

Proposta de padronização para a distância de análise do desempenho da virada no nado *crawl*

Proposal for standardization of the distance for analysis of freestyle flip-turn performance

Graziela Aveline Silveira 1
Luciana Gassenferth Araujo 1
Elinai dos Santos Freitas 1
Gustavo Ricardo Schütz 1
Thiago Gonsaga de Souza 1
Suzana Matheus Pereira 1
Helio Roesler 1

Resumo – Com as contínuas pesquisas sobre virada na natação são verificadas necessidades de padronizar métodos e protocolos utilizados para a avaliação. Este estudo objetivou propor uma padronização para a distância de análise do desempenho da virada na natação. Participaram 11 nadadores (16 ± 3 anos) velocistas de ambos os sexos. Com uma plataforma de força foram obtidas as variáveis: Pico de Força (PF) e Tempo de Contato (TC). Com cinco filmadoras obteve-se tempo de virada em 15 m (TV15m), tempo de virada em 10 m (TV10m), distância antes da virada (DAV), distância de retomada de nado (DRN) e tempo sem nado (TSN). Foi utilizada estatística com $p < 0,01$. O valor médio para o PF foi de 1075 N e para o TC de 0,32 s. As variáveis TV10m e TV15m registraram média de 5,52 e 8,81 s, respectivamente. As variáveis PF e TC tiveram relação com o desempenho da virada nas distâncias de 10 e 15 m. Entretanto esta relação apresenta-se mais forte ao analisar o tempo sem nado, que contempla as fases da virada. Confirmou-se que as variáveis PF e TC têm relação com o desempenho da virada para as distâncias de 10 e 15 m. Foi observado que a 10 m é suficiente avaliar atletas com características técnicas semelhantes aos deste estudo. Outros nadadores com diferentes características técnicas, tal como um maior aproveitamento da fase submersa sugere-se ao pesquisador utilizar a medida de 15 metros (5 m antes e 10 m após a virada).

Palavras-chave: Biomecânica; Nado *crawl*; Virada; Natação.

Abstract – The ongoing research on freestyle flip turns requires the standardization of assessment methods and protocols. The objective of this study was to propose a standardization of the distance used for the analysis of flip-turn performance. Eleven swimmers of both genders (16 ± 3 years) participated in the study. Peak force (PF) and contact time (CT) were measured using a force platform. Five camcorders were installed to determine the flip-turn time at a distance of 15 (TT15) and 10 m (TT10), distance before the turn, distance to regain stroke, and time without stroke. Each swimmer performed eight flip turns. The level of significance was set at $p < 0.01$. Mean PF was 1075 N and mean CT was 0.32 s. Mean TT10 and TT15 were 5.52 and 8.81 s, respectively. PF and CT were associated with flip-turn performance at distances of 10 and 15 m. However, this association was stronger when analyzing time without stroke, which is part of the flip-turn phases. In conclusion, PF and CT were associated with flip-turn performance at distances of 10 and 15 m. A distance of 10 m was found to be sufficient to evaluate athletes with technical characteristics similar to those of this study. The use of the 15-m distance is recommended for swimmers with different technical characteristics, such as a longer underwater phase.

Key words: Biomechanics; *Crawl*; Flip turn; Swimming.

1 Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Florianópolis, SC, Brasil.

Recebido em 07/07/10
Revisado em 16/09/10
Aprovado em 03/11/10



INTRODUÇÃO

A natação é um esporte em constante aprimoramento, seja pelos recursos utilizados no treinamento e em avaliações no desenvolvimento técnico dos seus fundamentos¹. A virada no nado livre constitui um tema de discussão no meio científico e tem-se defendido sua importância em provas nas quais este fundamento é utilizado²⁻⁴.

Com a evolução e o contínuo desenvolvimento de pesquisas envolvendo a virada na natação, verifica-se a necessidade de padronizar métodos de avaliação, bem como protocolos a serem utilizados. Hubert *et al.*⁵ ressaltam a importância da aplicação de critérios e protocolos para análises de fundamentos na natação a fim de aperfeiçoar procedimentos, evitando coletas de dados muito demoradas e pouco produtivas.

A distância para começar e terminar a análise da virada é um exemplo de parâmetro sem padronização e protocolos definidos, com divergências entre pesquisadores, sendo avaliada a virada em 10m, considerando 5m antes e 5m após a virada^{3,6,7}; em 7,5 m (2,5 x 5,0 m)^{8,9}; em 15 metros (7,5 x 7,5 m)^{2,10,11}; e em 15 metros (5,0 x 10,0 m)^{7,12}.

O tempo de virada pode influenciar no tempo total de prova em piscinas de 25 m, podendo atingir de 20 a 38% do tempo total de uma prova, dos 50m para os 1500 m livre, respectivamente¹³. Torna-se importante, então, a análise de fatores relacionados ao desempenho da virada, ou seja, variáveis que podem influenciar o tempo, como o Pico de Força^{5,14} e o Tempo de Contato^{3,5,12,15}, além de ângulos entre os segmentos¹², velocidades^{3,16} e distâncias³. Contudo, para medir tempo de virada, é preciso definir um ponto inicial e um ponto final comum entre as análises do tempo de virada, para possíveis comparações.

Dentro deste contexto, este estudo teve como objetivo propor uma padronização para a distância de análise do desempenho da virada no nado livre, a partir de indicadores biomecânicos, e correlacionar esses indicadores com o desempenho.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participaram do estudo 11 nadadores velocistas (seis homens e cinco mulheres), escolhidos de maneira intencional, com tempo de treinamento de, no mínimo, 3 anos e domínio da técnica de execução da virada com rolamento do nado *crawl*. Os nadadores tinham médias de idade de 16 ± 3 anos, massa corporal de $63,4 \pm 8,9$ kg, estatura $172,6 \pm 8,0$ cm, e média de tempo (em prova de 50 m livre em piscina

de 25 m) de $26,93 \pm 2,76$ s para os homens e $28,90 \pm 1,72$ s para as mulheres. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), sob o número de referência 48/2008.

Para aquisição dos dados dinamométricos, foi utilizada uma plataforma de força subaquática extensométrica¹⁴ (Figura 1. “a”) e também, um sistema formado por placa condicionadora de sinais, conversor A/D e computador (Figura 1. “b”), desenvolvidos com base nos estudos de Roesler¹⁴. O *software* de aquisição de dados utilizado foi o Sistema de Aquisição de Dados SAD 32 Bits. A frequência de aquisição foi de 600 Hz.

A plataforma de força foi acoplada a um suporte para sua fixação dentro da piscina totalmente submersa, no plano vertical, encostada na parede de virada da raia três. O suporte tem a finalidade de sustentar a plataforma, possui um formato em “L”, com as dimensões de 0,70 m por 0,54 m. A altura da plataforma com o suporte é de 0,20 m, ficando a tampa da plataforma afastada 0,20 m da parede da piscina. Para que a faixa preta do fundo da piscina fique na distância oficial da parede da piscina (plataforma de força), foi feita uma adaptação recuando-a 0,20 m (Figura 1. “c”).

Uma moldura nas dimensões 2,24 x 1,22 x 0,20 m (largura x altura x espessura) foi acoplada à parede da piscina, envolvendo a plataforma de força. Esta moldura tem a finalidade de “mascarar” a plataforma, fornecendo aos nadadores segurança e a sensação de estarem tocando a parede da piscina normalmente (Figura 1. “d”).

Entre os indicadores biomecânicos do desempenho da virada, optou-se pelas variáveis dinamométricas: Pico de Força (PF): maior valor registrado da força aplicada pelo nadador na parede/plataforma de força, apresentado na forma absoluta em Newton [N] e na forma normalizado pelo peso corporal [PFn], durante a execução da virada; Tempo de Contato (TC): tempo em que o nadador mantém contato com a parede/plataforma de força, obtido pela subtração do tempo final (t_f) de contato pelo tempo inicial de contato (t_i) [s] dos pés.

Os dados dinamométricos foram tratados no próprio Sistema de Aquisição de Dados – SAD 32 Bits, a partir da seguinte rotina: (1) aplicação do coeficiente de calibração e filtragem (filtro passa baixa FFT tipo *Butterworth*, frequência de corte 30 Hz); (2) verificação do PF; (3) normalização pelo peso corporal; (4) verificação do PFn; (5) verificação do TC.

Inicialmente, foi verificada a relação destas variáveis com o tempo de virada em 15 m – TV15m (7,5

x 7,5 m), e tempo de virada em 10 m – TV10m (5,0 x 5,0 m), variáveis cinemáticas adquiridas utilizando duas câmeras de vídeo, sendo: Câmera 1: posicionada a 5,0 m (Figura 1. “e”) e Câmera 2: a 7,5 m da parede da piscina (Figura 1 – “f”). As câmeras estavam perpendiculares à piscina e como marcador para as distâncias de 5,0 e 7,5 m, foram utilizadas cordas de nylon (Figura 1. “g”), em toda extensão da piscina, perpendicularmente à orientação das raia. O desempenho foi determinado pelo tempo decorrido desde o instante em que a cabeça do nadador atinge a marca da distância referida em direção à borda da piscina (t_i), executa a virada e retorna a marca (t_r), obtido por meio da contagem dos quadros a partir do (t_i) até o (t_r), multiplicado pelo valor 1/30 (frequência de aquisição de imagens de 30 Hz), [s].

Num segundo momento, buscando minimizar o possível efeito do tempo de nado sobre o desempenho na virada, utilizaram-se três câmeras de vídeo submersas, para obtenção das variáveis distância antes da virada (DAV) e distância de retomada de nado (DRN), dispostas da seguinte forma: Câmera 3 a 1,8 m (Figura 1 – “h”, campo de visão de 0,0 à 3,9 m), Câmera 4 a 4,6 m (Figura 1. “i”, campo de visão de 2,5 à 6,7 m), e Câmera 5 a 8,7 m da parede da piscina (Figura 1. “j”, campo de visão de 6,6 à 10,8 m). DAV foi determinada pelo instante final da fase de aproximação e início da fase de rotação e DRN determinada pelo instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível da mão na fase de apoio da braçada. Foi utilizado um calibrador de 3,0 m com marcações a cada 0,50 m longitudinalmente e o programa DgeeMe versão 0.98b para determinação das variáveis. Também foi determinado o tempo sem nado (TSN), definido pelo tempo decorrido ($x_i - x_r$) entre DAV (x_i) até DRN (x_r), com os mesmos procedimentos utilizados em TV15m e TV10m. Todas as câmeras foram sincronizadas através de um LED (*Light Emitting Diode*) que possibilitou a visualização do instante em que eram acionadas as lâmpadas, simultaneamente, pelas 5 câmeras digitais. Este sinal luminoso sincronizou todas as câmeras e estava interligado ao sistema de aquisição de dados dinamométricos, sendo todos acionados ao mesmo tempo pelo mesmo dispositivo.

A coleta de dados foi realizada nas dependências da piscina do CEFID/UEDESC, sendo a sessão de treinamento programada pelo técnico da equipe, procurando familiarizar os nadadores com a situação de coleta de dados e equipamentos, tendo as seguintes ações: a) orientação dos procedimentos da coleta de dados e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Consentimento

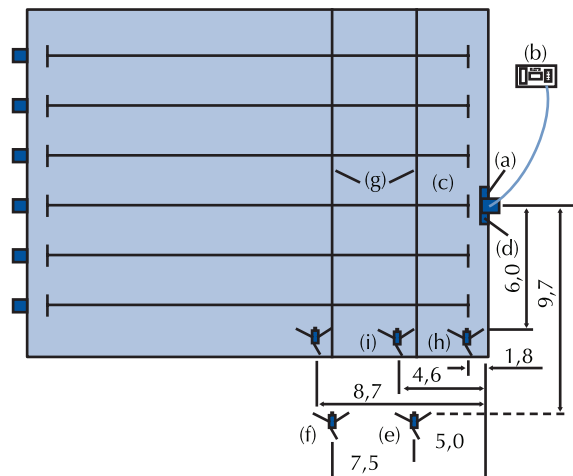


Figura 1. Layout da piscina para aquisição de dados: a) plataforma de força subaquática; b) sistema de aquisição de dados; c) “maquiagem” no fundo da piscina; d) moldura; e) câmera 1; f) câmera 2; g) cordas de nylon; h) câmera 3; i) câmera 4; j) câmera 5.

para Fotografias, Vídeo e Gravações; b) mensuração das características antropométricas massa corporal e estatura; c) realização do aquecimento estabelecido pelo técnico e algumas execuções de virada sobre a plataforma de força para adaptação ao instrumento; d) execução de oito viradas para cada nadador sequencialmente, com intervalo de 5 min entre cada execução. Cada nadador partia da parede da piscina, embaixo do bloco de partida, nadando *crawl* e atingia a velocidade máxima nos 12,5 m da parede de viradas, realizava a virada e mantinha a velocidade até os 12,5 m, diminuindo até chegar ao local de partida.

Para a caracterização dos dados, foi utilizada a estatística descritiva com a identificação dos valores de média (\bar{X}), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV). Não sendo verificada a normalidade dos dados (Shapiro-Wilk; $p > 0,05$), optou-se pela utilização da correlação de Spearman ($\rho = 0,05^*$; $\rho = 0,01^{**}$), como referência da relação entre os indicadores biomecânicos de desempenho e o TV15m e TV10m, assim como para o TSN. Para o processamento estatístico, foi utilizado o pacote estatístico SPSS for Windows 11.0®.

RESULTADOS

Na Tabela 1, são apresentados os resultados dos indicadores biomecânicos de desempenho da virada, assim como o TV10m e o TV15m.

Para determinar a distância para análise da virada, optou-se pela estratégia de análise da DAV e da DRN, sendo, neste estudo, de $1,61 \pm 0,27$ m e $3,76 \pm 0,89$ m, respectivamente, o TSN, composto unicamente pelos eventos que representam as fases da virada descritas.

Os percentuais médios de tempo de nado e tempo de virada sob esta perspectiva, assim como para 10 e 15 m, são apresentados na Figura 2.

Tabela 1. Valores das variáveis PF, PFn, TC, TV10m e TV15m (n = 88).

	Pico de Força [N]	Pico de Força normalizado [N/N]	Tempo de Contato [s]	Tempo de Virada em 10m [s]	Tempo de Virada em 15m [s]
\bar{X}	1075	1,72	0,32	5,52	8,82
S	302	0,35	0,08	0,57	0,79
CV	28%	20,3%	25,0%	10,3%	9,0%

\bar{X} = média; s = desvio padrão; CV% = coeficiente de variação.

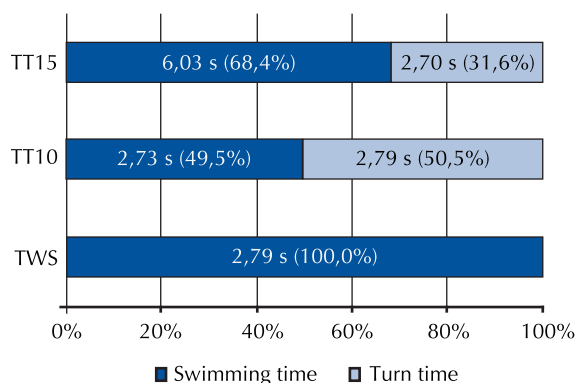


Figura 2. Percentuais médios de tempo de nado e tempo de virada de acordo com a distância analisada.

Verificou-se que o percentual de nado para a distância de 10m foi de 49,5% que representa mais o gesto da virada do que nos 15 m, que foi de 68,4%, representando mais gesto de nado.

Tendo em vista as variáveis citadas em outros estudos^{3,5,6,7,16} como importantes a serem consideradas na avaliação das viradas, foi realizada a correlação entre PF, TC com o TV15m, TV10m e TSN, expressa através dos valores de “ ρ de Spearman” e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de “ ρ de Spearman” entre TV15m, TV10m e TSN com o PF, PFn e TC.

	Pico de Força	Pico de Força normalizado	Tempo de Contato
Tempo de Virada em 15m	-0,775 **	-0,632 **	0,507 **
Tempo de Virada em 10m	-0,808 **	-0,676 **	0,553 **
Tempo Sem Nado	-0,836 **	-0,802 **	0,656 **

Conforme apresentado na Figura 3, a seguir, observa-se a correlação negativa das variáveis PF e

TSN, bem como o valor do R^2 explicou 63% do tempo sem nado, resultado da força aplicado na plataforma.

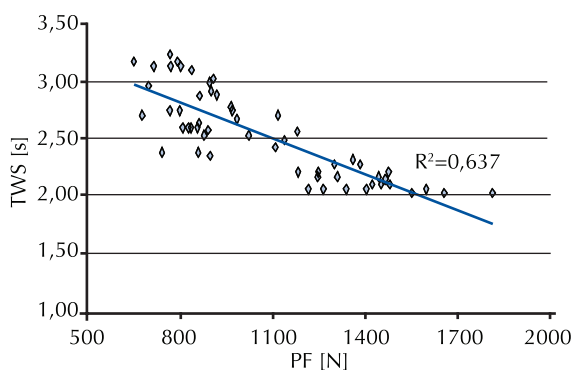


Figura 3. Gráfico de dispersão com a linha de tendência e valor do R^2 .

DISCUSSÃO

Na natação, o desempenho de um nadador é medido pelo tempo gasto para percorrer uma determinada distância¹⁰⁻¹³. Dentre as variáveis que podem influenciar o desempenho na virada estão a força máxima que o nadador aplica na parede da piscina^{5,6,15}, a duração desta força^{5,15}, os ângulos entre os segmentos¹², velocidades e distâncias^{7,15}. Contudo, este trabalho focou em verificar o comportamento das variáveis PF, PFn e TC e propor uma padronização para a distância de análise do desempenho da virada no nado livre.

Na literatura, é comum os dados de força serem apresentados normalizados pelo peso corporal do sujeito, para esse estudo, optou-se em apresentar o PF não-normalizado e normalizado, para efetuar comparações com outros estudos.

Os dados obtidos neste estudo para o PFn são semelhantes aos encontrados por Pereira⁴ e Araujo *et al.*¹⁰, que observaram valores médios de 1,38 N/N e 1,78, respectivamente. Em relação ao TC, observou-se um valor médio de 0,32 s entre os nadadores, estando de acordo com estudo de Lyttle e Mason² que encontraram a mesma média. É importante ressaltar que os estudos citados compararam nadadores com características semelhantes em relação ao desempenho. A variável TV10m registrou média próxima a de Lyttle *et al.*², que obtiveram a média de tempo de 5,07s. Para o TV15m, registrou-se média de 8,81 s, valor intermediário entre os estudos de Lyttle e Mason² e Hubert *et al.*⁵, que obtiveram valores médios de 7,97 e 8,11 s, respectivamente, e o de Araújo *et al.*¹⁰, que registrou 9,06 s.

A descrição e análise das viradas de acordo com Haljand¹², constituem um sistema de movimentos, composto por fases que são delimitadas por ações

claras e determinadas, que incluem movimentos do corpo todo. O fundamento da virada inicia, segundo a literatura, com a fase de aproximação, quando o nadador se aproxima da borda da piscina, dirige seu olhar à frente, considerando a distância que o separa da borda para realizar a braçada final antes da fase de rolamento. Na sequência, estando o nadador submerso, ocorrem as fases de impulsão, deslizamento e por último, a fase de retomada do nado iniciada quando a velocidade da ação de deslizamento diminuir até sua velocidade normal de nado, instante em que o nadador deve reiniciar o seu ciclo normal de braçadas e pernadas¹³.

Observaram-se relações mais fortes entre os indicadores PF, PFn e TC, preconizados como importantes para o desempenho na virada^{5,12,15}. Isto corrobora a ideia destas variáveis realmente influenciarem no desempenho da virada.

Uma combinação, conforme citam Hubert *et al.*⁵ e Araujo *et al.*⁷, entre um grande pico de força em um menor tempo de contato pode produzir grande aceleração, com $r = -0,42$ e $r = -0,643$, respectivamente, pois a força é diretamente proporcional a aceleração, ou seja quanto maior a força, maior a aceleração no instante em que o nadador deixa a borda, contribuindo para o desempenho na virada. Lyttle *et al.*¹⁵ e Cronin *et al.*¹⁶ também citam que viradas mais rápidas são resultado de PF maiores e TC menores, onde o tempo de contato com a parede deve ser mínimo, entretanto, deve-se realizar uma força suficiente para uma efetiva fase de impulsão.

Quando correlacionado o PF e PFn com o desempenho da virada, tanto com TV10m como no TV15m, observou-se um coeficiente de correlação negativo e significativo, indicando que maiores valores de pico máximo de força correspondem a menores tempos de virada, corroborando a literatura anteriormente apresentada. Da mesma forma com o TC, observou-se que quanto menor for o tempo de contato menor será o tempo de virada para ambas as distâncias.

Entretanto, quando da análise de um número maior de nadadores e/ou em eventos, um padrão de distância permite a comparação entre os nadadores. Alguns estudos já apresentam esta preocupação, considerando diferentes distâncias antes e após a virada, como Kjendlie *et al.*⁷ e Haljand¹² que avaliaram nadadores de alto nível competitivo e utilizaram 15 m, sendo 5 m antes e 10 m após, isto porque nadadores com estas características têm maior aproveitamento da fase submersa, já que a regra permite que esta fase seja de até 15 m.

Uma análise dos nadadores, anterior ao evento a ser avaliado, poder-se-ia verificar a DAV e DRN, quantificando as distâncias ideais para a análise da virada. Foi observado neste estudo que a DAV média de 1,61 m é consideravelmente menor que os 5 m observados em estudos anteriores, e quando a DRN é dependente do aproveitamento da fase submersa pelo nadador.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos neste estudo, confirma-se que as variáveis pico máximo de força (PF) e Tempo de Contato (TC), têm relação com o desempenho da virada nas distâncias de 10 metros (TV10m) e 15 metros (TV15m). Além destas, a variável tempo sem nado se mostrou igual para ambas as distâncias de avaliação, o que comprova que os gestos da virada podem ser medidos de maneira suficiente já na distância dos 10 m.

Para determinação da distância mais adequada para obtenção do tempo de desempenho na virada, observou-se que 10 m são suficientes para avaliar atletas com as características técnicas semelhantes às deste estudo, tendo em vista que ao se avaliar o desempenho em 15 m, verificou-se que em mais da metade do tempo o atleta está nadando, ou seja, não está mais na ação da virada propriamente dita.

Portanto, sugere-se que para atletas com as características técnicas deste estudo seja adotada a distância de análise da virada de 10 m (5 m antes e 5 m depois) e outros nadadores com diferentes características técnicas, com maior aproveitamento da fase submersa, sugere-se que seja adotada a medida de 15 m, sendo 5m antes da virada e 10m após a virada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Cossor J, Blanksby B, Elliott B. The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. *J Sci Med Sport* 1999;2(2):106-16.
2. Lyttle A, Mason B. A kinematic and kinetic analysis of the freestyle and butterfly turns. *J Swimming Res* 1997;12:7-11.
3. Prins JH, Patz A. The influence of tuck index, depth of foot-plant, and wall contact time on the velocity of push-off in the freestyle flip turn. *Rev Port Cien Desp* 2006;6(Supl.2):82-5.
4. Pereira SM, Araujo LG, Freitas E, Gatti R, Silveira G. Biomechanical analysis of the turn in front crawl swimming. *Rev Port Cien Desp* 2006;6(Supl.2):77-9.
5. Hubert M, Roesler H, Araujo LG, Pereira SM, Santos LM, Schutz GR. Influência de Variáveis Dinâmicas no Tempo de Execução da Virada no Nado Crawl. In: *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Ouro Preto, Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais; 2003. p. 207-210.

6. Blanksby B, Gathercole DG, Marshall RN. Force plate and video analysis of tumble turn by age-group. *J Swimming Res* 1996;11:40-45.
7. Kjendlie PL, Haljand R, Fjortoft O, Stallman RK. The temporal distribution of race elements in elite swimmers. *Rev Port Cien Desp* 2006;6(Supl.2):54-6.
8. Blanksby B, Skender S, Elliott B, McElroy K, Landers G. An analysis of the rollover backstroke turn by age-group swimmers. *Sports Biomech* 2004;3(1):1-14.
9. Blanksby B, Simpsom JR, Elliot B, McElroy K. Biomechanical factors influencing breaststroke turns by age-group swimmers. *J Appl Biomech* 1998;14(2):181-9.
10. Araujo LG, Pereira SM, Gatti r, Freitas ES, Jacomel GF, Roesler H. Analysis of the lateral push-off in the Freestyle flip turn. *J Sport Sci* 2010;28(11):1175-1181.
11. Arellano R, Brown P, Cappaert J, Nelson R. Analysis of 50, 100 and 200 m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *J Appl Biomech* 1994;10:189-9.
12. Haljand, R. Technical preparation of swimming starts turns and stroke. Estonia: Talliwn University of Education Sciences; 1998.
13. Maglischo EW. *Swimming even faster*. Mountain View: Mayfield Publishing Company; 1993.
14. Roesler H, Haupenthal A, Schütz GR, Souza PV. Dynamometric analysis of the maximum force applied in aquatic human gait in 1,3 of immersion. *Gait & Posture* 2006;24:412-7.
15. Lyttle A, Blanksby B, Elliott C, Lloyd D. Investigating kinetics in the freestyle flip turn push-off. *J Appl Biomech* 1999;15:242-52.
16. Cronin J, Jones J, Frost D. The relationship between dry-land power measures and tumble turn velocity in elite swimmers. *J Swimming Res* 2007;17:17-23.

Endereço para correspondência

Thiago Gonsaga de Souza
Rua Santa Clara, 540. Barreiros
CEP 88113-200 – São José, SC. Brasil
E-mail: gonzaga_tgs@yahoo.com.br