da importância atribuída para os fatores sensação somática, controle temporal e sensação especial.

Os fatores apresentaram igual comportamento ao verificado por Shimojo *et al.* (2012), com maiores médias para os fatores sensação somática e controle temporal, em relação ao fator sensação especial.

Com objetivo de comparar a importância atribuída à cinestesia/propriocepção ao meio líquido pelos nadadores de diferentes níveis técnicos, os dados obtidos foram então classificados dentro dos grupos e ilustrados na Figura 35.

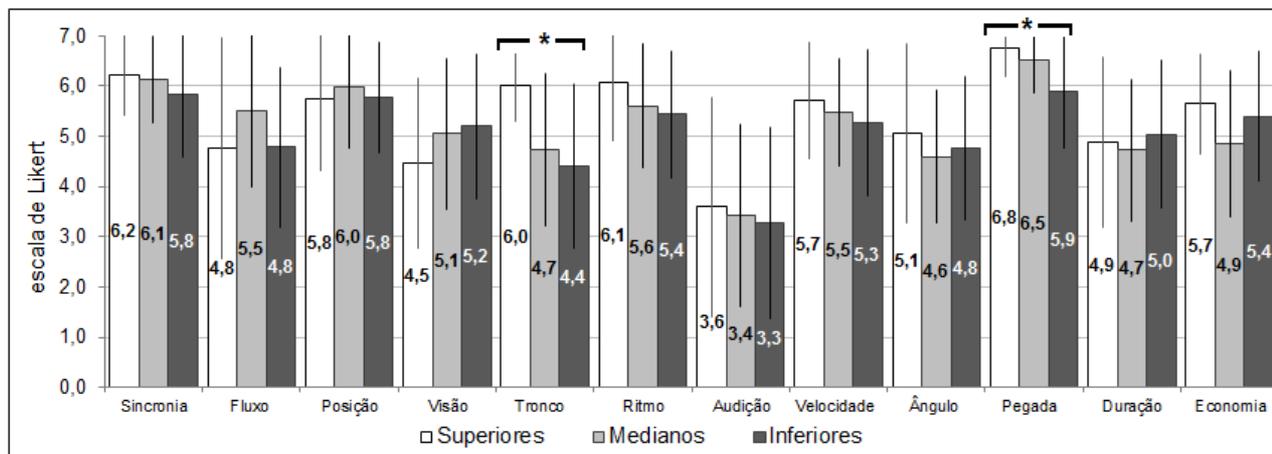


Figura 35: Importância atribuída pelos nadadores aos diferentes itens da técnica por grupos.  
Onde: \*  $p < 0,05$  teste de *Kruskal-Wallis*.

Os grupos não se diferiram em todos os itens, sendo assim, se aceita a terceira hipótese nula, ou seja, não existe diferença na importância atribuída à cinestesia/propriocepção ao meio líquido entre nadadores de diferentes níveis técnicos. Entretanto, das doze características da técnica verificadas, houve diferenças significativas entre os grupos para a importância atribuída aos itens Tronco e Pegada, sendo que estas diferenças ocorreram para o Tronco entre os Superiores e os Medianos e Inferiores, e para a Pegada entre os Superiores e Medianos em relação aos Inferiores.

A maior importância atribuída à utilização dos músculos de tronco pode refletir na melhor ação de grandes músculos, como o grande dorsal, peitoral maior e redondo maior, envolvidos na fase propulsiva da braçada (CARNAVAL, 2002; SALO; RIEWALD, 2008), o que segundo Grimston e Hay (1986) levaria a um maior CB, resultado de maior força e resistência muscular, permitindo um maior tempo de aplicação de força. O CB apresenta uma relação direta com o desempenho, onde melhores resultados foram apresentados por nadadores com maior CB (CRAIG; PENDERGAST, 1979; TOUISSAINT; BEEK, 1992; COLWIN, 2002; POLLI *et al.*, 2009). Caputo *et al.* (2000) acrescentam que para uma mesma velocidade, um maior CB será o mais eficiente, indicando uma melhor técnica de nado.

Pelo maior tempo de treinamento, a importância com a utilização dos músculos do tronco poderia estar relacionada com o conhecimento da relação destes com CB, e como efeito do treinamento de modo crônico ocorre um aumento sistemático do CB, tendo a capacidade de trabalho aumentada, como descrito por Yanai (2003). Em contrapartida, uma baixa resistência muscular localizada, impedindo a manutenção ou o aumento do CB, resulta numa estratégia de aumento agudo da FB, realizando um maior número de gestos com menor aplicação de força, como verificado por Castro *et al.* (2005). Entretanto, o tempo de treinamento entre Superiores e Medianos não apresentou diferenças significativas, como em relação aos Inferiores, sendo que os primeiros diferiram quanto à importância atribuída para este item.

Em especial, o item Pegada, tem relação com a função percebida da ação da mão, com destacada importância citada por Wilke (1997), em que na natação, esta capacidade diferenciada de sentir a água, interage especialmente com os analisadores táteis das palmas das mãos. Superiores e Medianos atribuíram maior importância em relação aos Inferiores, sendo que superiores relataram realizar um maior número de sessões com exercícios de propriocepção. Entretanto, o número de sessões dos Superiores relatado também é maior, resultando em maior

tempo no ambiente aquático e com possíveis efeitos discutidos anteriormente. Shimojo *et al.* (2012), buscando obter fatores que levariam a uma maior ou menor importância atribuída às diferentes características da técnica, apontou uma correlação de 0,787 entre a importância atribuída à Pegada e experiência em natação. Os autores não verificaram relação com a experiência em competições (-0,082) e o grau de desempenho (-0,091). Nadadores Superiores e Medianos apresentaram maior idade, tempo de prática e tempo de treinamento que os Inferiores, podendo sugerir maior experiência, maior conhecimento e maior importância atribuída.

A importância do conhecimento acerca do gesto que se realiza é destacada como de suma importância no desempenho esportivo, como apontado por Greco e Chagas (1992) ser o desenvolvimento das habilidades perceptivas e cognitivas como um dos fundamentos e requisitos essenciais para a excelência do desempenho esportivo. Allard e Burnett (1985) destacam que a perícia esportiva estrutura-se em duas componentes do rendimento: em uma componente cognitiva e outra componente motora, ou seja, “o que fazer” e “como fazer”, respectivamente. Os autores atribuem ao sucesso no esporte não apenas o gesto técnico, mas deve-se também adotar uma efetiva tomada de decisão que inclui, por exemplo, antecipação, reconhecimento de padrões, reconhecimento de sinais relevantes, percepção e atenção.

A percepção é descrita por Barbanti (2011) como o processo pelo qual o indivíduo se torna consciente dos objetos e das relações no mundo circundante, na medida em que essa consciência depende dos processos sensoriais. Já a atenção, segundo Samulski (2009) é um estado intenso e seletivo da percepção, no qual a atenção torna-se importante, pois quando se recebe vários estímulos do ambiente é preciso interpretá-los e compreendê-los. Paula (2001) acrescenta que a atenção, apoiada na experiência, focaliza o que se deseja perceber. Assim, a importância atribuída pelos Superiores, aliada a tempo de treinamento podem ter como resultado a maior sensibilidade palmar verificada.

Seguindo a proposta de análise dos dados de Shimojo *et al.* (2012), também foi realizada a comparação entre os diferentes fatores por grupo, apresentada na Figura 36.

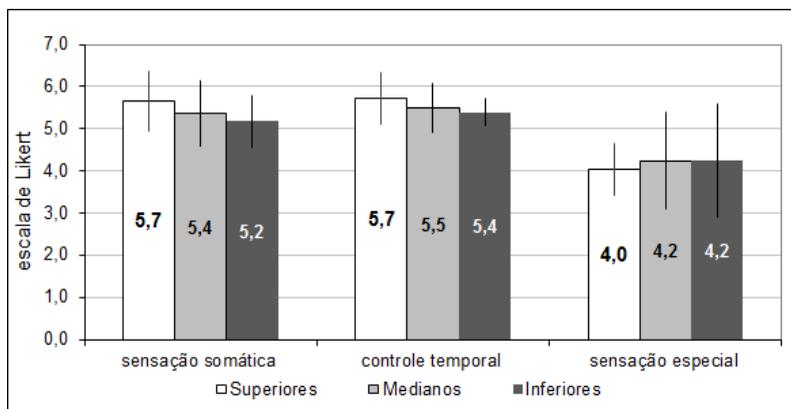


Figura 36: Média da importância atribuída para os fatores sensação somática, controle temporal e sensação especial para cada grupo.

Observou-se uma diminuição gradativa entre Superiores, Medianos e Inferiores para os fatores sensação somática e controle temporal e uma menor importância atribuída à sensação especial pelos Superiores em relação aos Medianos e Inferiores. Entretanto não houve diferença. Também se manteve o comportamento com maiores médias para os fatores sensação somática e controle temporal, em relação ao fator sensação especial, observado para todos os sujeitos e por Shimojo *et al.* (2012) em nadadores universitários japoneses.

#### 4.3 SENSIBILIDADE PALMAR E INDICADORES DE EFICIÊNCIA DO NADO

Destacada a diferença na sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis, buscou-se identificar possíveis diferenças em função de uma maior ou menor sensibilidade palmar. Para isto se objetivou identificar e comparar os indicadores de eficiência do nado de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar. Para tal objetivo, foram formados dois grupos heterogêneos quanto à sensibilidade: Melhor sensibilidade (apresentando menores índices na avaliação da sensibilidade palmar) com 11 sujeitos e; Pior sensibilidade (apresentando maiores índices na avaliação da sensibilidade palmar) com 10 sujeitos. Todos os sujeitos relataram o nado livre/crawl como nado principal, assim como a prova de 100 m nado livre como principal prova.

A sensibilidade palmar média, o IPS, a idade, características do treinamento e características antropométricas verificadas para cada grupo são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10: Sensibilidade palmar média, IPS, idade, características do treinamento e características antropométricas verificadas para cada grupo.

Variáveis	Melhor sensibilidade (n=11)	Pior sensibilidade (n=10)	p valor
Sensibilidade palmar média *	<b>2,38</b> ± 0,09 (2,15 – 2,44)	<b>2,60</b> ± 0,08 (2,54 – 2,78)	0,000 <sup>b</sup>
IPS *	<b>750</b> ± 55 (630 – 796)	<b>685</b> ± 52 (628 – 797)	0,036 <sup>b</sup>
Idade (anos)	<b>17,8</b> ± 2,6 (15,0 – 23,0)	<b>17,1</b> ± 3,3 (15,0 – 25,0)	0,173 <sup>b</sup>
Tempo de treinamento (anos)	<b>6,2</b> ± 2,3 (3,0 – 10,0)	<b>6,4</b> ± 3,6 (2,0 – 13,0)	0,870 <sup>a</sup>
Altura (m)	<b>1,78</b> ± 0,05 (1,70 – 1,85)	<b>1,76</b> ± 0,06 (1,66 – 1,86)	0,486 <sup>a</sup>
Massa (kg)	<b>74,3</b> ± 7,8 (61,2 – 85,0)	<b>72,4</b> ± 9,5 (51,4 – 84,3)	0,627 <sup>a</sup>
Envergadura (m)	<b>1,87</b> ± 0,05 (1,77 – 1,93)	<b>1,85</b> ± 0,06 (1,76 – 1,93)	0,257 <sup>a</sup>
Sessões por semana	<b>7</b> ± 1 (5 – 8)	<b>6</b> ± 1 (5 – 8)	0,454 <sup>a</sup>
Metragem média diária (m)	<b>5091</b> ± 861 (4000 – 6000)	<b>4900</b> ± 699 (4000 – 6000)	0,654 <sup>b</sup>
Sessões com exercícios de propriocepção	<b>6</b> ± 1 (4 – 8)	<b>5</b> ± 1 (4 – 8)	0,456 <sup>a</sup>

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). <sup>a</sup> teste t para amostras independentes; <sup>b</sup> teste U de Mann-Whitney; \* p < 0,05.

Como esperado, houve diferença significativa entre a sensibilidade palmar média dos dois grupos. A idade, características do treinamento e antropométricas não apresentaram diferenças significativas, porém, também houve diferença significativa para o IPS, apesar dos dois grupos apresentarem uma mesma amplitude entre valores mínimos e máximos observados. Não foi possível ajustar a amostra para que os grupos não diferissem quanto ao IPS e apresentassem um número de sujeitos significativo em cada grupo. Entretanto, isto que vai ao encontro ao relatado anteriormente no presente estudo, da existência de uma relação entre a sensibilidade palmar e o nível técnico. Assim, algumas considerações e afirmações em relação à diferença na sensibilidade palmar, de certa forma estão associadas à diferença no nível técnico.

Inicialmente foi determinada a  $v_m$  para os dois grupos nos trechos de prova analisados, sendo os resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Velocidade média ( $v_m$ ) em cada parte da prova para os dois grupos.

	Melhor sensibilidade (n=11)	Pior sensibilidade (n=12)	p valor
$v_{m1}$ (m.s <sup>-1</sup> )	<b>1,91</b> ± 0,08 (1,77 – 2,02)	<b>1,85</b> ± 0,07 (1,77 – 1,97)	0,076
$v_{m2}$ * (m.s <sup>-1</sup> )	<b>1,82</b> ± 0,10 (1,59 – 1,93)	<b>1,71</b> ± 0,09 (1,62 – 1,92)	0,021

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). \*  $p < 0,05$  teste t para amostras independentes.

Houve diferenças entre os dois grupos nos dois trechos de prova, sendo significativa a diferença no segundo trecho. O melhor desempenho do grupo Melhor Sensibilidade é constatado pela maior  $v_m$  verificada em ambos os trechos. Do primeiro para o segundo trecho os dois grupos apresentaram uma redução da  $v_m$  (4,7 e 7,6%, Melhor e Pior sensibilidade respectivamente), sendo maior a redução no grupo Pior sensibilidade. Fatores como fadiga e estratégia de prova podem representar motivos para a redução da velocidade, e pela diferença entre a sensibilidade palmar média dos grupos, esta também poderia ser considerada um fator participante.

Pela menor sensibilidade estes nadadores poderiam apresentar perdas em sua técnica (STAROSTA; ROSTKOWSKA; KOKOSZKO, 2003) e isto refletiria, segundo Solovjova, Sproge e Volkova (2011), na

perda de eficiência do movimento e velocidade de deslocamento. Os autores citam que a maior sensibilidade possibilitaria ao nadador criar um caminho de maior resistência durante a braçada, ou seja, um aumento no CB e assim torná-la mais eficiente. Wilke (1997) acrescenta para nadadores com maior sensibilidade a possibilidade de regular a distância percorrida pela mão na fase submersa, controlando CB e também controlando indiretamente a FB. Keskinen, Komi, e Rusko (1989) citam que a FB depende da velocidade angular do movimento rotacional em torno da articulação escapulo-umeral e da distância que a parte distal do membro superior percorre na água e no ar ao longo da ação do membro superior. Pela dependência da FB na distância a ser percorrida na fase submersa, esta poderia ser influenciada por uma maior ou menor sensibilidade.

Para então verificar possíveis controles da FB e CB, em função da maior ou menor sensibilidade, estes foram verificados e comparados. Primeiramente são apresentados os resultados da FB para os dois grupos na Tabela 12.

Tabela 12: Frequência de braçada (FB) em cada parte da prova para os dois grupos.

	Melhor sensibilidade (n=11)	Pior sensibilidade (n=12)	p valor
FB <sub>1</sub> (ciclos.min <sup>-1</sup> )	<b>48,9</b> ± 3,8 (40,4 – 54,7)	<b>51,7</b> ± 2,7 (47,2 – 56,2)	0,068
FB <sub>2</sub> (ciclos.min <sup>-1</sup> )	<b>47,8</b> ± 3,9 (38,9 – 51,9)	<b>48,9</b> ± 4,5 (43,2 – 56,4)	0,585

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). \* p < 0,05 teste t para amostras independentes.

Não houve diferença entre os grupos nos diferentes trechos da prova analisados, se aceitando a quarta hipótese nula, em que nadadores com maior sensibilidade palmar não apresentam menor FB.

Craig e Pendergast (1979) apontam a FB como um parâmetro fortemente individual, selecionando por cada nadador a FB ótima que lhe permita minimizar o gasto energético e/ou maximizar o rendimento de acordo com as suas características antropométricas e musculares. Nadadores com características semelhantes, como os do presente estudo, parecem apresentar FB semelhantes, como verificado.

Os resultados do CB, assim como do CBn, são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Comprimento de braçada (CB) e comprimento de braçada normalizado pela envergadura (CBn) em cada parte da prova para os dois grupos.

	Melhor sensibilidade (n=11)	Pior sensibilidade (n=12)	p valor
CB <sub>1</sub> * (m.ciclo <sup>-1</sup> )	<b>2,36</b> ± 0,22 (1,96 – 2,81)	<b>2,16</b> ± 0,12 (1,96 – 2,29)	0,019
CB <sub>2</sub> * (m.ciclo <sup>-1</sup> )	<b>2,29</b> ± 0,18 (2,03 – 2,75)	<b>2,11</b> ± 0,15 (1,91 – 2,29)	0,023
CBn <sub>1</sub> * (u. a.)	<b>0,63</b> ± 0,06 (0,52 – 0,73)	<b>0,59</b> ± 0,03 (0,53 – 0,63)	0,040
CBn <sub>2</sub> * (u. a.)	<b>0,61</b> ± 0,04 (0,54 – 0,71)	<b>0,57</b> ± 0,04 (0,51 – 0,64)	0,045

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). \* p < 0,05 teste t para amostras independentes.

Nadadores do grupo Melhor sensibilidade apresentaram maiores CB nos dois trechos da prova analisados, sendo as diferenças significativas. Desta forma, se aceita a quinta hipótese alternativa, em que nadadores com maior sensibilidade palmar apresentam maior CB. Quando da normalização de CB pela envergadura (CBn) foram mantidas as diferenças significativas. Possíveis influências das características antropométricas, segundo Perez *et al.* (2010) ainda são questionadas e estudadas. Castro (2002) não encontrou correlações entre a envergadura e CB, concluindo que as diferenças de CB se deram mais ao aspecto técnico que ao aspecto antropométrico. O que corrobora com o citado por Magalhães (2010), em que os valores antropométricos poderiam ser compensados por um maior nível técnico. Assim, no presente estudo, com os nadadores analisados pertencentes a um mesmo nível técnico (Medianos), a envergadura não influenciou o CB.

Na preparação do nadador, Maglischo (2003) cita a importância de se determinar FB e CB, e uma combinação ideal destes, tornando as provas ritmadas e eficientes, mediante o controle e a manutenção dessa combinação durante praticamente toda a distância da prova. Na relação

entre CB e FB, a literatura afirma que um aumento no CB com decréscimo ou a manutenção da FB representam uma maior eficiência propulsiva, acarretando, assim, um aumento da  $v_m$ , tendo um menor gasto na energia requerida para o nado (HAY; GUIMARÃES, 1983; CAPUTO *et al.*, 2000; GATTI; ERICHSEN; MELO, 2004; CAMARGO, 2005; CASTRO *et al.*, 2005; PEREZ *et al.*, 2011). Nesta relação, pode-se observar no presente estudo uma manutenção da FB, sendo que o grupo Melhor sensibilidade apresentou maiores CB e  $v_m$ , refletindo a maior eficiência propulsiva. Esta manutenção de FB com maiores CB também podem representar um menor gasto energético para o grupo Melhor sensibilidade, constatado pela menor redução percentual da velocidade. O decréscimo no CB aumenta o custo energético requerida, com aumento do consumo de oxigênio e aumento da produção de lactato, para o nado, e isto, para Farah *et al.* (2010), reflete na diminuição do desempenho, como observado no grupo Pior sensibilidade.

Autores, como Colwin (2002) e Maglischo (2003), apontam para o fato de que nadadores mais talentosos possuem um maior CB em contraste aos menos habilidosos. Craig *et al.* (1985) citam o CB como um indicador cinemático da habilidade técnica, podendo ser considerado, segundo Seifert, Chollet e Chatard (2007), como um dos fatores que permitem diferenciar nadadores de bom nível técnico de nadadores de nível médio ou inferior. A técnica é considerada um fator essencial ao desempenho do nadador (ALBERTY *et al.*, 2008) e pela intervenção na técnica pode-se aumentar a eficiência propulsora (CAPUTO *et al.*, 2000; LEBLANC; SEIFERT; CHOLLET, 2009). Como destacado anteriormente, a maior sensibilidade palmar pode ser um fator relacionado à técnica e também possível influenciador no CB. A maior sensibilidade cria a possibilidade de criar um maior caminho de resistência e tornar a braçada mais eficiente (SOLOVJOVA; SPROGE; VOLKOVA, 2011), refletindo na melhor percepção espacial e temporal, regulando a distância percorrida pela mão na fase submersa e, conseqüentemente, o CB (WILKE, 1997).

Regular o CB se torna importante por ser este o principal influenciador da  $v_m$ , (TOUISSAINT; BEEK, 1992; CAPUTO *et al.*, 2000; COLWIN, 2002; GATTI; ERICHSEN; MELO, 2004; CAMARGO, 2005; CASTRO *et al.*, 2005; POLLI *et al.*, 2009; PEREZ *et al.*, 2011). Fato já destacado por Craig *et al.* (1985), em que melhoras na  $v_m$  ocorreram pelo incremento do CB na maioria das provas. Castro (2002), comparando nadadores velocistas, fundistas e triatletas, verificou maior  $v_m$  nos nadadores velocistas devido a maiores CB.

Corroborando com a afirmação de Touissaint e Beek (1992), que concluíram que CB fornece uma indicação da eficiência propulsiva, podendo ser utilizado para avaliar evoluções na técnica de nado.

A ligação existente entre CB e  $v_m$  conduziu, segundo Caputo *et al.* (2000), à procura de procedimentos e indicadores simplificados, significativamente correlacionados com o nível de adequação mecânica da técnica de nado, sendo o IN um desses indicadores, produto entre a  $v_m$  de nado e a CB (COSTILL *et al.*, 1985). A importância do IN é destacada por Ferreira *et al.* (2012), apresentando associação significativa entre o teste máximo e o IN. Os resultados encontrados para o IN são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Índice de nado (IN) em cada parte da prova para os dois grupos.

	Melhor sensibilidade (n=11)	Pior sensibilidade (n=12)	p valor
IN <sub>1</sub> * (m <sup>2</sup> .ciclo <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	<b>4,53</b> ± 0,53 (3,50 – 5,31)	<b>4,00</b> ± 0,31 (3,48 – 4,49)	0,013
IN <sub>2</sub> * (m <sup>2</sup> .ciclo <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	<b>4,18</b> ± 0,43 (3,22 – 4,91)	<b>3,62</b> ± 0,31 (3,18 – 4,08)	0,003

Onde: **Média** ± desvio padrão (mínimo – máximo). \* p < 0,05 teste t para amostras independentes.

Diferentes  $v_m$  e CB entre os grupos resultaram em diferentes IN, e assim, se aceita a sexta hipótese alternativa, ou seja, nadadores com maior sensibilidade palmar apresentam maior IN. O IN, segundo Caputo *et al.* (2000), tem grande utilidade para medir a habilidade técnica do nadador e apresenta a vantagem de neutralizar o efeito da velocidade. Assume-se que, quanto mais elevado for o IN, mais adequada, mecanicamente, é a técnica utilizada, e o nadador que apresentar para uma mesma  $v_m$  de deslocamento um maior CB, e consequentemente menor ou igual FB, será mais eficiente. Guang *et al.* (2009) destacam que, em certa medida, o IN poderia refletir de forma externa e quantitativa a capacidade de sentir a água do nadador, ou seja, nadadores com melhores IN seriam aqueles com melhor sensibilidade. Este fato foi verificado no presente estudo, neutralizando o efeito das diferenças da  $v_m$  verificadas nos dois grupos, mantiveram-se diferenças

significativas, com maiores IN para o grupo com maior sensibilidade.

#### 4.4 SENSIBILIDADE PALMAR E INDICADORES DE DESEMPENHO NA FASE PROPULSIVA DA BRAÇADA

A partir das diferenças em função de uma maior ou menor sensibilidade palmar, objetivou-se identificar e comparar os indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada de nadadores de diferentes níveis de sensibilidade palmar. Para tal, os nadadores foram divididos aos pares, sendo o IPS e a sensibilidade palmar média para cada par nos grupos Melhor e Pior sensibilidade apresentados na Tabela 15.

Tabela 15: IPS e sensibilidade palmar média para cada par nos grupos.

Pares/Grupo	IPS		Sensibilidade *	
	Maior	Pior	Melhor	Pior
Par 1	793	797	2,38	2,54
Par 2	696	693	2,54	2,66
Par 3	813	825	2,38	2,52
Par 4	539	542	2,40	2,60
Par 5	788	773	2,39	2,50
Par 6	641	660	2,09	2,64
Par 7	856	834	2,43	2,55
Par 8	735	701	2,30	2,64
Par 9	778	743	2,36	2,50
Geral	<b>738±98</b>	<b>730±93</b>	<b>2,36±0,12</b>	<b>2,57±0,06</b>

Onde: **média** ± desvio padrão; \* p<0,05 teste t para amostras pareadas.

Houve diferença na sensibilidade palmar média, enquanto não houve diferença para o IPS.

Como apontando anteriormente, fatores como idade, tempo de treinamento, número de sessões semanais e metragem diária se diferem entre grupos com diferentes níveis e podem influenciar na sensibilidade palmar. Na análise da força propulsora, os parâmetros empregados também se relacionam com fatores como o sexo (ADAMS *et al.*, 1983),

o nível de qualificação do nadador (MARINHO, 2002) e a especialidade competitiva (ADAMS *et al.*, 1983; MOROUÇO *et al.*, 2011). Assim como o IPS, buscou-se equivalência quanto ao sexo, idade, tempo de treinamento, número de sessões semanais, metragem média diária (TABELA 16), e características antropométricas (TABELA 17). Em relação ao número de sessões com exercícios de propriocepção, os pares também apresentaram equivalência. Na formação dos pares sujeitos de um mesmo clube/associação, buscou-se ainda maior semelhança entre características do treinamento.

Tabela 16: Idade, tempo de treinamento, sessões por semana e metragem diária para cada par nos grupos.

Par/ grupo	Idade (anos)		Tempo de treinamento (anos)		Sessões (x por semana)		Metragem (média por sessão)	
	Melhor	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Pior
Par 1	20	17	9	8	8	8	4000	4500
Par 2	21	15	8	6	8	8	5000	5000
Par 3	23	24	10	12	8	8	4000	4000
Par 4	13	13	6	6	6	6	4000	4000
Par 5	20	22	12	14	8	8	5000	5000
Par 6	13	16	4	5	6	6	4000	4000
Par 7	17	19	5	6	6	6	4000	4000
Par 8	21	20	10	9	8	8	4000	4000
Par 9	19	17	8	7	8	8	4500	4500
Geral	<b>18,6</b> ±3,5	<b>18,3</b> ±3,3	<b>7,8</b> ±2,9	<b>7,9</b> ±3,3	<b>7</b> ±1	<b>7</b> ±1	<b>4333</b> ±433	<b>4278</b> ±441

Onde: **média** ± desvio padrão.

Tabela 17: Características antropométricas para cada par nos grupos.

Pares/Grupo	Estatura (m)		Massa (kg)		Envergadura (m)	
	Melhor	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Pior
Par 1	1,91	1,86	86,0	84,0	2,04	1,93
Par 2	1,78	1,82	76,5	79,3	1,89	1,90
Par 3	1,81	1,82	83,2	81,8	1,90	1,92
Par 4	1,71	1,75	65,4	68,8	1,85	1,89
Par 5	1,66	1,74	60,1	64,0	1,69	1,84
Par 6	1,66	1,70	56,0	59,6	1,71	1,74
Par 7	1,81	1,77	81,0	79,3	1,92	1,80
Par 8	1,69	1,61	63,4	59,5	1,80	1,66
Par 9	1,56	1,61	50,3	53,0	1,61	1,84
Geral	<b>1,73</b>	<b>1,74</b>	<b>69,1</b>	<b>69,9</b>	<b>1,82</b>	<b>1,8</b>
	$\pm 0,11$	$\pm 0,09$	$\pm 12,9$	$\pm 11,5$	$\pm 0,13$	$4 \pm 0,09$

Onde: **média**  $\pm$  desvio padrão.

Não houve diferenças significativas, representando equivalência entre os pares nos grupos formados.

Na análise da força propulsora os parâmetros biomecânicos comumente empregados são a força máxima, a força média e o impulso, resultante da relação entre a força e o tempo de aplicação da força, pois apresentam relação significativa com a velocidade de nado (ADAMS *et al.*, 1983; MARINHO, 2002; BARBOSA *et al.*, 2010; CASTRO *et al.*, 2010; MOROUÇO *et al.*, 2011).

Os resultados observados para a  $F_{\max}$  são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18: Valores de força máxima ( $F_{\max}$ , [N]) verificados.

Pares/mão	Melhor sensibilidade		Pior sensibilidade	
	Dominante	Não dominante	Dominante	Não dominante
Par 1	158,5±15,6	163,3±8,0	159,8±10,1	160,5±11,3
Par 2	93,0±10,3	97,0±14,0	106,1±6,6	107,6±5,5
Par 3	160,3±11,0	160,6±8,2	177,1±9,6	158,9±11,3
Par 4	93,9±6,6	85,5±4,2	106,2±16,5	112,0±20,2
Par 5	81,4±7,3	81,5±8,6	89,6±8,2	95,0±6,1
Par 6	76,3±4,0	88,5±4,8	82,6±5,0	81,8±8,0
Par 7	138,1±9,4	152,7±6,6	166,7±12,2	174,7±10,9
Par 8	72,1±4,4	71,8±3,5	87,0±13,1	104,7±9,9
Par 9	82,9±5,3	91,0±4,8	96,2±9,1	114,3±11,5
Geral	<b>106,3</b> ±35,7 <sup>a</sup>	<b>110,2</b> ±37,2 <sup>b</sup>	<b>118,4</b> ±36,9 <sup>a</sup>	<b>123,3</b> ±32,8 <sup>b</sup>

Onde: **média** ± desvio padrão. <sup>a</sup><sup>b</sup>  $p < 0,05$  teste dos sinais em postos de Wilcoxon pareado.

Foram observadas diferenças significativas entre a  $F_{\max}$  em ambas as mãos, sendo os maiores valores apresentados pelo grupo Pior sensibilidade. As médias da  $F_{\max}$  encontradas são próximas às apresentadas por Pereira (2012) de  $113,4 \pm 30,8$  e  $110,7 \pm 30,9$  N; e Werlang (2013) de  $107,9 \pm 30,3$  e  $112,6 \pm 34,6$  N para as mãos esquerda e direita respectivamente, que utilizaram do mesmo instrumento e método para avaliar a simetria da braçada nos nados borboleta e peito.

A  $F_{\max}$  pode ser importante, segundo Castro *et al.* (2010), pela possibilidade desta estar relacionada à máxima capacidade de produção de força do indivíduo e apresentar alguma relação com o desempenho, visto que o sujeito que aplica a maior força, teoricamente, poderia aplicar mais força durante o nado e apresentaria um melhor desempenho. Entretanto, para os autores a relação entre pico de  $F_{\max}$  e desempenho em 200 m não foi significativa para nadadores participantes de competições nacionais ( $n = 12$ ). Em distâncias menores que apresentam maior dependência da força e da potência muscular, estudos apontam relação entre a  $F_{\max}$  com o desempenho, como Marinho (2002),

que para 28 atletas juvenis apontou relação entre a  $F_{\max}$  e a velocidade em 15 m. Ao avaliarem nadadores ( $n = 6$ ) e triatletas ( $n = 4$ ), Moré, Castro e Guimarães (2005) apontaram correlação significativa entre a força aplicada por braçada e o desempenho em 100 m para nadadores. Correlação também observada por Risch e Castro (2007) para nadadores universitários ( $n = 9$ ) entre  $F_{\max}$  (Pico de força descrito pelos autores) e o desempenho; e por Morouço *et al.* (2011), que identificaram as relações entre força e desempenho nos quatro estilos de nado em nadadores ( $n = 32$ ) de nível internacional.

Os estudos de Marinho (2002), Castro *et al.* (2010), Moré, Castro e Guimarães (2005), Risch e Castro (2007) e Morouço *et al.* (2011) utilizaram em seu método o nado amarrado como instrumento para verificar estas relações. Neste método a força e demais variáveis são obtidas por transdutores de força que mensuram as forças resultantes daquelas aplicadas pelo nadador, a partir de um cabo fixado ao nadador, a um transdutor de força, à borda da piscina e a um computador (MARINHO, 2002). Instrumento o qual, segundo Werlang (2013), é difícil distinguir quanto desta força foi produzida por membros superiores ou inferiores, sendo a força final é resultante das ações do corpo como um todo. Assim, a destacada importância da  $F_{\max}$  ao desempenho, exclusivamente da força produzida pelos membros superiores, pode ser discutida em função da distância de prova. Utilizando do mesmo método do presente estudo, Werlang (2013) não verificou relação significativa entre  $F_{\max}$  e o desempenho em 25 e 50 m no nado peito em nadadores ( $n = 12$ ) de diferentes níveis.

No presente estudo, para um mesmo nível técnico, os nadadores apresentaram diferença na  $F_{\max}$  em função da sensibilidade. Uma maior  $F_{\max}$ , não aparenta resultar em um melhor desempenho, podendo ser necessário aos sujeitos com menor sensibilidade palmar, apliquem uma maior força para se igualarem aos sujeitos com maior sensibilidade palmar. Uma maior  $F_{\max}$  necessária poderia representar uma maior necessidade de aporte energético para realização de uma mesma tarefa, representando um gasto desnecessário e que poderia implicar no desempenho final.

Além da relação entre  $F_{\max}$  e desempenho, Marinho (2002) e Morouço *et al.* (2011), também destacaram relações entre a  $F_{\text{med}}$  e o desempenho em 15 m e nos quatro estilos de nado a partir do nado amarrado para as provas de 50, 100 e 200m livre, respectivamente. Soares *et al.* (2010) também destacam a importância da  $F_{\text{med}}$  como possível método para avaliação da capacidade anaeróbia do nadador. Os resultados observados para a  $F_{\text{med}}$  são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19: Valores de força média ( $F_{med}$ : [N]) verificados.

Pares/mão	Melhor sensibilidade		Pior sensibilidade	
	Dominante	Não dominante	Dominante	Não dominante
Par 1	97,9±11,1	112,5±11,9	89,2±5,6	79,3±6,3
Par 2	55,7±5,3	56,9±5,2	56,1±5,1	55,9±6,0
Par 3	89,2±8,3	90,7±6,1	87,2±9,2	79,6±6,9
Par 4	51,3±6,3	41,7±3,6	59,0±7,2	55,4±8,3
Par 5	40,9±2,6	43,6±3,8	45,1±3,5	43,0±3,2
Par 6	32,5±3,7	36,7±2,8	50,9±5,1	44,3±3,6
Par 7	78,7±8,3	85,6±9,8	93,2±9,1	100,4±7,4
Par 8	46,3±3,9	42,9±3,4	38,4±3,9	48,3±4,9
Par 9	43,3±3,8	42,3±3,3	55,4±6,9	57,0±4,5
Geral	<b>59,5</b> ±23,2	<b>61,4</b> ±27,6	<b>63,8</b> ±20,5	<b>62,6</b> ±19,5

Onde: **média** ± desvio padrão.

Maiores médias da  $F_{med}$  foram verificadas no grupo Pior sensibilidade, entretanto não houve diferença significativa. As médias da  $F_{med}$  encontradas são superiores às apresentadas por Pereira (2012) de  $53,5 \pm 14,3$  e  $52,2 \pm 13,9$  N; e Werlang (2013) de  $46,4 \pm 11,7$  e  $44,9 \pm 13,3$  N para as mãos esquerda e direita respectivamente. As diferenças possivelmente se devem aos nadadores do presente estudo apresentam melhor nível técnico que os nadadores do estudo de Pereira (2012) com o nado Borboleta e no estudo de Werlang (2013) por ter sido analisado o nado Peito, o qual segundo Maglischo (2003) se deve ao fato da braçada do nado Peito ser menos propulsiva do que a braçada do nado Crawl, visto que nesta não é realizada a empurrada, antes do início da recuperação. Assim como para a  $F_{max}$ , a maior média da  $F_{med}$  do grupo Pior sensibilidade pode representar uma maior necessidade de aplicação de força para se igualarem ao grupo Melhor sensibilidade.

Em relação à análise das forças na Natação, Marinho (2002) salienta que os valores da força propulsora são resultado da integração entre a força muscular aplicada e do padrão mecânico (técnica) utilizado pelo nadador. Desta forma entende-se que o nadador que possui elevados níveis de força muscular e uma boa técnica hidrodinâmica será

aquele que consequentemente desenvolverá os maiores valores da força propulsora. Pela ligação entre técnica e sensibilidade destacada anteriormente, pode-se supor que a menor  $F_{\max}$  e  $F_{\text{med}}$  verificadas pelo grupo Melhor sensibilidade possa ser suprida pela técnica e/ou maior sensibilidade palmar, apresentando a equivalência de desempenho observada.

Ainda relacionado à técnica, na produção da força propulsora, a mão acelera certa quantidade de água para trás por um determinado tempo e uma maior sensibilidade palmar, como destacado anteriormente, pode resultar em um maior tempo de aplicação de forças propulsoras, tendo o nadador, segundo Solovjova, Sproge e Volkova (2011), a possibilidade de criar um caminho de maior resistência durante a braçada. Os resultados verificados para tempo de aplicação da força apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Valores de tempo (t; [s]) verificados.

Pares/mão	Melhor sensibilidade		Pior sensibilidade	
	Dominante	Não dominante	Dominante	Não dominante
Par 1	0,87±0,08	0,87±0,09	0,76±0,05	0,84±0,09
Par 2	0,73±0,05	0,75±0,06	1,05±0,13	1,10±0,12
Par 3	0,88±0,09	0,92±0,05	0,94±0,08	1,00±0,10
Par 4	1,02±0,13	1,13±0,10	0,62±0,06	0,76±0,06
Par 5	1,06±0,06	0,94±0,07	1,03±0,11	1,12±0,10
Par 6	1,02±0,07	1,03±0,07	0,92±0,07	1,06±0,06
Par 7	0,81±0,07	0,83±0,07	0,86±0,06	0,82±0,05
Par 8	0,92±0,04	0,96±0,06	0,95±0,08	0,90±0,09
Par 9	0,92±0,05	0,91±0,05	0,90±0,10	0,89±0,07
Geral	<b>0,91</b> ±0,11	<b>0,93</b> ±0,11	<b>0,89</b> ±0,13	<b>0,94</b> ±0,13

Onde: **média** ± desvio padrão.

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, assim, se aceita a sétima hipótese nula, em que nadadores com maior sensibilidade palmar não apresentam maior tempo de aplicação da força.

As médias do t encontradas são superiores às apresentadas por Pereira (2012) de  $0,79 \pm 0,20$  e  $0,80 \pm 0,14$  s para as mãos esquerda e direita respectivamente. O melhor nível técnico apresentado pelos nadadores do presente estudo pode explicar esta diferença, pela relação entre sensibilidade palmar, técnica e CB destacada anteriormente.

Por uma maior sensibilidade, conforme Ito e Okuno (2003), alguns pontos da técnica do nado podem ser aprimorados, tendo como resultado maior precisão do movimento e isto aumentaria a capacidade de gerar um maior impulso. Sendo a importância do impulso destacada pela relação significativa entre o desempenho e impulso (PAPOTI *et al.*, 2003; CASTRO *et al.*, 2010), ao apresentarem correlação significativa entre o desempenho e o impulso avaliado no nado amarrado. Já Werlang (2013), com o mesmo instrumento e método do presente estudo, não observou relações significativas entre o impulso e o tempo em 25 e 50 m em nadadores de peito. Os resultados verificados do I são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Valores de impulso (I; [N.s]) verificados.

Pares/mão	Melhor sensibilidade		Pior sensibilidade	
	Dominante	Não dominante	Dominante	Não dominante
Par 1	95,9±12,1	108,9±13,1	78,7±6,0	78,7±7,8
Par 2	52,1±9,0	54,8±8,2	66,2±6,9	76,7±6,2
Par 3	86,6±7,9	89,9±5,6	93,7±10,4	85,8±7,9
Par 4	64,9±8,0	59,7±8,0	56,1±9,2	52,9±7,7
Par 5	45,7±2,7	44,3±3,9	54,1±4,7	53,1±2,7
Par 6	60,8±10,8	71,1±5,9	51,7±6,1	50,1±5,2
Par 7	72,9±9,2	81,9±6,9	94,0±9,0	92,7±8,6
Par 8	54,6±11,9	52,2±7,5	40,4±4,6	48,0±3,8
Par 9	45,6±4,0	42,1±5,2	58,7±12,7	62,1±9,7
Geral	<b>64,3</b> ±17,8	<b>67,2</b> ±22,6	<b>66,0</b> ±18,9	<b>66,7</b> ±17,0

Onde: **média** ± desvio padrão.

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, aceitando-se a oitava hipótese nula, em que nadadores com maior sensibilidade palmar não conseguem gerar maior impulso.

As médias do I encontradas são superiores às apresentadas por Pereira (2012) de  $52,2 \pm 12,9$  e  $57,0 \pm 23,5$  N.s; e Werlang (2013) de  $51,0 \pm 11,9$  e  $45,9 \pm 12,8$  N.s para as mãos esquerda e direita respectivamente. As diferenças possivelmente se devem aos nadadores do presente estudo apresentarem um maior tempo de aplicação da força que os nadadores do estudo de Pereira (2012) com o nado borboleta; e por sido analisado o nado peito no estudo de Werlang (2013). Sendo impulso definido como a integral de uma força durante o intervalo de tempo em que ela atua (RESNICK; HALLIDAY, 1972), e assim, dependente do tempo, um aumento no tempo durante a fase submersa poderia resultar no incremento desta variável, o que não ocorreu.

## 5. CONCLUSÕES

A sensibilidade palmar possui relação com a precisão na execução de movimentos e pela contínua necessidade de melhora dos nadadores, sugere-se o uso de avanços técnico-científicos na investigação de técnicas de nadar e dos fatores relacionados. Em face da pouca existência de estudos que melhorem sua compreensão, que fatores interferem, qual importância atribuída e que efeito causa sobre parâmetros biomecânicos de desempenho, esta pesquisa buscou produzir conhecimento específico e contribuições científicas a atletas e técnicos.

Tendo em vista os objetivos foi verificado que nadadores com melhores índices técnicos apresentaram maior sensibilidade palmar. Fatores como idade, tempo de treinamento, número de sessões semanais, metragem diária e número de sessões com exercícios de propriocepção podem interferir na maior sensibilidade palmar. Entretanto, a maior sensibilidade palmar não foi uma exclusividade dos nadadores de maior nível técnico.

Nadadores de maior nível técnico atribuem maior importância para determinadas características da técnica, como a utilização dos músculos do tronco e especialmente a pegada, diretamente ligada à sensibilidade palmar. O fato de atribuírem maior importância à pegada pode influenciar com que apresentem maior sensibilidade palmar.

Com relação à análise cinemática, quando comparados em dois grupos, nadadores com melhor sensibilidade palmar apresentaram maior comprimento de braçada e velocidade média, resultando em melhor índice de nado. Não houve diferença para a frequência de braçada em função da sensibilidade palmar. O nível técnico do grupo de melhor sensibilidade também foi maior, corroborando com a conclusão anterior da existência de uma relação entre sensibilidade palmar e nível técnico, mas podendo as considerações, de certa forma, estarem associadas aos diferentes níveis técnicos.

Quando comparados aos pares no desempenho da fase propulsiva da braçada, nadadores com pior sensibilidade palmar apresentaram maiores valores de força máxima exercida na braçada. Não houve diferenças no tempo de aplicação da força, na força média e no impulso em função da sensibilidade palmar.

Acredita-se com o presente trabalho ter ampliado o conhecimento acerca da sensibilidade palmar de nadadores, através de uma ferramenta que possibilitou quantificá-la e apontar sua relação a fatores associados, algo até então não verificado na literatura consultada. Pode-se destacar a importância da sensibilidade palmar em relação ao desempenho,

apresentando um meio que possibilita sua mensuração e acompanhamento com certa facilidade de aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, T. A.; MARTIN, R. B.; YEATER, R. A.; GILSON, K. A. Tethered force and velocity relationships. **Swimming Technique**, v. 20, p. 21-26, 1983.
- ALBERTNETHY, P.; WILSON, G.; LOGAN, P. Strength and power assessment. **Sports Medicine**, v. 19, p. 401-417, 1995.
- 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 Science**, v. 26, n. 11, p. 191-200, 2008.
- ALBERTY, M.; SIDNEY, M.; PELAYO, P.; TOUSSAINT, H. M. Stroking characteristics during time to exhaustion tests. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 637-644, 2009.
- ALFUTH, M.; ROSENBAUM, D. Long distance running and acute effects on plantar foot sensitivity and plantar foot loading. **Neuroscience Letters**, v. 503, n.1, p. 58-62, 2011.
- ALLARD, F.; BURNETT, N. Skill in Sport. **Canadian Journal of Psychology / Revue canadienne de psychologie**, v. 39, n. 2, p. 294-312, 1985.
- AMIRJANI, N.; THOMPSON, S.; SATKUNAM, L.; LOBAY, G. L. W.; CHAN, K. M. The Impact of Ulnar Nerve Compression at the Elbow on the Hand Function of Heavy Manual Workers. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 17, n. 2, p. 118-123, 2003.
- ARELLANO, R. **Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento y la técnica**. 1992. Tese (Doutorado em Motricidade Humana) – Universidade de Granada, Granada. 1992.
- ARELLANO, R.; PARDILLO, S.; GAVILAN, A. Underwater undulatory swimming: Kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes. In: GIANIKELLIS, K. E. (Ed.). **Proceedings of the XXth international symposium on biomechanics in sports – Applied program – Swimming**. Cáceres: University of Extremadura, 2002. p. 29-41.

ARELLANO, R.; SANCHEZ-MOLINA, J.; NAVARRO, F.; AYMERICH, J. D. Analysis of 100 m Backstroke, Breaststroke, Butterfly and Freestyle Swimmers at the 2001 European Youth Olympic Days. In: Chatard, J. C. (ed.). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint-Etienne: Université de Saint-Etienne, 2003. p. 255-260.

ARELLANO, R.; TERRÉS-NICOLI, J. M.; REDONDO, J. M. Fundamental Hydrodynamics of Swimming Propulsion. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, supl. 2, p. 15–20, 2006.

BARBANTI, V. J. **Dicionário de Educação Física e Esporte**. 3. Ed. São Paulo: Manole, 2011.

BARBOSA; A. C.; ANDRADE, R. M.; MOREIRA, A.; SERRÃO, J. C.; ANDRIES JUNIOR, O. Reprodutibilidade da curva força-tempo do estilo “Crawl” em protocolo de curta duração. **Revista brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 1, p. 37-45, 2012.

BARBOSA, A. C.; MILIVOJ, M. D.; OKICIC, T.; ANDRIES JUNIOR, O. The usefulness of the fully tethered swimming for 50-m breaststroke performance prediction. In: KJENDLIE, P. L; STALLMAN, R. K.; CABRI, J. (Orgs.). **Biomechanics and medicine in swimming XI**. Oslo: Nordbergtrykk, 2010. p. 47-49.

BECKER, T.; HAVRILUK, R. Bilateral and anterior-posterior muscular imbalances in swimmers. **Portuguese Journal of Sports Sciences**, v. 6, supl. 2, p. 327-328, 2006.

BECKER, T. J.; HAVRILUK, R. Quantitative data supplements qualitative evaluations of butterfly swimming. In: KJENDLIE, P. L; STALLMAN, R. K.; CABRI, J. (Orgs.). **Biomechanics and medicine in swimming XI**. Oslo: Nordbergtrykk, 2010. p. 314-316.

BERGER, M. A.; HOLLANDER, A. P.; GROOT, G. Determining propulsive force in front crawl swimming: A comparison of two methods. **Journal of Sports Sciences**, v. 17, n. 2; p. 97-105, 1999.

BELL-KROTOSKI, J. Advances in sensibility evaluation. **Hand Clinical**, v. 7, n. 3, p. 527-546, 1991.

BELL-KROTOSKI, J.; FESS, E. E.; FIGAROLA, J.; HILTZ, D. Threshold detection and Semmes-Weinstein monofilaments. **Journal of Hand Therapy**, v. 4, p. 155-162, 1995.

BIRKE, J. A.; BRANDSMA, J. W.; SCHREUDERS, T. A.; PIEFER, A. A. Sensory testing with monofilaments in Hansen's disease and normal control subjects. **International Journal Leprosy Other Mycobactery Disease**, v. 83, p. 291-298, 2000.

BOOTH, J.; YOUNG, M. Differences in the performance of commercially available 10-g monofilaments. **Diabetes Care**, v. 23, n. 7, p. 984-987, 2000.

BURZYCKA-WILK, D. Effectiveness of learning to swim and the level of coordination of motor abilities. In: ZATON, K.; REJMAN, M.; KWAŚNA, A (eds.). **Science in Swimming III**. Wrocław: Wydawnictwo AWF Wrocław, 2011. p. 48-57

CAMARGO, C. E. R. **Variação da frequência de braçada de um nadador entre a prova de 50 metros livre e sua parcial desta distância na prova de 100 livre**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

CAPPAERT, J. M.; RUSHALL, B. S. **Biomechanical analyses of champion swimmers**. Spring Valley: Sports Science Associates, 1994.

CAPUTO, F.; LUCAS, R. D.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Características da braçada em diferentes distâncias no nado crawl e correlações com a performance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 8, n. 3, p. 7-13, 2000.

CARNAVAL, P. E. **Cinesiologia aplicada aos esportes**. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

CASTRO, F. A. S. **Parâmetros biomecânicos do nado crawl apresentados por nadadores e triatletas**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002.

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. 223-232, 2005.

CASTRO, F. S.; MINGHELLI, F. H.; LOSS, J. F.; GUIMARAES, A. C. Body roll angles in front crawl swimming at different velocities. In: Chatard, J. C. (ed.). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint-Etienne: Université de Saint-Etienne, 2003. p. 111-114.

CASTRO, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MORÉ, F. C.; MOTA, C. B. Relações entre desempenho em 200 m nado crawl e variáveis cinéticas do teste de nado estacionário. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 31, n. 3, p.161-176, 2010.

CATTEAU, R.; GAROFF, G. **O ensino da natação**. São Paulo: Manole, 1990.

CHENG, W.; CHANG-JUN, H.; YONG, Y. Experimental study in applying teaching methods of strengthening the feel for the water of junior grade swimmer. **Journal of Nanjing Institute of Physical Education (Natural Science)**, v. 6, n. 4, p. 78-80, 2007.

CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J. C. A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. **International Journal of Sports Medicine**, v. 21, n. 1, p. 54-59, 2000.

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

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

CHOLLET, D.; SEIFERT, L. M.; LEBLANC, H.; BOULESTEIX, L.; CARTER, M. Evaluation of arm-leg coordination in flat breaststroke. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 7, p. 486-495, 2004.

CHUNG, K. C. Treatment of Ulnar Nerve Compression at the Elbow. **The Journal of Hand Surgery**, v. 33, n. 9; p. 1625-11627, 2008.

CLARYS, J. Electromyography in sports and occupational settings: an update of its limits and possibilities. **Ergonomics**, v. 43, n. 10, p. 1750-1762, 2000.

COLAZO, N. A influência do desenvolvimento da sensibilidade na água, no processo de aprendizagem do estilo crawl de frente, na iniciação aquática para crianças entre 9 e 10 anos. **Lecturas: Educacion Física y Deportes (Revista Digital)**, n. 40, 2001.

COLLINS, S.; VISSCHER, P.; VET, H. C.; ZUURMOND, W. W. A.; PEREZ, R. S. G. M. Reliability of the Semmes Weinstein Monofilaments to measure coetaneous sensibility in the feet of healthy subjects. **Disability and Rehabilitation**, v. 32, n. 24, p. 2019-2027, 2010.

COLWIN, C. M. **Breakthrough Swimming**. Illinois: Human Kinetics Press, 2002.

COLWIN, C. M. **Nadando para o século XXI**. São Paulo: Manole, 2000.

CORAZZA, S. T.; PEREIRA, E. F.; VILLIS, J. M. C. Propriocepção e familiarização ao meio líquido. **Lecturas: Educacion Física y Deportes (Revista Digital)**, n. 82, 2005.

COSTILL, D. L.; KOVALESKI, J.; PORTER, D.; KIRWAN, J.; FIELDING, R.; KING, D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 5, p. 266-270, 1985.

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

CRAIG; A. B. Jr.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, n. 6, p. 625-634, 1985.

DAPPER, M. B. **Reprodutibilidade de três testes para avaliação da sensibilidade da mão em indivíduos assintomáticos.** 2007. Dissertação (Mestrado em Medicina e Ciências da Saúde) – Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre. 2007.

DUDLEY, R. **The Biomechanics of Insect Flight: Form, Function, Evolution.** New Jersey: Princeton University Press, 2000.

DYCK, P. J.; O'BRIEN, P.; KOSANKE, J.; GILLEN, D.; KARNES, J. K. A 4, 2, and 1 stepping algorithm for quick and accurate estimation of cutaneous sensation threshold. **Neurology**, v. 43, n. 8, p. 1508-1512, 1993.

ELFAR, j. c.; YASEEN, Z.; STERN, P. J.; KIEFHABER, T. R. Individual finger sensibility in carpal tunnel syndrome. **The Journal of Hand Surgery**, v. 35, n. 11; p. 1807-1812, 2010.

FAQUIN, A. **Características e interrelação da sensibilidade plantar e do equilíbrio de atletas e não-atletas.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

FAQUIN, A.; CITTADIN, J. N.; PIRES, R.; ESTRÁZULAS, J. A.; MELO, S. I. L. Níveis de sensibilidade plantar de atletas das modalidades de futebol de salão e voleibol femininos. 56ª Reunião Anual da SBPC, Cuiabá, 2004. **Anais da...** Cuiabá: SBPC, 2004

FARAH, B. Q. SILVA, W. C. M.; SANTOS, M. A.; W. V. C. MELO. Análise descritiva do desempenho em uma prova de 100 m nado livre feminino baseada em variáveis biomecânicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 24, n. 4, p. 463-469, 2010.

FARTO, E. R.; CARRAL, J. M. C. La sensibilidad: un factor determinante en el desarrollo de la natación. **Lecturas: Educacion Física y Deportes (Revista Digital)**, n. 34, 2001.

FERNANDES, J. R. P.; LOBO DA COSTA, P. H. Pedagogia da Natação: um mergulho para além dos quatro estilos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, n. 1, p. 5-14, 2006.

FERNANDES, R.; BARBOSA, T. VILAS-BOAS, J. P. Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 4, n. 1, p. 67-79, 2002.

FERREIRA, M. I.; SILVA, A. J.; OLIVEIRA, D. R.; GARRIDO, N. D.; BARBOSA, T.; MARINHO, D. A.; REIS, V. M. Análise dos parâmetros cinemáticos determinantes do desempenho na prova de 200 m nado livre. **Motriz**, v. 18, n. 2, p. 366-377, 2012.

FIGUEIREDO, P.; BARBOSA, T. M.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Energy cost and body centre of mass' 3D intracycle velocity variation in swimming. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 9, p. 3319-3326, 2012.

FIOLKOWSKI, P.; BISHOP, M.; BRUNT, D. WILLIAMS, B. Plantar feedback contributes to the regulation of leg stiffness. **Clinical Biomechanics**, v. 20, n. 9 p. 952-958, 2005.

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

FUGITA, M. Percepção do seu próprio nadar: nadadores deficientes visuais e videntes. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 2, n. 2, p. 71-83, 2003.

FUJIMAKI, Y.; KUWABARA, S.; SATO, Y.; ISOSE, S.; SHIBUYA, K.; SEKIGUCHI, Y.; NASU, S.; NOTO, Y.; TANIGUCHI, J.; MISAWA, S. The effects of age, gender, and body mass index on amplitude of sensory nerve action potentials: Multivariate analyses. **Clinical Neurophysiology**, v. 120, n. 9, p. 1683-1686, 2009.

GANG, J. Analysis on the optimization of competitive ability structure and training prospect of Chinese high level swimming athlete. **Journal of Guangzhou Sport University**, v. 29, n. 4, p. 82-85, 2009.

GATTI, R. G. O.; ERICHSEN, O. A.; MELO, S. I. L. Respostas fisiológicas e biomecânicas de nadadores em diferentes intensidades de nado. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 6, n. 1, p. 26-35, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GILLENSON, S. P.; PARETA, N.; BEAR-LEHMAN, J.; STATON, D. B. The effect of wrist position on testing light touch sensation using the Semmes-Weinstein pressure aesthesiometer: a preliminary study. **Journal of Hand Therapy**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 1998.

GIN, H.; RIGALLEAU, V.; BAILLET, L.; RABEMANATSOA, C. Comparison between monofilament, tuning fork and vibration perception tests for screening patients at risk of foot complication. **Diabetes Metabolic**, v. 28, n. 6, p. 457-461, 2002.

GOMES, L. H. **Comparação entre forças propulsivas efetivas calculada e medida durante um palmateio de sustentação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.

GRECO, J. P.; CHAGAS, M. Considerações teóricas da tática nos jogos desportivos coletivos. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 6, n. 2, p. 47-58, 1992.

GRIMSTON, S. K.; HAY, J. G. Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 18, n. 1, p. 60-68, 1986.

GUANG, C.; XUNZHANG, S.; WANGYU, X.; DONGJI, C. Probing into quantitative evaluation of water feeling by index of efficiency of swimming. **Journal of Tianjin University of Sport**, v. 24, n. 6, p. 533-535, 2009.

GUYTON, A. **Neurociência Básica – anatomia e fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

HALJAND, R. **Technical preparation of swimming starts, turns and strokes**. Tallin University of Education Sciences. Estonia: 1998.

HAVRILUK, R. Validation of a criterion measure for swimming technique. **The Journal of Swim Research**, v. 4, n. 4, p. 11-16, 1988.

HAVRILUK, R. Magnitude of the effect of an instructional intervention on swimming technique and performance. **Portuguese Journal of Sports Sciences**, v. 6, supl. 2, p. 218-220, 2006.

HAVRILUK, R. Performance Level Differences in Swimming: Relative Contributions of Strength and Technique. In: KJENDLIE, P. L.; STALLMAN, R. K.; CABRI, J. (Orgs.). **Biomechanics and medicine in swimming XI**. Oslo: Nordbergtrykk, 2010. p. 321-323.

HAVRILUK, R. Pool-Based Strength Training for Swimming. **Journal of the International Society of Swimming Coaching**, v. 1, n. 4, p. 4-8, 2011.

HAVRILUK, R. **Improving Performance in Swimming: Strength and Technique**. Disponível em: <http://www.coachesinfo.com>. Acesso em: 12 julho 2012.

HAY, J. G. **The Biomechanics of sports techniques**. New Jersey: Prattice-Hall, 1985.

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

HONG, C. Effects of the water perception training of swimming beginners. **Sports Science Research**, n. 4 (artigo 004), 1998.

ITO S.; OKUNO K. A fluid dynamical consideration for arm stroke in swimming. In: Chatard, J. C. (ed.). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint-Etienne: Université de Saint-Etienne, 2003. p. 39-44.

JEFFERIES, S. M.; JEFFERIES, C. M.; DONOHUE, S. The Effect of Real-Time Feedback on Swimming Technique. **Journal of International Society of Swimming Coaching**, v. 2, n. 2, p. 41-47, 2012.

JIMÉNEZ, M. T. O.; ACEVEDO, C. G. Diseño y construcción de un medidor de la fuerza durante la brazada de natación en estilo libre. **Revista Ingeniería Biomédica**, v. 3, n. 6, p. 56-63, 2009.

JOHANNSON, R. S.; VALLBO, A. B. Tactile sensibility in the human hand: relative and absolute densities of four types of mechanoreceptive units in glabrous skin. **The Journal of Physiology**, n. 286, v. 1, p. 283–300, 1979.

JUAN, R. La sensibilidad en el medio acuático. **ISDe Sports Magazine – Revista de entrenamiento**, v. 3, n. 9, 2011.

JUSTHAM, L.; SLAWSON, S. WEST, A.; CONWAY, P.; CAINE, M. HARRISON, R. Enabling Technologies for Robust Performance Monitoring (P10). In: ESTIVALET, M; BRISSON, P. (eds.). **The Engineering of Sport 7 - Vol. 1**. Paris: Springer, 2008. p. 45-54.

JUN, Z.; TAO, H. H. Synchronized swimmers' feel for water. **Journal of Wuhan Institute of Physical Education**, v. 37, n. 5, p. 72-72, 2003.

JUN-XIONG, H. A Discussion on the Practicing Methods to Improve Swimmers' Sense of Water. **Journal of Capital College of Physical Education**, v. 17, n. 4, p. 81-83, 2005.

KALUGAL, E.; ROSTKOWSKA, E. A comparative analysis of changes in tactile sensitivity in men and women practicing selected sports. **Human Movement**, v. 7, n. 2, p. 153-161, 2006.

KALUGAL, E.; ROSTKOWSKA, E. The effect of unique environmental factors on tactile perception in athletes. **Kinesiologia Slovenica**, v. 14, n. 1, p. 5-13, 2008.

KALUGAL, E.; KOSTIUKOW, A.; ANTOSIAK-CYRAK, K.; ROSTKOWSKA, E. Changes in tactile information during sport training in basketball players and swimmers. **Antropomotoryka**, v. 23, n. 61, p. 73-79, 2013.

KESKINEN, K.; KOMI, P.; RUSKO, H. A comparative study of blood lactate tests in swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v. 10, n. 3, p. 197-201, 1989.

KUDO, S.; YANAI, T.; WILSON, B.; TAKAGI, H.; VENNELL, R. Prediction of fluid forces acting on a hand model in unsteady flow conditions. **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 5, p. 1131-1136, 2008.

LAUDER, M. A.; DABNICHKI, P.; BARTLETT, R. M. Improved accuracy and reliability of sweepback angle, pitch angle and hand velocity calculations in swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 34, n. 1, p. 31-39, 2001.

LEBLANC, H.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Arm-leg coordination in recreational and competitive breaststroke swimmers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 3, p. 352-356, 2009.

LEHMAN, L. F.; ORSINI, M. P. B.; FUZIKAWA, P. L.; LIMA, R. C.; GONÇALVES, S. D. **Avaliação Neurológica Simplificada**. Belo Horizonte: ALM International, 1997.

LIGHT, R.; WALLIAN, N. A Constructivist-Informed Approach to Teaching Swimming. **Quest**, v. 60, n. 3, p. 387-404, 2008.

LOSS, J. F.; CASTRO, F. A. S. Forças no meio líquido. In.: LOBO DA COSTA, P. H. **Natação e Atividades Aquáticas**: subsídios para o ensino. Barueri: Manole, 2010. p. 34-46.

MACKIN, E.; THOMINE, J. M.; TUBIANA, R. **Diagnóstico clínico da mão e do punho**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interlivros, 1996.

MAGALHÃES, M. A. A. M. **A eficiência propulsiva e a performance em nadadoras jovens**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. 2010.

MAGIL, R. A. **Motor learning**: concepts and applications. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

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

MAKARENKO, L. P. **Natação**: Seleção de talentos e iniciação desportiva. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

MARCIANO, L. H. C.; GARBINO, J. A. Comparação de Técnicas de Monitoração da Neuropatia Hanseniana: Teste de Sensibilidade e Estudo de Condução Nervosa. **Hansenologia Internationals**, v. 19, n. 2: p. 5-10, 1994.

MARINHO, D. A.; BARBOSA, T. M.; REIS, V. M.; KJENDLIE, P. L.; ALVES, F. B.; VILAS-BOAS, J. P.; MACHADO, L.; SILVA, A. J.; ROUBOA, A. I. Swimming Propulsion Forces Are Enhanced by a Small Finger Spread. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 26, n. 1, p. 87-92, 2010.

MARINHO, P. C. S. **Mensuração da força propulsora mediante o emprego do “nado amarrado” e sua relação com a velocidade básica de nadadores.** 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

MATSUUCHI, K.; MIWA, T.; NOMURA, T.; SAKAKIBARA, J.; SHINTANI, H.; UNGERECHTS, B. E. Unsteady flow field around a human hand and propulsive force in swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 42, n. 1, p. 42-47, 2009.

MAZZOLA, P. N.; JACQUES, M. M. Q.; SILVA, I. F.; CASTRO, F. A. S. Cinemática do nado crawl de nadadores recreacionais. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 16, n. 3, p. 1-20, 2008.

MCGINNIS, P. M. **Biomecânica do Esporte e Exercício.** Porto Alegre: Artmed, 2003.

MINETTI, A. E.; MACHTSIRAS, G.; MASTERS, J. C. The optimum finger spacing in human swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 42, n. p. 2188-2190, 2009.

MING-FEI, Z.; YAN, C.; YI-HUA, Z. Study and Analysis on Body Physique, Physical Function and Water Feeling of Elite Swimmer in China. **China Sport Science and Technology**, n. 5, p. 85-88, 2006.

MORÉ, F. C. **Determinação da coordenação de nado por meio da análise cinética e cinemática no estilo crawl.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

MORÉ, F. C.; CASTRO, F. A. S.; GUIMARÃES, A. C. S. Relação entre força aplicada por braçada e performance em nadadores e triatletas. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Biomecânica.** João Pessoa, 2005.

MOROUÇO, P.; KESKINEN, K. L.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 27, n. 2, p.161-169, 2011.

MURATA, J.; MURATA, S.; HIROSHIGE, J.; OHTAO, H.; HORIE, J.; KAI, Y. The Influence of Age-related Changes in Tactile Sensibility and Muscular Strength on Hand Function in Older Adult Females. **International Journal of Gerontology**, v. 4, n. 4, p. 180-183, 2010.

NORTH COAST. **North Coast™ Semmes-Weinstein Monofilament Instruction**. San Jose: North Coast Medical, 1996.

NORTH COAST MEDICAL INC. **Touch-Test Sensory Evaluator Instructions**. Morgan Hill, 2000.

NOVAK, C. B. Evaluation of Hand Sensibility: a review. **Journal of Hand Therapy**, v. 14, n. 4, p. 266-272, 2001.

OLMOS, P.; CATALAND, S.; O'DORISIO, T.; CASEY, C.; SMEAD, W.; SIMON, S. The Semmes-Weinstein monofilament as a potential predictor of foot ulceration in patients with noninsulin-dependent diabetes. **The American Journal of the Medical Sciences**, v. 309, p. 76-82, 1995.

PALMER, M. L. **A ciência do ensino da natação**. São Paulo: Manole, 1990.

PAPOTI, M.; MARTINS, L.; CUNHA, S.; ZAGATTO, A.; GOBATTO, C. Padronização de um protocolo específico para determinação da aptidão anaeróbia de nadadores utilizando células de carga. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 3, p. 36-42, 2003.

PAULA, P. **Processo de Validação de Teste para Avaliar a Capacidade e o Conhecimento Declarativo no Voleibol: Situações de Ataque de Rede**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência do Treinamento Desportivo) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2001.

PAYTON, C. J.; BARTLETT, R. M. Estimating propulsive forces in swimming from three-dimensional kinematic data. **Journal of Sports Sciences**, v. 13, n.6, p. 447-454, 1995.

PELAYO, P.; WILLE, F.; SIDNEY, M.; BERTHOIN, S.; LAVOIE, J. M. Swimming performances and stroking parameters in non-skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 37, n. 3, p. 187-193, 1997.

PEREIRA, G. S. **Análise da simetria da força de reação de membros superiores durante a braçada do nado borboleta**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2012.

PEREIRA, S. M. **Estudo biomecânico de quatro técnicas de virada com rolamento em provas de nado livre**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto) – Universidade do Porto, Porto. 2009.

PEREZ, A. J.; BASSINI, C. F.; PEREIRA, B. M. F.; SARRO, K. J. Correlação entre variáveis antropométricas e o comprimento e a frequência da braçada de nadadores do Espírito Santo. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 10, n. 1, p. 19-27, 2011.

PLATONOV, V. N.; FESSENKO, S. L. **Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo**. Barcelona: Paidotribo, 1994.

POLLI, V. J.; JACOMEL, G. F.; SOUZA, T. G.; RUSCHEL, C.; SCHUTZ, G. R.; ARAUJO, L. G. ROESLER, H. Análise da frequência e do comprimento de braçada em provas de 50, 100 e 200m costas na natação. **Fitness & Performance Journal**, v. 8, n. 6, p. 417-421, 2009.

PYNE, D. B.; LEE, H.; SWANWICK K. M. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 33, n. 2, p. 291-297, 2001.

RESNICK, R., HALLIDAY, D. **Física**. Rio de Janeiro: ao livro técnico, 1972.

RISCH, O. A.; CASTRO, F. A. S. Desempenho em natação e pico de força em *tethered swimming*. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. São Paulo, 2007.

RITH-NAJARIAN, S.; STOLUSKY, T.; GOHDES, D. M. Identifying diabetic patients at high risk for lower-extremity amputation in a primary health care setting: a prospective evaluation of simple screening criteria. **Diabetes Care**, v. 15, p. 1386-1389, 1992.

ROBINSON, P. P.; SMITH, K. G.; JOHNSON, F. P.; COPPINS, D. A. Equipment and methods for simple sensory testing. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 30, n. 6, p. 387-389, 1992.

ROSÉN, B.; BJÖRKMAN, A. Momentary improvement of hand sensibility by excluding vision. **Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery**, v. 44, n. 6, p. 302-305, 2010.

ROUBOA, A.; SILVA, A.; LEAL, L.; ROCHA, J.; ALVES, F. The effect of swimmer's hand/forearm acceleration on propulsive forces generation using computational fluid dynamics. **Journal of Biomechanics**, v. 39, n. 7, p. 1239-1248, 2006.

SALO, D. RIEWALD, S. A. **Complete conditioning for swimming**. Champaign: Human Kinetics, 2008.

SAMULSKI, D. M. Atenção e Concentração. In: SAMULSKI, D. M. **Psicologia do Esporte**: conceitos e novas perspectivas. Barueri: Editora Manole, 2009. p. 85-106.

SANDERS, R. H. Hydrodynamic Characteristics of a Swimmer's Hand. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 15, n. 1, p. 3-27, 1999.

SCHLEIHAUF, R. E. A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In: TERAUDS, J.; BEDINGFIELD, E. W. (Eds.), **Swimming III**. Baltimore: University Park Press, 1979. p. 70-109.

SCHELEIHAUF, R. E. Swimming skill: A review of basic theory. **Journal of swimming research**, v. 2, n. 2, p. 11-20, 1986.

SCHELEIHAUF, R. E.; HIGGINS, J. R.; HINRICHS, R.; LUEDTKE, D.; MAGLISCHO, C.; MAGLISCHO, E. W.; THAYER, A. Propulsive techniques: Front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke.

In: UNGERECHTS, B. E.; WILKE, K.; REISCHLE, K. (orgs.). **Swimming Science V**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 53-59;

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Motor learning and performance**: A situation-based learning approach. 4. ed. Champaign: Human Kinetics, 2008.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; CHATARD, J. C. Kinematic changes during a 100-m front crawl: effects of performance level and gender. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 10, p. 1784-1793, 2007.

SHARP, R. L.; COSTILL, D. L. Power characteristics of swimmers at the 1982 US senior National Long course swimming championships. **Journal of Swimming Research**, v. 2, n. 2, p. 5-10, 1983.

SHIMOJO, H.; SENGOKU, Y.; TSUBAKIMOTO, S.; TAKAGI, H. The important kinesthesia for enhancement of swimming skill in college swimmers. **Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences**, v. 57, n. 1, p. 201-213, 2012.

SILVA, A. J.; ROUBOA, A. F.; LEAL, L.; ROCHA, J.; MOREIRA, A. M.; REIS, V. M.; VILAS BOAS, J. P. Cálculo da força propulsiva gerada pela mão e antebraço do nadador através da dinâmica computacional de fluidos. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 5, n. 3, p. 288-297, 2005

SMIEJA, M.; HUNT, D. L.; EDELMAN, D. International Cooperative Group for Clinical Examination Research. Clinical examination for the detection of protective sensation in the feet of diabetic patients. **The Journal of General Internal Medicine**, v. 14, n. 7, p. 418-424, 1999.

SOARES, S.; SILVA, R.; ALEIXO, I.; MACHADO, L.; FERNANDES, R. J.; MAIA, J.; VILAS BOAS, J. P.. Evaluation of Force Production and Fatigue using an Anaerobic Test Performed by Differently Matured Swimmers. In: KJENDLIE, P. L.; STALLMAN, R. K.; CABRI, J. (Orgs.). **Biomechanics and medicine in swimming XI**. Oslo: Nordbergtrykk, 2010. p. 291-293.

SOLOVJOVA, J.; SPROGE, E.; VOLKOVA, E. Swimming exercises for stimulating arm pull support reaction. **Lase Journal of Sport Science**, v. 1, n. 2, p. 57-64, 2011.

SOULTANAKIS, H.; PLATANOU, T. The impact of velocity on pull and recovery times and average pull force in freestyle swimming. **Portuguese Journal of Sports Sciences**, v. 6, supl. 2, p. 95-98, 2006.

STANDRING, S. (ed.) **Gray's, anatomia: a base anatômica da prática clínica**. 40. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.

STAROSTA, W. The concept of modern training in Sport. **Studies in Physical Culture and Tourism**, v. 13, n. 2, p. 9-23, 2006.

STAROSTA, W. The muscle relaxation ability and results in sport of world elite competitors. **Antropomotoryka**, v. 49, p. 99-115, 2010.

STAROSTA, W.; ROSTKOWSKA, E.; KOKOSZKA, J. The Concept of "Water Feeling", Its Significance, Determining Conditions and Formation in the Opinion of Coaches of Various Swimming Sports. **Kinesiology**, v. 13, n. 26, p. 17-32, 2003.

STR – SWIM TECHNOLOGY RESEARCH. **Aquanex**. Disponível em: <http://www.swimmingtechnology.com>. Acesso em: 12 outubro 2011.

SUÁREZ, R. A.; MIRKIN, A. Características del proceso metodológico en natación. **Lecturas: Educacion Física y Deportes (Revista Digital)**, n. 25, 2000.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. **Research Methods in Physical Activity**. Champaign: Human Kinetics, 2001.

TOUSSAINT, H. Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 22, n. 3, p. 409-415, 1990.

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

TOUSSAINT, H. M.; HOLLANDER, A. P.; BERG, C. V. D.; VORONTSOV, A. Biomechanics of swimming. In: GARRETT, W. E.;

KIRKENDALL, D. T. (eds.). **Exercise and Sport Science**. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000. p. 639-660.

TOUSSAINT, H. M.; VAN DEN BERG, C.; BEEK, W. J. "Pumped-up propulsion" during front crawl swimming. **Medicine and Science in sports and exercise**, v. 34, n. 2, p. 314-319, 2002.

TRACEY, E. H.; GREENE, A. J.; DOTY, R. L. Optimizing reliability and sensitivity of Semmes–Weinstein monofilaments for establishing point tactile thresholds. **Physiology & Behavior**, v. 105, n. 4, p. 982-986, 2012.

UNGERECHTS, B. E.; SCHACK, T. Mental representation of swimming strokes. **Portuguese Journal of Sports Sciences**, v. 6, supl. 2, p. 341-348, 2006.

WEINSTEIN, S. Fifty Years of Somatosensory Research: From the Semmes-Weinstein Monofilaments to the Weinstein Enhanced Sensory Test. **Journal of Hand Therapy**, v. 6, n. 1, p. 11-22, 1993.

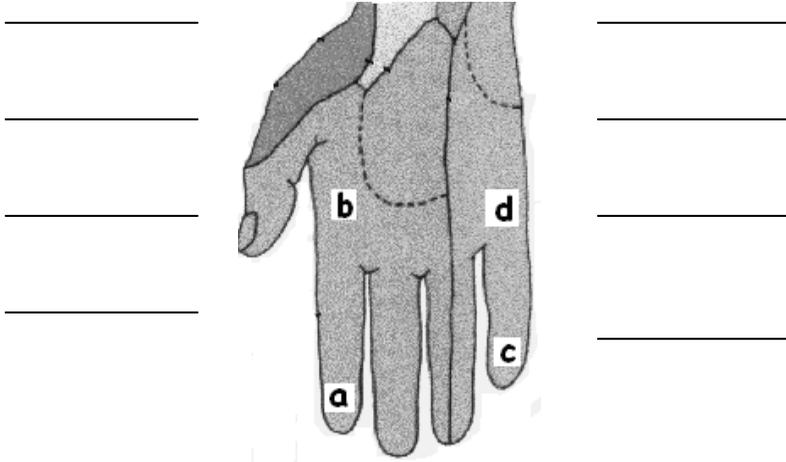
WERLANG, R. G. **Análise da simetria de força na braçada do nado peito**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

WILKE, K. Problems of coordination in swimming: a motor learning approach. **Kinesiology**, v. 2, n. 1, p. 9-18, 1997.

YANAI, T. Stroke frequency in front crawl: its mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. **Journal of Biomechanics**, v. 36, n. 1, p. 53-62, 2003.

## APÊNDICES

APÊNDICE 1: ficha de anotações dos dados de sensibilidade palmar.  
**SENSIBILIDADE PALMAR – MÃO DIREITA**



<b>1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
2	C	B	A	D
<b>3</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
4	D	A	B	C
<b>5</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>
6	B	A	D	C

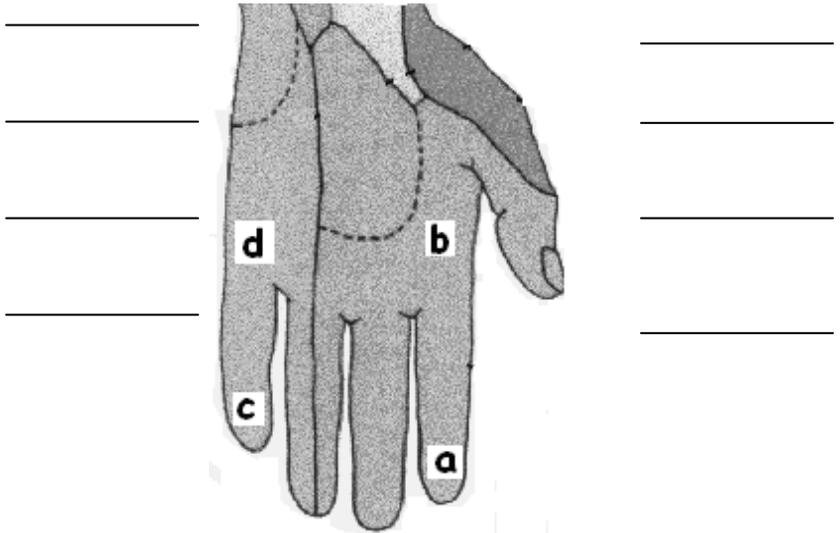
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>1</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
2	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S
<b>3</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
4	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S
<b>5</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
6	S	N	S	S	S	N	S	S	S	S

---



---

## SENSIBILIDADE PALMAR – MÃO ESQUERDA



<b>1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>2</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>D</b>
<b>3</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<b>4</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>5</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>
<b>6</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>C</b>

	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
<b>1</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
<b>2</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
<b>3</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
<b>4</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
<b>5</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
<b>6</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>

APÊNDICE 2: questionário proposto por Shimojo *et al.* (2012) adaptado.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
FÍSICA



**Quando você tem que melhorar a sua forma de nadar, que importância você dá para a sua percepção? Você concentra sua percepção:**

Onde:

**1 = discordo plenamente ~ 4 = indiferente ~ 7 = concordo plenamente**

Questão:	Importância atribuída
1) Na sincronia dos movimentos	1 2 3 4 5 6 7
2) Na sensação tátil de água corrente em torno de seu corpo	1 2 3 4 5 6 7
3) No posicionamento de seus membros Ex.: Posição do seu cotovelo muito alta ou baixa	1 2 3 4 5 6 7
4) Em observar objetos visíveis. Ex.: Se o percurso desenhado pela sua mão está correto ou não	1 2 3 4 5 6 7
5) Na utilização de músculos do seu tronco	1 2 3 4 5 6 7
6) No ritmo dos movimentos	1 2 3 4 5 6 7
7) Nos sons gerados pelo seu movimento. Ex.: Som da pernada na água	1 2 3 4 5 6 7
8) Nas mudanças de velocidade de seus membros	1 2 3 4 5 6 7
9) Nas mudanças de ângulos nas suas articulações	1 2 3 4 5 6 7
10) Na “pegada” da água durante a braçada	1 2 3 4 5 6 7
11) No tempo de duração do movimento	1 2 3 4 5 6 7
12) Na economia do movimento para o confortável	1 2 3 4 5 6 7

## APÊNDICE 3: Ficha de identificação



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO FÍSICA**



Nome: \_\_\_\_\_

Ano de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Idade de início da prática de natação: \_\_\_\_\_ anos

Idade de início de treinamento de natação: \_\_\_\_\_ anos

Altura: \_\_\_\_, \_\_\_\_ m    Massa: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ kg

Envergadura: \_\_\_\_, \_\_\_\_ m

Lateralidade manual:    ( ) Destro    ( ) Sinistro

Melhor estilo de nado:    ( ) Crawl    ( ) Costas    ( ) Peito  
                                  ( ) Borboleta

Principal prova: \_\_\_\_\_

Melhor tempo e prova: \_\_\_\_\_

Melhor tempo em 50 m Livre: \_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_

Sessões de treinamento na piscina na semana: \_\_\_\_\_ x

Metragem média de treino: \_\_\_\_\_ m

Executa exercícios de propriocepção regularmente nos treinos?

( ) Sim    ( ) Não

Se sim, em quantas sessões por semana: \_\_\_\_\_ x

Você tem alguma lesão de ombro, cotovelo e/ou punho?

( ) Sim    ( ) Não.    Se sim, em que região?

---

 Você já teve alguma lesão de ombro, cotovelo e/ou punho?

( ) Sim    ( ) Não.    Se sim, em que região?

Obs.: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

APÊNDICE 4: Rotina desenvolvida em ambiente Matlab (Mathworks Inc., Novi, MI, USA).

```

%% Aquanex matlab analysis

%% Import data
data = xlsread('Dataentry.xls','Plan1');

%% Data
time = data (:,1);
leftHand = data (:,2);
rightHand = data (:,3);
tax = 100;          % Sampling frequency/data rate

%% Plot original data
scrsz = get(0,'ScreenSize');
figure('Name','Aquanex matlab
analysis','NumberTitle','off','Position',[1 1 scrsz(3) scrsz(4)])
plot(time,[leftHand,rightHand]);
grid
title('Original Data')
xlabel('Time [s]')
ylabel('Force [N]')
legend('leftHand','rightHand',0)
h=msgbox('Original Data','Initial');
waitfor(h)
close all

%% FFT plot (original data)
npoints = length (time); % Length of signal or size
NFFT = 2^nextpow2(npoints); % Next power of 2 from length of y
Y = fft(leftHand,NFFT)/npoints;
Z = fft(rightHand,NFFT)/npoints;
f = tax/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
figure('Name','Aquanex matlab
analysis','NumberTitle','off','Position',[1 1 scrsz(3) scrsz(4)])
plot(f,[2*abs(Y(1:NFFT/2+1)),2*abs(Z(1:NFFT/2+1))])
grid
title('Amplitude spectrum')
xlabel('Frequency (Hz)')

```

```

ylabel('Y;Z(f)')
legend('leftHand','rightHand',0)
h=msgbox('Some Interference?','FFT','warn');
waitfor(h)
close all
clear NFFT Y Z f h

```

```
%% Filtering
```

```

fc = 10;                % cut frequency
order = 3;              % order
[b,a] = butter(order,fc/tax,'low'); % index
leftHandF = filtfilt(b,a,leftHand);
rightHandF = filtfilt(b,a,rightHand);
clear leftHand rightHand;
clear a b fc order;

```

```
%% FFT plot (filtered data)
```

```

NFFT = 2^nextpow2(npoints); % Next power of 2 from length
of y
Y = fft(leftHandF,NFFT)/npoints;
Z = fft(rightHandF,NFFT)/npoints;
f = tax/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
figure('Name','Aquanex matlab
analysis','NumberTitle','off','Position',[1 1 scrsz(3) scrsz(4)])
plot(f,[2*abs(Y(1:NFFT/2+1)),2*abs(Z(1:NFFT/2+1))])
grid
title('Amplitude spectrum')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Y;Z(f)')
legend('leftHandF','rightHandF',0)
h=msgbox('Really clean?','FFT','warn');
waitfor(h)
close all
clear NFFT Y Z f h

```

```
%% Save Filtered Data
```

```

xlswrite('Exit.xls',{'time'],'Filtered','A1');
xlswrite('Exit.xls',{'left Hand Filtered'],'Filtered','B1');

```

```

xlswrite('Exit.xls',{ 'right Hand Filtered'},'Filtered','C1');
xlswrite('Exit.xls',time,'Filtered','A2');
xlswrite('Exit.xls',leftHandF,'Filtered','B2');
xlswrite('Exit.xls',rightHandF,'Filtered','C2');
%% Plot data : Left Hand
figure('Name','Aquanex matlab
analysis','NumberTitle','off','Position',[1 1 scrsz(3) scrsz(4)])
plot(leftHandF,'color','red','LineWidth',2);
grid
title('Filtered data')
xlabel('Samples')
ylabel('Force [N]')
legend('leftHandF',0)

%% Select cycles = Left Hand
% CUTCURVE cut the variables in the selected interval.
% Indicates the time interval of the selected cut.
h=msgbox('Choose each two points that limits the interval to cut
cycles','Left Hand','warn');
waitfor(h);
[x,~]=ginput(24);      % choose two points with mouse %(n) n of
cycles*4
x=round(x);
% y=round(y);
close all
linitial=(x*tax)+1;
%lfinal=(x*tax)+1;
Intervals = x;  clear x y h
[leftHandFall] = cutcycles3(leftHandF,Intervals,(length(linitial))/2);
[leftHandFall2]=leftHandFall(:,[1 3 5 7 9 11]);    % according
ginput
[leftHandFmean,~,leftHandFplusSD,leftHandFminusSD] =
meanSD(leftHandFall2,1);
h=msgbox('End','leftHand');
waitfor(h);
close all
clear h leftHandFall linitial

%% Left Hand : Variables

```

```

% Peak Force Values
leftHandPeakForce=max(leftHandFall2);
leftHandPeakForceX=mean(leftHandPeakForce);
leftHandPeakForceSD=std(leftHandPeakForce);
% Mean Force Values
leftHandAvgForce=mean(leftHandFall2);
leftHandAvgForceX=mean(leftHandAvgForce);
leftHandAvgForceSD=std(leftHandAvgForce);
% time
ForceTime1=Intervals(2,1)-Intervals(1,1);
ForceTime2=Intervals(4,1)-Intervals(3,1);
ForceTime3=Intervals(6,1)-Intervals(5,1);
ForceTime4=Intervals(8,1)-Intervals(7,1);
ForceTime5=Intervals(10,1)-Intervals(9,1);
ForceTime6=Intervals(12,1)-Intervals(11,1);
leftHandForceTime=[ForceTime1 ForceTime2 ForceTime3
ForceTime4 ForceTime5 ForceTime6];
clear ForceTime1 ForceTime2 ForceTime3 ForceTime4 ForceTime5
ForceTime6
leftHandAvgForceTime=mean(leftHandForceTime);
leftHandSDForcetime=std(leftHandForceTime);
% impulse
% integral
I=cumsum(leftHandFall2)/100;
[leftHandImpulse]=max(I);
leftHandImpulseMean=mean(leftHandImpulse);
leftHandImpulseSD=std(leftHandImpulse);
%% Save Left Hand data
xlswrite('Exit.xls',{'LEFT HAND'],'Results','A1');
xlswrite('Exit.xls',{'Peak Force'],'Results','A2');
xlswrite('Exit.xls',leftHandPeakForce,'Results','A3');
xlswrite('Exit.xls',{'Peak Force mean'],'Results','A4');
xlswrite('Exit.xls',leftHandPeakForceX,'Results','A5');
xlswrite('Exit.xls',{'Peak force std'],'Results','A6');
xlswrite('Exit.xls',leftHandPeakForceSD,'Results','A7');
xlswrite('Exit.xls',{'Average Force'],'Results','A8');
xlswrite('Exit.xls',leftHandAvgForce,'Results','A9');
xlswrite('Exit.xls',{'Average Force mean'],'Results','A10');
xlswrite('Exit.xls',leftHandAvgForceX,'Results','A11');

```

```

xlswrite('Exit.xls',{'Average Force std'},'Results','A12');
xlswrite('Exit.xls',leftHandAvgForceSD,'Results','A13');
xlswrite('Exit.xls',{'Force time'},'Results','A14');
xlswrite('Exit.xls',leftHandForceTime,'Results','A15');
xlswrite('Exit.xls',{'Force time mean'},'Results','A16');
xlswrite('Exit.xls',leftHandAvgForceTime,'Results','A17');
xlswrite('Exit.xls',{'Force time std'},'Results','A18');
xlswrite('Exit.xls',leftHandSDForcetime,'Results','A19');
xlswrite('Exit.xls',{'Impulse'},'Results','A20');
xlswrite('Exit.xls',leftHandImpulse,'Results','A21');
xlswrite('Exit.xls',{'Impulse mean'},'Results','A22');
xlswrite('Exit.xls',leftHandImpulseMean,'Results','A23');
xlswrite('Exit.xls',{'Impulse std'},'Results','A24');
xlswrite('Exit.xls',leftHandImpulseSD,'Results','A25');
xlswrite('Exit.xls',{'LEFT HAND'},'mean curve','A1');
xlswrite('Exit.xls',{'mean curve'},'mean curve','A2');
xlswrite('Exit.xls',{'mean minus SD'},'mean curve','B2');
xlswrite('Exit.xls',{'mean plus SD'},'mean curve','C2');
xlswrite('Exit.xls',leftHandFmean,'mean curve','A3');
xlswrite('Exit.xls',leftHandFminusSD,'mean curve','B3');
xlswrite('Exit.xls',leftHandFplusSD,'mean curve','C3');
clear leftHandFall2
clear leftHandPeakForce leftHandPeakForceX
leftHandPeakForceSD
clear leftHandAvgForce leftHandAvgForceX leftHandAvgForceSD
clear leftHandFmean leftHandFminusSD leftHandFplusSD
leftHandFSD
clear leftHandForceTime leftHandAvgForceTime
leftHandSDForcetime Intervals
clear leftHandImpulse leftHandImpulseMean leftHandImpulseSD I
clear leftHandF

%% Plot data : Right Hand
figure('Name','Aquanex matlab
analysis','NumberTitle','off','Position',[1 1 scrsz(3) scrsz(4)])
plot(rightHandF,'color','blue','LineWidth',2);
grid
title('Filtered data')
xlabel('Samples')

```

```

ylabel('Force [N]')
legend('rightHandF',0)

%% Select cycles = Right Hand
% CUTCURVE cut the variables in the selected interval.
% Indicates the time interval of the selected cut.
h=msgbox('Choose each two points that limits the interval to cut
cycles','Right Hand','warn');
waitfor(h);
[x,~]=ginput(2);          % choose two points with mouse
x=round(x);
% y=round(y);
close all
linitial=(x*tax)+1;
%lfinal=(x*tax)+1;
Intervals = x;  clear x y h
[rightHandFall] =
cutcycles3(rightHandF,Intervals,(length(linitial))/2);

[rightHandFall2]=rightHandFall(:,[1 3 5 7 9 11]);

[rightHandFmean,~,rightHandFplusSD,rightHandFminusSD] =
meanSD(rightHandFall2,1);
h=msgbox('End','rightHand');
waitfor(h);
close all
clear h rightHandFall linitial scrsz

%% Right Hand : Variables
% Peak Force Values
rightHandPeakForce=max(rightHandFall2);
rightHandPeakForceX=mean(rightHandPeakForce);
rightHandPeakForceSD=std(rightHandPeakForce);
% Mean Force Values
rightHandAvgForce=mean(rightHandFall2);
rightHandAvgForceX=mean(rightHandAvgForce);
rightHandAvgForceSD=std(rightHandAvgForce);
% time
ForceTime1=Intervals(2,1)-Intervals(1,1);

```

```

ForceTime2=Intervals(4,1)-Intervals(3,1);
ForceTime3=Intervals(6,1)-Intervals(5,1);
ForceTime4=Intervals(8,1)-Intervals(7,1);
ForceTime5=Intervals(10,1)-Intervals(9,1);
ForceTime6=Intervals(12,1)-Intervals(11,1);
rightHandForceTime=[ForceTime1 ForceTime2 ForceTime3
ForceTime4 ForceTime5 ForceTime6];
clear ForceTime1 ForceTime2 ForceTime3 ForceTime4 ForceTime5
ForceTime6
rightHandAvgForceTime=mean(rightHandForceTime);
rightHandSDForcetime=std(rightHandForceTime);
% impulse
% integral
I=cumsum(rightHandFall2)/100;
[rightHandImpulse]=max(I);
rightHandImpulseMean=mean(rightHandImpulse);
rightHandImpulseSD=std(rightHandImpulse);
%% Save Right Hand data
xlswrite('Exit.xls',{'RIGHT HAND'],'Results','H1');
xlswrite('Exit.xls',{'Peak Force'],'Results','H2');
xlswrite('Exit.xls',rightHandPeakForce,'Results','H3');
xlswrite('Exit.xls',{'Peak Force mean'],'Results','H4');
xlswrite('Exit.xls',rightHandPeakForceX,'Results','H5');
xlswrite('Exit.xls',{'Peak force std'],'Results','H6');
xlswrite('Exit.xls',rightHandPeakForceSD,'Results','H7');
xlswrite('Exit.xls',{'Average Force'],'Results','H8');
xlswrite('Exit.xls',rightHandAvgForce,'Results','H9');
xlswrite('Exit.xls',{'Average Force mean'],'Results','H10');
xlswrite('Exit.xls',rightHandAvgForceX,'Results','H11');
xlswrite('Exit.xls',{'Average Force std'],'Results','H12');
xlswrite('Exit.xls',rightHandAvgForceSD,'Results','H13');
xlswrite('Exit.xls',{'Force time'],'Results','H14');
xlswrite('Exit.xls',rightHandForceTime,'Results','H15');
xlswrite('Exit.xls',{'Force time mean'],'Results','H16');
xlswrite('Exit.xls',rightHandAvgForceTime,'Results','H17');
xlswrite('Exit.xls',{'Force time std'],'Results','H18');
xlswrite('Exit.xls',rightHandSDForcetime,'Results','H19');
xlswrite('Exit.xls',{'Impulse'],'Results','H20');
xlswrite('Exit.xls',rightHandImpulse,'Results','H21');

```

```

xlswrite('Exit.xls',{'Impulse mean'],'Results','H22');
xlswrite('Exit.xls',rightHandImpulseMean,'Results','H23');
xlswrite('Exit.xls',{'Impulse std'],'Results','H24');
xlswrite('Exit.xls',rightHandImpulseSD,'Results','H25');
xlswrite('Exit.xls',{'RIGHT HAND'],'mean curve','E1');
xlswrite('Exit.xls',{'mean curve'],'mean curve','E2');
xlswrite('Exit.xls',{'mean minus SD'],'mean curve','F2');
xlswrite('Exit.xls',{'mean plus SD'],'mean curve','G2');
xlswrite('Exit.xls',rightHandFmean,'mean curve','E3');
xlswrite('Exit.xls',rightHandFminusSD,'mean curve','F3');
xlswrite('Exit.xls',rightHandFplusSD,'mean curve','G3');
clear rightHandFall2
clear rightHandPeakForce rightHandPeakForceX
rightHandPeakForceSD
clear rightHandAvgForce rightHandAvgForceX
rightHandAvgForceSD
clear rightHandFmean rightHandFminusSD rightHandFplusSD
rightHandFSD
clear rightHandForceTime rightHandAvgForceTime
rightHandSDForcetime Intervals
clear rightHandImpulse rightHandImpulseMean
rightHandImpulseSD I
clear rightHandF

%% Clear
clear time tax data npoints
%% Save matlab data
save('TarefaGustavo');

```



**ANEXOS**

ANEXO 1: Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos/CEPSH da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Sensibilidade palmar de nadadores e suas relações com parâmetros biomecânicos de desempenho

**Pesquisador:** Saray Giovana dos Santos

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 14761213.2.0000.0121

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 334.325

**Data da Relatoria:** 13/05/2013

**Apresentação do Projeto:**

Projeto de doutorado para avaliar sensibilidade palmar e influência no desempenho de nadadores de competição em Santa Catarina (SENSIBILIDADE PALMAR DE NADADORES E SUAS RELAÇÕES COM PARÂMETROS BIOMECÂNICOS DE DESEMPENHO)

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar a sensibilidade palmar e a importância atribuída a cinestesia/propriocepção ao meio líquido de nadadores de diferentes níveis técnicos.

**Objetivos específicos**

- ¿ Identificar e comparar os níveis de sensibilidade palmar entre nadadores de diferentes níveis técnico;
- ¿ Verificar e comparar a importância atribuída a cinestesia/propriocepção ao meio líquido pelos nadadores de diferentes níveis técnico;
- ¿ Relacionar os níveis de sensibilidade palmar com indicadores de eficiência do nado;
- ¿ Relacionar os níveis de sensibilidade palmar com indicadores de desempenho na fase propulsiva da braçada

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima  
Bairro: Trindade CEP: 88.040-900  
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
Telefone: (48)3721-0206 Fax: (48)3721-9696 E-mail: cep@reitoria.ufsc.br

Continuação do Parecer: 334.325

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O consentimento livre e esclarecido é claro e fornece todas as informações relacionadas ao estudo para os participantes. Os mesmos podem declinar de participar do estudo a qualquer momento.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Estudo transversal, não intervencional para obter dados de performance em nadadores de competição tendo como variável de estudo a sensibilidade plantar de nadadores.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os documentos necessários para aprovação estão corretos.

**Recomendações:**

Não se aplicam.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Recomendo aprovação.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Analisado e discutido em reunião os membros do CEP decidiram pela aprovação do presente projeto.

FLORIANOPOLIS, 16 de Julho de 2013

---

Assinador por:  
Yimar Correa Neto  
(Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima  
Bairro: Trindade CEP: 88.040-900  
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
Telefone: (48)3721-9206 Fax: (48)3721-9696 E-mail: cep@reitoria.ufsc.br

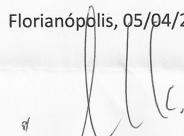
## ANEXO 2: Declaração de concordância da entidade promotora dos campeonatos.



### DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Federação Aquática de Santa Catarina – FASC e seus afiliados, tomei conhecimento do projeto de pesquisa: Sensibilidade palmar de nadadores e suas relações com parâmetros biomecânicos de desempenho, e cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para o desenvolvimento deste projeto, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 05/04/2013.

  
**Marcelo Peixoto Amin**  
 Presidente - FASC

**83 808 147/0001 - 307**  
 FASC - Federação Aquática de Santa Catarina  
 Rua dos Maracanãs, 01 - Complexo Aquático Unisul  
 PEDRA BRANCA - CEP 88.137 - 200  
 D11 L177A - SC

FEDERAÇÃO AQUÁTICA DE SANTA CATARINA  
 CNPJ 83.808.147/0001-30  
 Av. dos Maracanãs, 01 - Complexo Aquático da Unisul  
 Pedra Branca - Palhoça/SC - CEP 88.137-200  
 FONE/FAX: (48) 3283-5828  
 www.aquaticasc.com.br

