

GRAZIELA AVELINE SILVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA COLETA DE
DADOS DA VIRADA NO NADO CRAWL**

FLORIANÓPOLIS – SC

2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - CEFID
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

GRAZIELA AVELINE SILVEIRA

**PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA COLETA DE
DADOS DA VIRADA NO NADO CRAWL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação: Mestrado em Ciências do Movimento Humano, do Centro de Ciências da Saúde e do Desporto– CEFID – da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC - como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano - Biomecânica.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Hoesler

FLORIANÓPOLIS – SC
2007

GRAZIELA AVELINE SILVEIRA

PROPOSIÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA COLETA DE DADOS DA VIRADA NO NADO CRAWL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências do Movimento Humano, do Centro Ciências da Saúde e do Desporto – CEFID, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Hélio Hoesler
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:

Prof. Dr. Sebastião Iberes Lopes Melo
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Aluisio Otávio Vargas Ávila
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Oscar Erichsen

Florianópolis, 01/11/2007

RESUMO

Este estudo teve como objetivo propor uma metodologia para realização de coletas de dados na virada no nado Crawl, através de métodos de medições biomecânicas levando em consideração a distância para análise da performance e o número de execuções. É caracterizado como um estudo descritivo. Os dados foram coletados nas dependências da piscina do CEFID/UFES e tratados no Laboratório de Pesquisas em Biomecânica aquática da mesma instituição. Os sujeitos da pesquisa foram 11 nadadores da Equipe da Academia Limit, Florianópolis, SC, federados junto a Federação Aquática de Santa Catarina (FASC). Para coleta de dados foram utilizadas seis câmeras filmadoras ($f=30\text{Hz}$) e uma plataforma de força subaquática, acoplada a um suporte para fixação na parede da piscina e embutida em uma moldura com a finalidade de fornecer aos atletas a sensação de estarem tocando na parede da piscina. Cada nadador realizou 8 execuções. Os dados dinamométricos foram processados pelo sistema SAD 32 e os cinemáticos por softwares de edição de imagem. Variáveis analisadas: pico de força (PMn), tempo de contato (TC), impulso (Imp), tempo de virada em 10 metros (TV10M) e tempo de virada em 15 metros (TV15m). Foi utilizada estatística descritiva e para relacionar as variáveis foi utilizado o teste de Spearman ($p<0,05$). Para determinar o número de execuções foi utilizado o teste U de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, assim como valores de média acumulada e coeficiente de variação acumulado. Através dos resultados foi possível observar que para avaliar um grupo de atletas com características semelhantes as dos atletas deste estudo, a performance na virada deve ser verificada em 10 metros, pois quando analisada a performance em 15 metros, 67% do tempo total de virada corresponde ao nado, enquanto que ao se analisar a performance em 10 metros, o tempo de nado representa 48% do tempo total de virada. Considerando a performance em 10 metros facilita a coleta de dados, utilizando menor número de câmeras focando a análise na virada propriamente dita e não na fase de nado. Com relação ao número de execuções, todos os testes utilizados para comparar os grupos de execuções não mostraram diferenças. Entretanto, os valores de coeficiente acumulado apresentaram graficamente uma estabilização a partir da terceira repetição. Através dos valores de média acumulada foi observado que quando o número de execuções aumenta, a performance da virada diminui, o que poderia ser relacionado a fadiga do nadador. Portanto, sugere-se que a performance da virada, seja avaliada com quatro execuções (uma a mais que observada nos resultados), como forma de segurança para o pesquisador.

PALAVRAS CHAVES: natação, virada, nado Crawl, Biomecânica.

ABSTRACT

This study aimed to propose, through biomechanical methods, a procedure for swimming turns analysis, regarding the distance of performance measurement and the number of executions. The study was characterized as descriptive. Data collection was carried out at the swimming pool of CEFID/UDESC and in Aquatic Biomechanics Research Laboratory. The sample was composed by 11 subjects of Limit Swimming Team, from Florianópolis, SC, all of them associated to the Aquatic Federation of Santa Catarina (FASC). Six video cameras ($f = 30\text{Hz}$) and an underwater force plate were used. Because of its thickness, the force plate was placed in a frame in order to simulate the real conditions of the swimming pool wall. Each swimmer performed 8 turns. Dynamic data were analyzed in SAD 32 System and kinematic data were analyzed through image edition software. Analyzed variables: normalized force peak (PMn), contact time (TC), impulse (Imp), total turn time in 10 meters (TV10m) and total turn time in 15 meters (TV15m). Descriptive statistics was used to present data and the relationship between the variables was verified through Spearman's test ($p < 0,05$). In order to determine the number of executions, Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test were used, and also values of accumulated average and accumulated coefficient of variation. The results showed that for athletes with the same characteristics of the analyzed swimmers, the turn performance should be measured in 10 meters, because when analyzing turn performance in 15 meters, 67% of total time corresponds to stroke time, while in the 10 meters analysis, stroke time represents 48% of total turn time. Besides, the relationship between the PMn, TC and Imp with turn performance is very similar when comparing TV10m and TV15m. On this way, considering turn performance in 10 meters, one could collect data with fewer cameras and still the evaluation would be focused on turn actions and not on the stroke phase. Regarding the number of executions, all of the tests comparing groups of executions showed no difference. Otherwise, the values of accumulated coefficient of variation graphically showed stabilization starting on the third execution. The values of accumulated average showed that increasing the number of executions, the turn performance decreases, which could be related to swimmer's fatigue. So, one suggest that for turn performance analysis, as a safety procedure, four executions should be performed (one more than results observed) in order to be able to ignore a non-valid one.

KEYWORDS: swimming, turn, front Crawl swimming, biomechanics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Curva de força normalizada pelo peso corporal X Tempo. Indicação das variáveis Pico Máximo de Força (PM), Tempo Inicial (ti), Tempo Final (tf) e Tempo de Contato (TC).	17
Figura 2	Exemplo de uma curva de força normalizada pelo tempo (força X tempo). A área sob a curva, em azul, é a variável impulso (IMP).	17
Figura 3	Imagem da medida da distância quando a mão do nadador atinge a água antes da rotação.	18
Figura 4	Imagem da medida da distância de retomada de nado quando é observado primeiro movimento da fase de apoio da primeira braçada.	19
Figura 5	Esquema da passagem do nadador nos 7,5 metros na ida e na volta após a virada.	19
Figura 6	Esquema da passagem do nadador nos 5 metros na ida e na volta após a virada.	20
Figura 7	Ilustração da fase de aproximação.	24
Figura 8	Ilustração da fase de rolamento.	25
Figura 9	Ilustração da fase de impulsão.	27
Figura 10	Ilustração da fase de deslizamento	28
Figura 11	Ilustração da fase de retomada de nado	29
Figura 12	Imagem da moldura que envolve a plataforma de força.	42
Figura 13	Imagem da adaptação da faixa preta no fundo da piscina.	42
Figura 14	Imagem da caixa estanque	43
Figura 15	Foto da caixa estanque como tripé para filmagem subaquática fixada ao suporte	44
Figura 16	Imagem da câmera 5.	45
Figura 17	Imagem do calibrador, no instante da calibração.	46

Figura 18	Esquema do layout da piscina no dia da coleta (1 – Câmera 1; 2 – Câmera 2; 3 – Câmera 3; 4 – Câmera 4 –; 5 – Câmera 5; 6- Câmera 6; a – sistema de aquisição de dados; b – Plataforma de força.	48
Figura 19	Imagem da passagem do nadador nos 5 metros na ida (a) e na volta (b) após a virada.	50
Figura 20	Coefficiente de variação acumulado das variáveis pico máximo de força (PMn), tempo de contato (TC), Impulso (Imp), tempo de virada em 10 metros (TV10m) e tempo de virada em 15 metros (TV15m).	57
Figura 21	Média acumulada para as variáveis temporais com relação ao número de repetições e o tempo de virada em 10 metros.	58
Figura 22	Média acumulada para as variáveis temporais com relação ao número de repetições e o tempo de virada em 15 metros.	59
Quadro 1	Divisão da virada no nado Crawl em fases de acordo com alguns autores.	23
Quadro 2	Protocolo de medidas utilizado em campeonatos internacionais	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características dos sujeitos da pesquisa.	40
Tabela 2	Média, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis: Pico máximo de força (PMn), tempo de contato (TC), impulso (Imp), distância antes da virada (DAN), distância de retomada de nado (DIN), tempo de virada em 10 metros (TV10m) e tempo de virada em 15 metros (TV15m).	52
Tabela 3	Valores de “ ρ de Spearman” para a correlação das variáveis independentes com a variável dependente tempo de virada em 15 metros.	54
Tabela 4	Valores de “ ρ de Spearman” para a correlação das variáveis independentes com a variável dependente tempo de virada em 10 metros.	54
Tabela 5	Média, desvio padrão e coeficiente de variação da distância antes da virada (DAN) e distância de retomada de nado (DIN) e a média dos percentuais de nado para as variáveis: tempo de virada em 10 metros (TV10m) e tempo de virada em 15 metros (TV15m).	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PM – Pico máximo de força

TC – Tempo de contato

IMP – Impulso

Ti – Tempo de contato inicial

Tf – Tempo de contato final

TV10m – Tempo de virada em 10 metros

TV15m – Tempo de virada em 15 metros

CBDA – Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos.

DAN – distância antes da virada

DIN – distância de retomada de nado

FINA – Federação Internacional de Natação Amadora.

m – metros

CV – coeficiente de variação

s – desvio padrão

s – segundos

\bar{X} – média

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problema	14
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	Justificativa	14
1.4	Definição das Variáveis	15
1.4.1	Variáveis Dinamométricas	16
1.4.2	Variáveis Cinemáticas	18
1.5	Delimitação do Estudo	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Performance da Virada no Nado Crawl.	21
2.2	Descrição da Técnica de Virada no Nado Crawl	22
2.3	Diferentes Procedimentos para Análise da Virada	29
2.3.1	Distância para análise da virada	30
2.3.2	Número de execuções	32
2.3.3	Posicionamento das câmeras	32
2.4	Estudos Biomecânicos da Virada na Natação	33
3	MÉTODO	40
3.1	Caracterização da Pesquisa	40
3.2	Sujeitos da Pesquisa	40
3.3	Instrumentação	41
3.3.1	Dinamometria	41
3.3.2	Cinemetria	43
3.3.2.1	Câmaras Submersas	44

3.3.2.2	Câmaras Fora da Água	44
3.4	Procedimento de coleta de dados	46
3.4.1	Procedimentos Preliminares	46
3.4.2	Coleta de Dados Propriamente Dita	47
3.5	Tratamento dos Dados	49
3.6	Tratamento Estatístico	50
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	52
4.1	Determinação da Distância mais adequada para Análise da Performance de Virada	52
4.2	Determinação do Número Mínimo de Execuções para Análise da Virada	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	62
7	ANEXOS	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

A natação é um esporte em constante aprimoramento, seja pela técnica biomecânica dos estilos 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 a melhor *performance* dos nadadores (Araújo *et al.*, 2001; Martins, 2001). Isto significa que o nadador precisa não somente nadar rápido, mas também executar rapidamente e com perfeição as saídas e viradas se houverem (Guimarães e Hay, 1985).

A fim de identificar meios mais eficientes de superar as adversidades impostas pelo meio líquido, profissionais da área têm recorrido aos recursos biomecânicos como a cinemetria e a dinamometria. Atualmente são poucas as publicações científicas sobre a biomecânica no nado competitivo no Brasil, chegando ao ponto de nadadores brasileiros serem avaliados por profissionais biomecânicos de outros países (Araújo, 2004).

Entre as carências dos estudos biomecânicos, as viradas constituem um tema de muita discussão, pois são decisivas em provas com grande número de viradas, e, portanto, fundamentais para a *performance* dos atletas. A otimização deste gesto vem sendo avaliada por alguns pesquisadores. Blanksby *et al.* (1996) analisaram a técnica de virada no nado Crawl e Daniel *et al.* (2002), analisaram os parâmetros cinéticos e cinemáticos das viradas dos diferentes nados.

Pioneiro no estudo biomecânico do nado em Santa Catarina, o Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática – CEFID/UDESC desenvolveu alguns estudos direcionados à natação, inclusive sobre a virada (e.g. Araújo *et al.*, 2001). Os primeiros passos foram desenvolvidos por Martins (2001) através da caracterização das dinâmicas decorrentes da virada com rolamento. Este trabalho alertou sobre a importância de variáveis como pico máximo de força, tempo de contato e impulso durante o gesto de virada. Recentemente, Pereira *et al.* (2006) analisaram a contribuição das variáveis dinâmicas e cinemáticas na performance das viradas no nado Crawl.

Com o decorrer de novos testes biomecânicos verificou-se a necessidade de padronizar as metodologias de avaliação, bem como os protocolos. Hubert (2005) ressalta a aplicação de critérios e protocolos para análises de viradas, uma vez que os atletas tendem há esperar muito tempo durante as coletas.

Muitos parâmetros ainda estão sem uma padronização ou com protocolos definidos, como por exemplo, a distância utilizada para a obtenção do tempo de virada. A variação desta distância pode ser verificada nos trabalhos de Troup *et al.* (1990) utilizando 7,5 metros antes e após a virada, sendo 2,5 metros antes da virada e 5 metros após a virada; Blanksby (1998, 2004), Araújo *et al.* (2003), Prins *et al.* (2006) que usaram 10 metros e Lyttle *et al.* (1997), Maañon *et al.* (2003), Roesler (2006) e Pereira *et al.* (2006) que utilizam a distância de 15 metros.

O nado crawl é aquele com maior destaque nas competições. Portanto, tornar as viradas executadas deste nado mais eficientes é um dos principais objetivos de técnicos e atletas. Segundo Maglisho (1999) o tempo de virada influencia de 20% a 38% no tempo total de uma prova, o que justifica a intensificação de estudos de padronização e protocolos da virada.

Dentro deste contexto, formulou-se o seguinte questionamento: “Qual o procedimento adequado para realizar as coletas de dados das viradas para o nado Crawl em relação à distância para obtenção do tempo de performance, ao número de execuções, e às variáveis mais importantes na medição das viradas?”.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar um procedimento para realização de coletas de dados na virada no nado Crawl.

1.2.2 Objetivos Específicos

Determinar qual a distância adequada para avaliar a performance da virada;

Determinar o número mínimo de execuções necessárias para a avaliação da virada no nado Crawl.

Verificar a contribuição de variáveis biomecânicas com a performance de viradas no nado Crawl;

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Araújo (2004) a virada é um dos fundamentos da Natação pouco trabalhados por técnicos e nadadores, entretanto, o tempo de virada influencia muito no tempo total de uma prova, podendo atingir de 20% a 38% (MAGLISCHO, 1999) dependendo da distância total da prova. Para nadadores e técnicos estudar a virada e incluí-la em programas de treinamento seria algo fundamental.

Com a evolução da tecnologia, e consequentemente da biomecânica, em qualquer esporte, a busca pela melhor *performance* de atletas em competições de alto nível cresceu. Procura-se então, a utilização dos recursos biomecânicos, bem como, suas técnicas de análise para tentar melhorar a *performance* de atletas de alto nível em natação. Para isto, em relação às viradas, se faz necessário definir um protocolo de coletas, visando possibilitar a comparação entre fatores que influenciam na *performance*, sendo que a determinação efetiva dos procedimentos torna-se importante para estudos biomecânicos.

A padronização das coletas facilita o procedimento reduzindo o tempo e os erros da pesquisa. Este trabalho permite intensificar os estudos sobre a virada na natação, e assim, capacitar pesquisadores da área a avaliar novos parâmetros de performance para os atletas de alto nível.

Este estudo segue uma seqüência dos trabalhos realizados pelo Laboratório de Biomecânica Aquática – CEFID/UEDESC, visto que atualmente estamos estudando o nado Crawl e que para realizar uma coleta de virada se faz necessário um protocolo para cada estudo, tornando os estudos lentos e trabalhosos, havendo então, uma necessidade de padronizar os procedimentos de coleta da virada. Portanto, este trabalho torna-se importante, pois a criação de um protocolo pré-determinado e testado irá diminuir o tempo de coletas, padronizar os dados obtidos e otimizar as coletas do gesto da virada na natação.

A natação está entre as modalidades esportivas mais difundidas e populares do mundo. A preparação de nadadores de alto nível, capazes de estabelecer recordes mundiais e com chances de vitória nas competições mais concorridas, é realizada em muitos países. Este fato, já é suficiente para mostrar como é grande a concorrência e como deve ser eficaz o método de preparação dos nadadores.

Observa-se que nos últimos anos, o nível e o volume de conhecimento nesta área vem aumentando, naturalmente, a generalização e sistematização dessas informações, a fim de transformá-las em recomendações para aplicação prática, são uma forma eficaz de aumento da qualidade da preparação de nadadores de alto nível.

1.4 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

a) Número de execuções: definida conceitualmente como a quantidade de viradas a serem realizadas pelos sujeitos da pesquisa para a coleta de dados, e operacionalmente foi obtida através de teste estatístico.

b) Distância de performance: definida conceitualmente como a distância, em metros, que a cabeça do atleta deve atingir, fazer a virada, e voltar passando novamente com a cabeça no mesmo ponto. Operacionalmente foi obtida através dados cinemáticos (percentuais) e de teste estatístico.

Para possibilitar a identificação das variáveis acima descritas, foram selecionadas e avaliadas variáveis que, quando combinadas, são consideradas

determinantes da performance de virada (tempo de virada), obtidas através dos métodos de dinamometria e cinemetria.

1.4.1 Variáveis dinamométricas

As variáveis obtidas por este método são medidas de força em função do tempo, e são representadas graficamente numa função. Operacionalmente são adquiridas através de uma plataforma de força subaquática (Roesler, 1997) e processadas com o sistema SAD 32 Bits versão 2.61.05mp (Silva e Zaro, 2001). Após aquisição e processamento dos dados obtidos os resultados são visualizados através de gráficos (Figura 1) de força (normalizada em função da massa corporal) versus o tempo, fornecendo as seguintes variáveis:

a) Pico de força (PMn): definida como maior valor registrado da força aplicada pelo nadador na plataforma durante a execução da virada no nado Crawl. Unidade de medida: Newtons (N). Operacionalmente o sinal é adquirido em milivolts (mV) é zerado e transformado em Newtons (N) através da multiplicação do sinal pelo coeficiente de calibração da plataforma. O sinal em Newtons (N) é normalizado, ou seja, dividido pelo peso corporal de cada nadador, e é verificado através do valor máximo adquirido no eixo y, expresso em N/N (Araujo, 2004).

b) Tempo de contato (TC): definido como o tempo em que o nadador mantém contato com a plataforma de força. Unidade de medida: segundos (s). Operacionalmente é obtido pela subtração do tempo inicial (Ti) de contato dos pés do nadador com a plataforma de força do tempo final de contato (Tf) (Araujo, 2004).

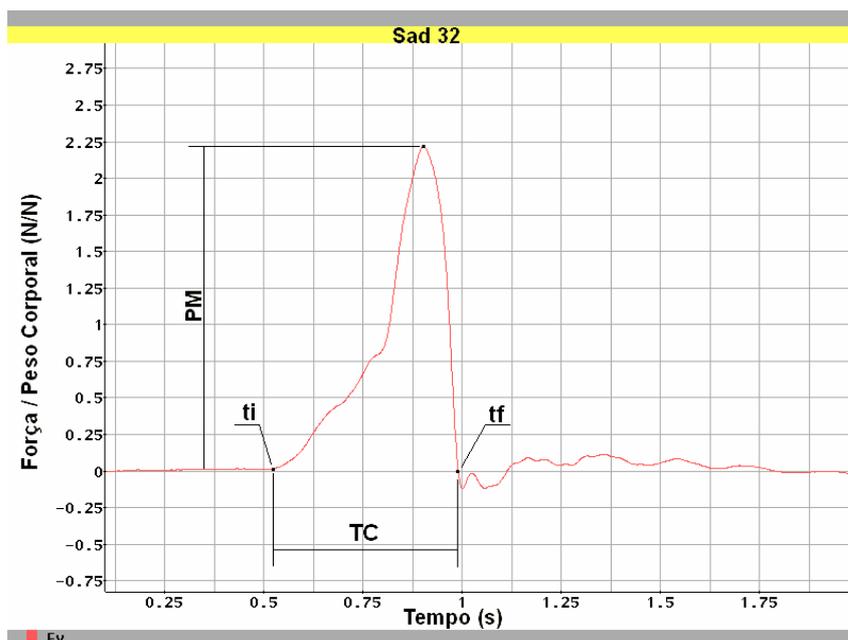


Figura 1 - Curva de força normalizada pelo peso corporal X Tempo. Indicação das variáveis Pico Máximo de Força (PM), Tempo Inicial (ti), Tempo Final (tf) e Tempo de Contato (TC).

c) Impulso (Imp): definido como a integral de uma força durante o intervalo de tempo em que ela atua (Resnick e Halliday, 1972). Unidade de medida: N.s/N. Operacionalmente foi determinado através da integração numérica da curva Força X Tempo de T_i a T_f , efetuada no programa SAD 3.2 (Figura 2).

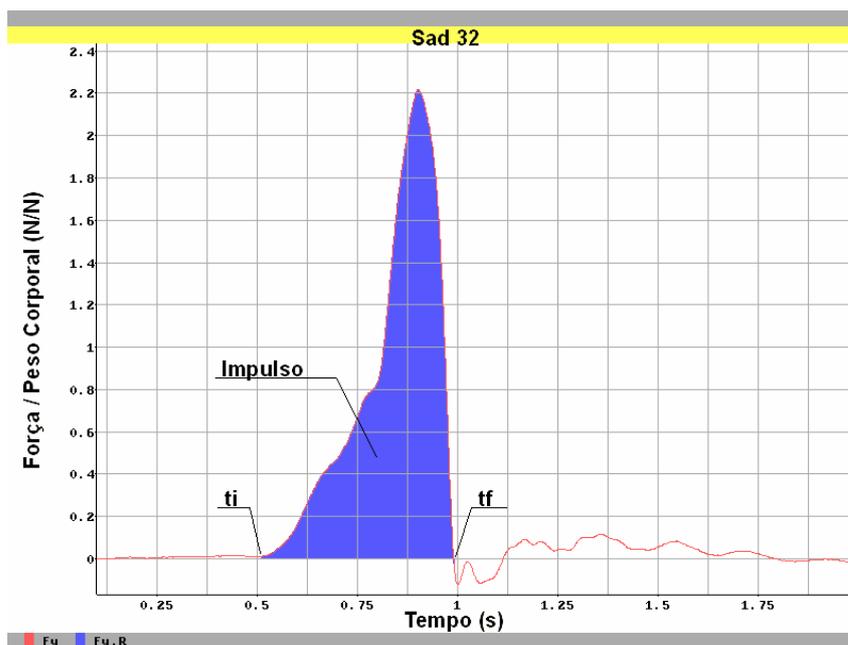


Figura 2 - Exemplo de uma curva de força normalizada pelo tempo (força X tempo). A área sob a curva, em azul, é a variável impulso (IMP).

1.4.2 Variáveis Cinemáticas

As variáveis observadas através da cinemetria foram definidas pelo deslocamento de determinados pontos no plano bidimensional. As imagens foram adquiridas através de câmeras de vídeo e analisadas através de softwares de edição de imagens, possibilitando a identificação das seguintes variáveis:

b) Distância antes da virada (DAN): definida como a distância entre a cabeça do nadador até a parede, no momento do final da fase de aproximação e início da fase de rotação, última braçada antes da virada propriamente dita (Figura 3). Unidade de medida: metros (m). Operacionalmente, foi obtida pela identificação da distância da borda de virada até o instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível ao final da fase de aproximação e início da fase de rotação, detectados durante a aquisição.

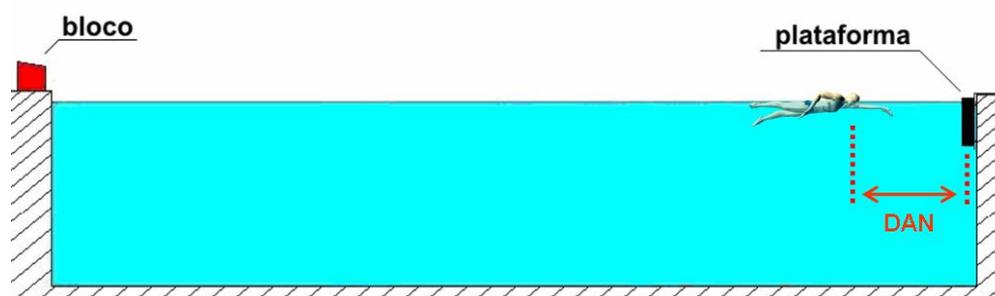


Figura 3 - Imagem da medida da distância quando a mão do nadador atinge a água antes da rotação.

c) Distância de retomada de nado (DIN): definida como a distância da fase de deslizamento, ou seja, anterior ao nado, medida a partir da borda de virada até a cabeça do nadador no início da fase de apoio da primeira braçada (Figura 4). Unidade de medida: metros (m). Operacionalmente, foi obtida pela identificação da distância da borda de virada até o instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível da mão da fase de apoio da braçada.

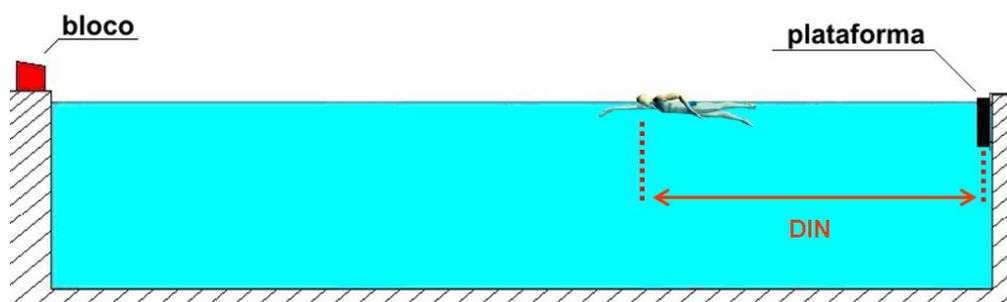


Figura 4 - Imagem da medida da distância de retomada de nado quando é observado primeiro movimento da fase de apoio da primeira braçada.

d) Tempo de Virada em 15 metros (TV15m): definida como tempo decorrido desde o instante em que a cabeça do nadador atinge os 7,5 metros finais em direção a borda da piscina, executa a virada e retorna até os 7,5m (Figura 5). Unidade de medida: segundo (s). Operacionalmente foi obtido com a utilização do programa *InterVideo, Inc. WinProducer, versão 3*, através da contagem dos quadros, a partir do instante em que a cabeça do nadador atinge a linha dos 7,5 metros até atingir novamente os 7,5 metros após a realização da virada.

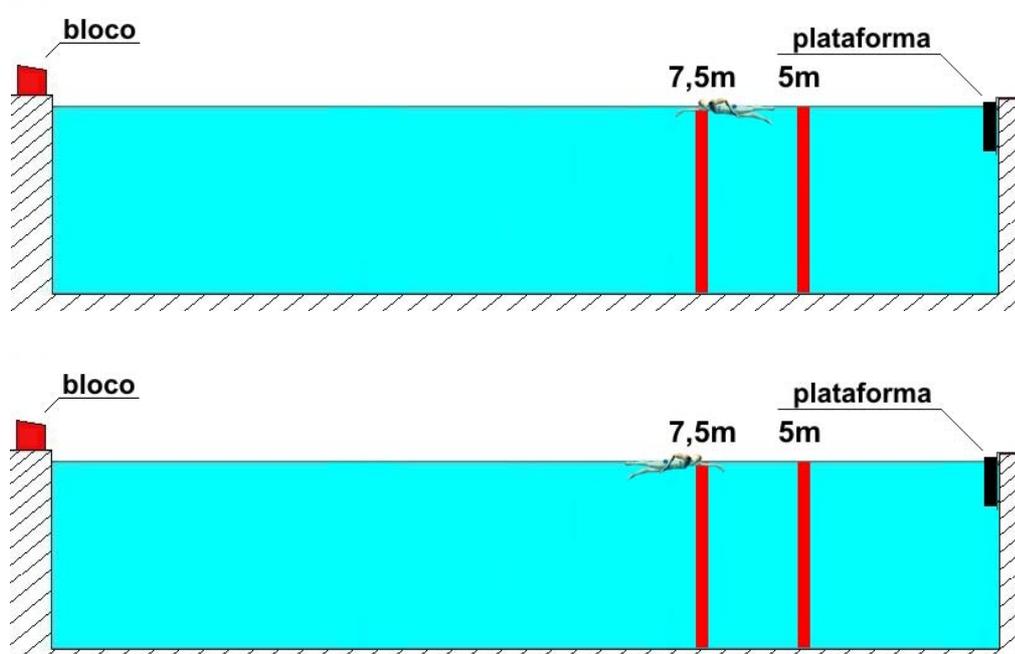


Figura 5 - Esquema da passagem do nadador nos 7,5 metros na ida e na volta após a virada.

e) Tempo de Virada em 10 metros (TV10m): definida como tempo decorrido desde o instante em que a cabeça do nadador atinge os 5 metros finais em direção a borda da

piscina, executa a virada e retorna até os 5m (Figura 6). Unidade de medida: segundo (s). Operacionalmente foi obtido com a utilização do programa *InterVideo, Inc. WinProducer, versão 3*, através da contagem dos quadros, a partir do instante em que a cabeça do nadador atinge a linha dos 5 metros até atingir novamente os 5 metros após a realização da virada.

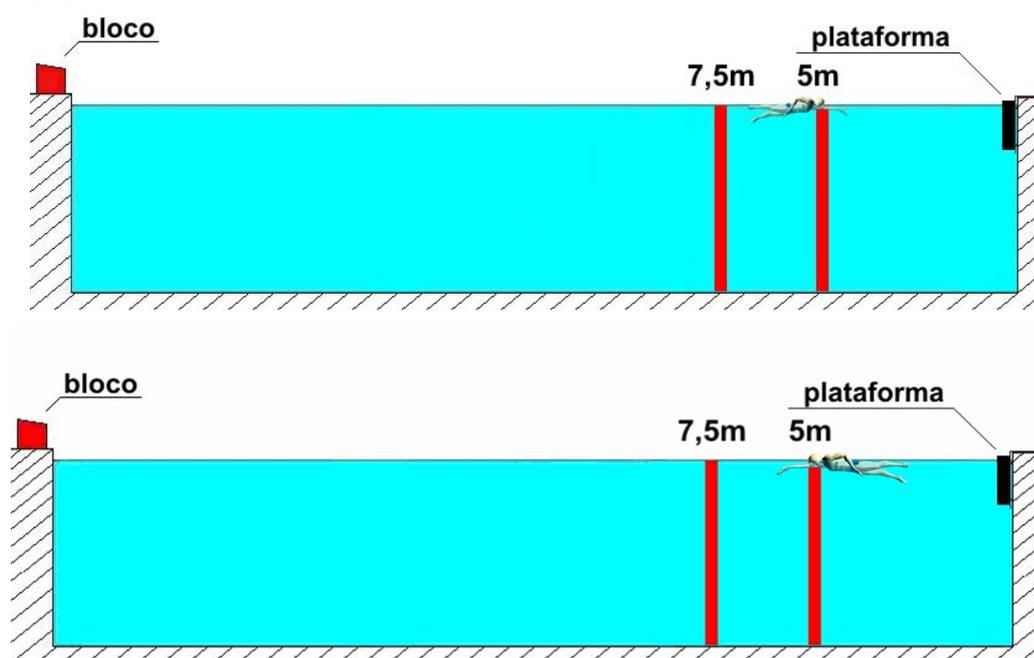


Figura 6 - Esquema da passagem do nadador nos 5 metros na ida e na volta após a virada.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo foi delimitado a estudar um procedimento padrão para a realização das coletas para a análise da virada na natação, buscando definir qual a melhor distância para a obtenção do tempo de *performance*, o número adequado de execuções e identificar as variáveis que têm relação com a performance na virada. Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos – CEFID/UESC. Os instrumentos de medidas utilizados foram plataformas de força subaquáticas e câmeras de vídeo com caixas estanque e os sujeitos foram atletas de ambos os sexos, de Florianópolis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados tópicos que visam fundamentar teoricamente os conhecimentos dos movimentos biomecânicos da natação, sendo abordados nos seguintes tópicos: descrição da técnica da virada no nado Crawl, performance da virada no nado Crawl e estudos biomecânicos da virada na natação.

2.1 PERFORMANCE DA VIRADA NO NADO CRAWL.

Na natação, a performance de um nadador é medida pelo tempo gasto para percorrer uma determinada distância. O tempo de uma prova de natação pode ser decomposto em: tempo de saída, tempo de nado, tempo de viradas e tempo de chegada (Navarro, 1995; Haljand, 1998; Maglischo, 1999).

Segundo Platonov (2005), nas últimas décadas, tem se despertado grande interesse sobre o estudo das estruturas da atividade competitiva dos nadadores de alto nível, através de sistemas modernos de computador e vídeo, dentre eles: Pfeifer (Alemanha), Absaliamov e Lipski (URSS) na década de 70 e Troup e Schleihauf (USA) no final de década de 80, onde um dos componentes destacados para avaliar os parâmetros da atividade competitiva foi a eficácia da virada – pelo tempo, em segundos, de superação do trecho de 15m (7,5m antes e 7,5 m depois do procedimento de virada).

A proporção dos tempos de saída, virada e chegada aumentam à medida que a distância da prova diminui. Para Chow (1984) a virada no nado livre contribui 20,5% do tempo total de prova em 50 metros em piscina curta (25 metros) sendo que esta contribuição pode ser maior em provas longas.

Platonov (2005) cita que a velocidade em distância no primeiro e segundo trechos de 50 metros, por exemplo, é determinada, por diversos fatores – a primeira metade da distância é superada sem a fadiga e a segunda, com fadiga progressiva. A velocidade de aproximação para a virada esta condicionada, em primeiro lugar, a capacidade de coordenação do nadador e a técnica de entrada na virada, já a velocidade de afastamento depende do impulso, da posição do corpo no momento do deslizamento etc. Por isso, o autor defende que a divisão minuciosa da distância competitiva em partes diversas e relativamente independentes é correta. O mesmo autor também reafirma a pouca atenção ao aperfeiçoamento dos componentes –

velocidade na saída, virada e chegada – que esta inserido o potencial de melhoria dos resultados dos nadadores.

A virada, por sua vez, também pode ser decomposta. A descrição e análise das viradas constituem um sistema de movimentos construído por fases que são delimitadas por ações claras e determinadas, com objetivos que incluem movimentos do corpo todo (Haljand, 1998).

Segundo Maglischo (1999), o tempo de virada influencia muito no tempo total de prova de um nadador, percentual que pode atingir de 20% a 38%. Sendo um percentual considerável, é discutível a omissão em programas de treinamento, de trabalhos específicos destinados à melhora e aperfeiçoamento da técnica de virada. O uso de novos instrumentos de medida, tais como plataformas de força e câmeras filmadoras, possibilitam avaliar os detalhes técnicos, dos mais diversos fundamentos esportivos. A avaliação da virada pode proporcionar, através de seus resultados, o desenvolvimento de um programa de treinamento específico para este fundamento, melhorando a performance do nadador de alto nível.

2.2 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE VIRADA NO NADO CRAWL

A virada é o gesto técnico que permite ao nadador inverter o sentido do seu deslocamento, uma vez atingida a extremidade da piscina, segundo Fernandes e Vilas-Boas (2001).

Alguns autores sugerem desmembrar o gesto da virada em fases que variam de quatro e seis. O Quadro a seguir mostra essa divisão de acordo com Araújo, (2004).

AUTOR	FASES DA VIRADA
Palmer (1990)	Aproximação Rotação Toque Impulso Deslizamento Movimentos iniciais do nado
Costill, Maglischo, Richardson (1994)	Aproximação Giro Impulsão Deslizamento Propulsão para a superfície
Navarro (1995)	Aproximação Giro Toque Impulso Deslizamento e iniciação do nado
Haljand (1998)	Aproximação Rotação Empurrada Deslizamento / saída para o nado Retomada do nado
Maglischo (1999)	Aproximação Virada Impulsão Deslizamento Saída para o nado
Makarenko (2001)	Aproximação da parede Giro frontal Apoio e impulso na parede Deslize sob a água

Quadro 1 – Divisão da virada no nado Crawl em fases de acordo com alguns autores.

Fonte: Araújo (2004)

Ao aproximar-se da parede da piscina, o nadador dirige seu olhar à frente considerando a distância que o separa da borda para realizar a braçada final antes da virada. Para Maglischo (1999), a distância que separa o nadador da borda antes da virada, deve ser de aproximadamente 1,70 a 2,00 metros. Para Counsilman (1978), esta distância varia de nadador para nadador, de acordo com a eficiência de sua puxada de braços e sua estatura.

Fernandes e Villas-Boas, (2001), citam que na fase de aproximação (Figura 7), quando o nadador se aproxima da parede para a realização da virada deverá levar em consideração dois aspectos principais: não reduzir a velocidade de translação horizontal; e não inspirar na última ação dos membros superiores, permanecendo as marcas do fundo e da parede no seu campo visual, conseguir antecipar de forma suficientemente rigorosa o momento de iniciar a rotação.

Catteau e Garoff (1990) sugerem que o nadador deve realizar uma última respiração na braçada que antecede a virada, entretanto Maglisho (1999) afirma que ao realizar esse movimento de respiração, ocorre um atraso no movimento de rotação. Conseqüentemente, um aumento em seu tempo de prova que pode significar uma melhora de três a quatro segundos em provas de 1500 m em piscina longa e ainda duplicar este tempo em piscina curta.

A maioria dos competidores irá diminuir sua velocidade em antecipação da virada, entretanto, segundo Maglisho (1999) o nadador não deve perder sua velocidade de nado, pois, ao observar a borda da piscina antes de lá chegarem, permitirá aos nadadores fazer algumas modificações para que não ocorra esta perda. Portanto, a manutenção da velocidade poderá trazer alguma vantagem sobre os demais competidores. O autor afirma ainda que os velocistas tendem a iniciar a virada mais cedo, provavelmente porque estão se deslocando até a borda com maior rapidez.

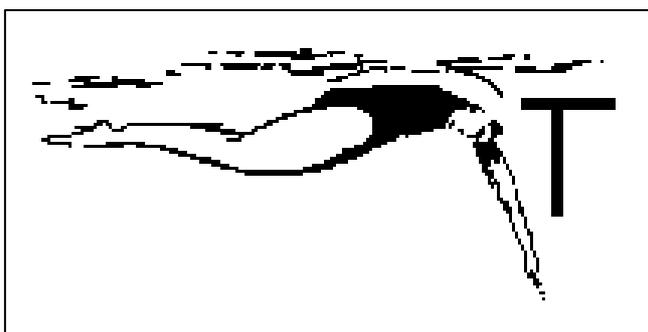


Figura 7 - Ilustração da fase de aproximação.

A fase de rotação inicia no final do último ciclo de braços antes da virada e termina com o toque dos pés na borda (Figura 8).

Próximo à borda, o nadador deixa um dos braços ao longo do corpo, junto ao quadril, e inicia a puxada final com o braço oposto, deixando-o próximo ao outro braço no movimento final, as palmas das mãos ficam voltadas para trás. Acompanhando o movimento de puxada do braço, os olhos estão voltados para a borda, a cabeça volta-se para baixo seguindo o movimento do braço, há uma flexão do pescoço e da coluna, iniciando o movimento de rolamento corporal (Maglisho, 1999; Hay, 1981; Counsilman, 1978).

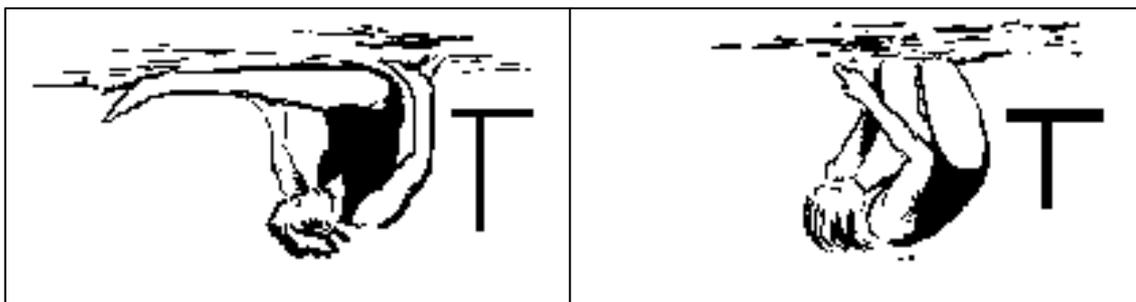


Figura 8 - Ilustração da fase de rolamento.

Hay (1981) descreve também, uma outra forma de realizar a braçada final antes da virada, onde o nadador deixa um dos braços no prolongamento do corpo, na direção da parede, espera o outro braço e juntos realizam uma braçada dupla, parando os braços próximos ao quadril.

Antes de entrar no movimento de rolamento corporal, o nadador deve realizar uma braçada de giro rápido para aumentar a velocidade (Haljand, 1998).

Na seqüência do movimento, o nadador realiza uma pernada dupla que facilitará o posicionamento do quadril junto à superfície da água e aumentará a velocidade do giro (Maglischo, 1999). Completando o rolamento corporal, a cabeça se projeta entre os braços, há uma flexão do quadril (a resistência criada pela cabeça e corpo neste ponto, tende a deter a inércia da parte superior do tronco, a inércia para frente e da parte inferior do tronco e das pernas não é muito afetada por esta resistência); prosseguindo seu movimento para frente e por cima da parte superior do tronco (Counsilman, 1978). Sendo o nadador bastante rápido (provas de velocidade), este impulso pode ser o necessário para a virada (Counsilman, 1978).

As pernas passam sobre a cabeça onde o nadador gira sobre o seu eixo longitudinal. As palmas das mãos giram para baixo e pressionam para baixo contra a água, ajudando a cabeça a se deslocar para cima antes dos pés atingirem a borda. O corpo do nadador deverá ficar alinhado, paralelo à superfície da água em uma profundidade aproximada de 15cm a 45cm para Hay (1981) e de 30cm a 40 cm para Maglischo (1999), no momento em que os pés tocam a borda. Os joelhos são flexionados à medida que os pés deslocam-se sobre a água para realizar o rolamento corporal com maior rapidez (Hay, 1981; Maglischo, 1999). É importante que os braços estejam estendidos para frente, no momento em que os pés do nadador tocam a parede da piscina, facilitando o impulso/deslizamento em posição hidrodinâmica (Haljand, 1998).

Durante o rolamento corporal, existem duas formas de realizar a virada, de acordo com a flexão corporal. Na primeira – *a virada carpada* – o corpo é flexionado no quadril e os joelhos são mantidos estendidos durante o rolamento; na segunda – *a virada encolhida* – o corpo é flexionado no quadril e nos joelhos (Hay, 1981).

Alguns estudos foram realizados para identificar qual das viradas (carpada ou encolhida) é a mais eficaz e veloz; os resultados apontam para a virada encolhida, onde o eixo de rotação é menor, permitindo que as pernas sejam preparadas para estenderem-se antes que os pés tenham feito contato com a borda, tornando a impulsão mais rápida (Maglisho, 1999).

Os pés devem ficar em contato com a parede da piscina, com os dedos voltados para cima e levemente para fora, na mesma posição em que o corpo do nadador está voltado (posição dorsal), os joelhos e o quadril devem estar flexionados (Maglisho, 1999).

Segundo Blanksby (1999), o grau de flexão dos segmentos durante o rolamento e a colocação dos pés na parede determina o quanto efetivamente um nadador pode gerar força para a impulsão. Takahashi apud Hubert (2002), sugere um ângulo de flexão de joelhos de 120° graus. Para o quadril, não encontrou um ângulo ótimo. Para Maglisho (1999) os joelhos devem estar flexionados em um ângulo maior que 90° graus e no quadril um ângulo de 90° graus. Counsilman (1978) sugere que ângulos de flexão entre 50° e 60° aumentam significativamente a força dos extensores do quadril, especialmente, os glúteos.

A fase de impulsão (Figura 9) inicia quando os pés tocam a borda e termina quando os pés deixam a borda.

Os pés devem tocar a parede aproximadamente 30 à 40cm de profundidade com os dedos voltados para cima e levemente para fora, na mesma posição em que o corpo do nadador está voltado. No instante em que ocorre esse contato (pés com a parede) as pernas estão flexionadas perto de 90° nos quadris e mais de 90° nos joelhos, imediatamente após o contato o nadador deve estender as pernas vigorosamente, impulsionando-o horizontalmente procurando obter o máximo de deslize (Maglisho, 1999).

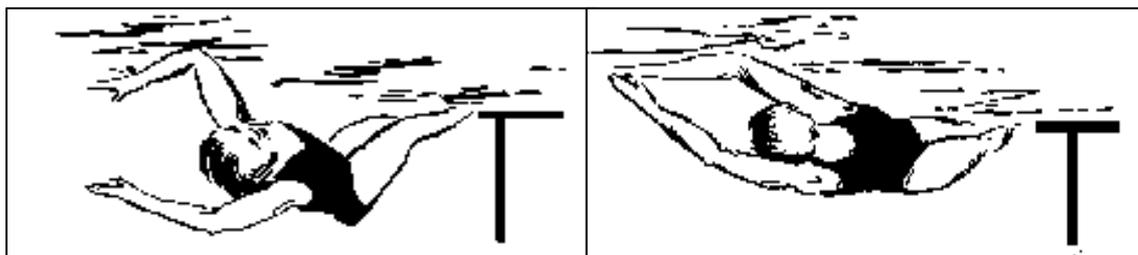


Figura 9 – Ilustração da fase de impulsão.

Na seqüência do movimento, os joelhos são estendidos fortemente em seguida ao toque. O quadril e os ombros não devem realizar movimento de rotação durante a empurrada. No final da empurrada, o nadador realiza um movimento de rotação para assumir uma posição de pronação. A cabeça deve estar bem abaixada durante a rotação, o quadril deve seguir uma trajetória horizontal, não devem ocorrer movimentos compensatórios dos braços. As pernas e os braços são estendidos ao mesmo tempo, de forma a aumentar a velocidade de impulsão. Os ombros permanecem quase no mesmo nível. Os pés deixam a parede através da impulsão final, realizada pela extensão dos tornozelos. O corpo assume uma posição hidrodinâmica com pernas e braços estendidos, cabeça entre os braços (Hay, 1981; Maglisho, 1999; Counsilman, 1978; Haljand, 1998).

Alguns nadadores iniciam o movimento de rotação – $\frac{1}{4}$ giro – enquanto realizam o rolamento corporal, caracterizando uma variação da virada do nado Crawl. Os braços são colocados ao lado do corpo, a mão avançada encontra a outra que ficou para trás; a cabeça gira para o lado, o olhar volta-se para as mãos. No final do rolamento corporal, o nadador encontra-se em posição encolhida, de lado, os pés em contato com a parede, paralelos entre si e a superfície da água. Os joelhos são estendidos fortemente, o corpo realiza um movimento de rotação – $\frac{1}{4}$ de giro – e assume uma posição de pronação (Maglisho, 1999; Catteau e Garoff, 1990; Machado, 1995).

Para Maglisho (1999), a empurrada na posição dorsal representa uma virada com impulsão mais veloz.

Para realizar o movimento de rotação, os nadadores podem girar para o lado que preferirem.

A maioria dos nadadores giram a cabeça para o lado oposto ao braço usado na última braçada antes do rolamento corporal (Maglisho, 1999).

A fase de deslizamento (Figura 10) inicia quando os pés deixam a parede e termina quando do início da primeira puxada dos braços.

O nadador desliza em posição hidrodinâmica, ao realizar o movimento de rotação para assumir a posição de pronação. As pernas acompanham e ajudam no movimento de rotação. O nadador cruza a perna de cima sobre a perna de baixo depois da empurrada. Ao deslizar as pernas trocam de posição, a perna que está em cima é conduzida para baixo e a que está embaixo, para cima, auxiliando no movimento de rotação até a posição de pronação. Ao realizar a empurrada, o nadador se desloca mais rápido do que a velocidade da prova e desacelera muito rápido em seguida, o que justifica o curto tempo de deslize (Maglisho, 1999). Deve-se permanecer submerso durante o deslize, para passar sob a onda de turbulência que se forma próximo à borda (Haljand, 1998).

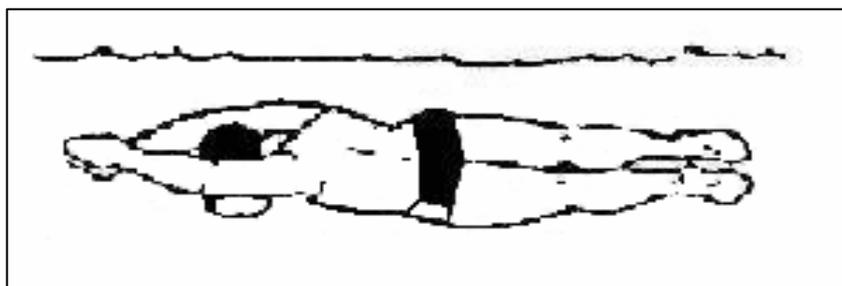


Figura 10 - Ilustração da fase de deslizamento.

Quando perceber que está próximo da velocidade de prova, o nadador deve realizar batimento de pernas simultâneo no mesmo ritmo, para então começar a nadar. O movimento de pernas conduzirá o corpo do nadador próximo à superfície. O número de batimentos de pernas depende de cada nadador. A velocidade do deslizamento é maior com a pernada simultânea (Haljand, 1998).

Para Maglisho (1999, p.525), o nadador deve buscar o seu tempo certo de deslize, para não perder em seu tempo de prova:

“Um problema final associado à virada (nesse e em outros estilos) é que os nadadores freqüentemente perdem tempo demais, ou de menos, depois da impulsão contra a parede da piscina. Ao deslizar demais, permite que o corpo desacelere até um nível inferior à velocidade da prova, e assim, há necessidade de dispêndio de mais tempo e energia para readquirir aquela velocidade. Ao deslizar de menos, eles literalmente patinam ao começarem a saída para o nado cedo demais. Estarão deslocando-se com tal rapidez, que seus braços não poderão acelera-los mais. Dessa forma, seus movimentos de braçadas irão aumentar o arrasto de forma sem acrescentar qualquer força propulsiva”.

A fase de retomada do nado (Figura 11), inicia quando a velocidade da ação de deslizamento tiver diminuído até sua velocidade de nado, neste instante o nadador deve reiniciar o seu ciclo normal de braçadas e pernadas no momento em que percebe que uma braçada submersa irá fazer com que a cabeça irrompa pela superfície, deve então sincronizar a braçada para que a cabeça irrompa no momento certo sem que o nadador perca velocidade (Maglisho, 1999; Hay, 1981).

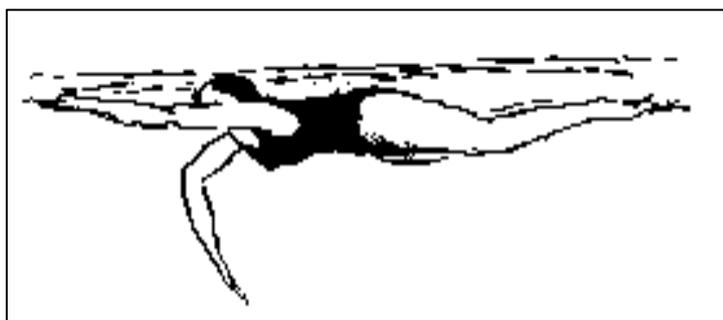


Figura 11 - Ilustração da fase de retomada de nado

A primeira puxada dos braços inicia com o corpo submerso. Ao mesmo tempo têm início os batimentos de pernas alternados. O braço contrário deve estar estendido à frente. O corpo deve emergir a superfície no final da primeira braçada. A segunda braçada tem início no final da empurrada da primeira braçada. O deslize entre as braçadas deve ser evitado. A cada braçada de saída, a ação dos braços deve ser longa e com boa aceleração, mantendo os cotovelos altos (Haljand, 1998).

O momento certo da primeira respiração após a virada, depende da distância da prova. Em provas longas, o nadador deve respirar no primeiro ciclo de braços, nas provas curtas, o nadador deve respirar no segundo ciclo de braços. (Machado, 1995; Maglisho, 1999).

2.3 DIFERENTES PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DA VIRADA

O procedimento para análise da virada na natação ainda não está bem definido, observa-se a divergência entre autores em diferentes maneiras de realizar esta análise.

2.3.1 Distância para análise da virada

Dentre os artigos pesquisados, observa-se à falta de padronização quando se trata de avaliar a performance da virada, alguns autores avaliam a virada em 10 metros (5 metros antes e 5 metros após a virada) e outros avaliam em 15 metros (7,5 m antes e 7,5 metros após a virada), Haljand, que é o responsável pelas análises biomecânicas da FINA avalia em 15 metros (5m antes e 10m depois da virada), ainda existem autores que utilizaram outras padronizações.

Observou-se que Lyttle e Mason (1997) em seu estudo com nado borboleta e nado livre utilizaram 15 metros (7,5m antes da virada e 7,5 m após a virada) para avaliação da performance na virada. A média entre os atletas de nado livre foi de 7,97s, entretanto o melhor tempo de performance na virada foi 7,85s. Para Hubert *et al.* (2003) a virada foi avaliada em 15 metros e a média para o tempo de virada foi 8,11s quando, sendo que individualmente o menor valor para média foi 7,93s.

A mesma distância foi utilizada por Mason e Cossor (2001) que embora não tenham citado em seu estudo os valores para as médias de tempo, os autores apresentam as correlações, ressaltando uma correlação significativa entre os 7,5 metros antes da virada para os nados borboleta e peito para as mulheres, já para os homens a correlação foi significativa em se tratando de velocidade na fase submersa e o tempo total da virada, entretanto para ambos os sexos a fase após a virada (deslizamento) foi mais relacionada com o tempo total da virada do que a fase antes da virada (aproximação).

Chollet *et al.* (2002) avaliaram a virada do nado borboleta em nadadores nacionais e internacionais em um Campeonato Nacional da França, sendo a performance medida em 15 metros. Segundo os autores, para determinar esta distância, foi utilizado um protocolo padrão usado em campeonatos internacionais (Quadro 2).

Autores	Eventos	Dist. antes	Dist. após
Reischle <i>et al.</i> (1987)	Mundial Madri (1986)	5m	5m
Reischle <i>et al.</i> (1987)	Europeu, Strasbourg (1987)	5m	5m
Nelson <i>et al.</i> (1988)	Olimpíadas Seoul (1990)	10m	10m
Troup (1991)	Mundial Perth (1990)	5m	5m
Arellano <i>et al.</i> (1993)	Mundial Provas curtas, Mallorca(1993)	5m	10m
Arellano <i>et al.</i> (1994)	Olimpíadas Barcelona (1992)	7,5m	7,5m
Haljand (1994)	Mundial Roma (1994)	7,5m	7,5m
Wakayoshi (1993)	Pan Pacific (1993)	5m	7,5m
Wakayoshi (1995)	Jogos Mundiais Universitários, Fukuoka 1995	5m	7,5m
Smith (1996)	Olimpíadas Atlanta (1996)	7,5m	7,5m
Mason (1998)	Mundial Perth (1998)	7,5m	7,5m
Mason <i>et al.</i> (2000)	Olimpíadas Sidney	7,5m	7,5m

Quadro 2 - Protocolo de medidas utilizado em campeonatos internacionais

(Fonte: Chollet *et al.* (2002))

Para outros autores, a performance foi avaliada utilizando outra medida. Prins e Patz (2006) avaliaram a performance em 10 metros. Os atletas deveriam chegar a velocidade máxima quando estivessem a 5 metros da parede e mantê-la até 5 metros após a virada, entretanto os autores não utilizaram esta metragem para avaliar o tempo de virada, mas para avaliar a velocidade após o toque na parede ($2,47\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), o tempo de contato e o tuck index (indica a distância do nadador à parede após o toque).

Seguindo o mesmo padrão para a performance na virada Lyttle *et al.* (1999) utilizaram TV10m, mas os atletas deveriam atingir máxima velocidade a 15 metros da parede, observou-se que eles obtiveram a média de tempo de 5,07s, ao executarem três viradas.

Uma outra padronização foi observada no estudo de Kjendlie *et al.* (2006) utilizaram outra distância para avaliar o TV, sendo 5m antes e 10 metros após o toque, entretanto em seu estudo, não apresentaram os dados para os TV, apenas os resultados diferenciando que seria medalhista e quem seria finalista nas provas.

Chow *et al.* (1984) que ao avaliarem a técnica de virada em nadadores de elite, relataram que existem algumas definições para o tempo e a distância para se avaliar a virada, e em seu estudo, embora a câmera tenha sido posicionada a 5

metros da parede, a virada foi avaliada entre a distância da cabeça no momento da última braçada até a distância da cabeça quando o nadador completa o primeiro ciclo de braçada após a virada. Verificou-se assim que a média de distância foi 2,13m antes da virada para os homens e 2,07m para as mulheres, e 5,07m após a virada, sendo o tempo médio para estas distâncias 3,35s.

Em seu estudo Troup (1990) quando fala de estratégias de competição, e apresenta resultados para 100 metros nado livre de 3,37s para as mulheres e 2,87s para os homens utilizou tempo em 5 metros, sendo 2,5 metros de aproximação e após a virada. A mesma distância foi utilizada por Blanksby *et al.* (1998) ao analisarem a virada do nado Peito.

2.3.2 Número de execuções

Alguns foram os estudos do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática utilizando diferentes números para análise da virada, como por exemplo, o de Martins (2001) que avaliou nove viradas de cinco sujeitos especialistas em provas de nado Crawl, já Hubert *et al.* (2003) avaliaram doze viradas de apenas um nadador tentando detectar a influência das variáveis dinâmicas no tempo de execução da virada no nado Crawl. Para Araújo (2004) oito viradas de 38 sujeitos foram necessárias para avaliar o a técnica de virada do nado Crawl.

Blanksby *et al.* (1996) verificaram 3 execuções de 50 metros com intervalo de três minutos para analisar a virada do nado Crawl com um grupo de 36 nadadores. Lyttle e Mason (1997) em seu estudo avaliaram sete viradas em máxima velocidade, entretanto o tempo de intervalo usado não foi mencionado no artigo. Lyttle *et al.* (1999) avaliaram 3 viradas, e os atletas deveriam estar em velocidade máxima após 15 metros da saída. Daniel *et al.* (2003) avaliaram as viradas de dois atletas de diferentes nados, utilizando três execuções para o nado Crawl, todavia não citou o tempo de intervalo entre as viradas. Roesler (2003) avaliou três viradas de três nadadores sem mencionar o tempo de intervalo entre as repetições.

2.3.3 Posicionamento das câmeras

Chow *et al.* (1984) apesar dos recursos limitados, utilizou em seu estudo duas câmeras fotográficas 16mm com recurso de filmagem de 50Hz posicionadas na

janela de visualização a 11,6m da parede e 8 metros do evento. Troup (1990) citam a utilização de três câmeras de vídeo, entretanto não citam as medidas de posicionamento apenas citam que as câmeras estavam: na saída, no centro e no final da piscina.

Lyttle e Mason (1997) utilizaram duas câmeras VHS, 25Hz acopladas a um carrinho que permitia a filmagem tanto dentro como fora da piscina, ambas ao mesmo tempo. Blanksby *et al.* (1998) para avaliar as viradas utilizaram duas câmeras de 60Hz uma a 10,5m, na janela de observação e uma a 2,5m da borda de virada. Lyttle *et al.* (1999) utilizou duas câmeras VHS de 60Hz uma a 5 metros da borda de virada, e a outra, submersa a 0,5m da superfície da água e perpendicular a virada.

Mason e Cossor (2001) apesar de utilizarem sete câmeras, sendo que duas delas foi para medir a performance dos nadadores, não citaram o posicionamento das mesmas na área da piscina. Chollet *et al.* (2002) utilizaram três câmeras VHS de 50Hz, fora da piscina, posicionadas 10 metros, 5 metros e alinhada com a parede de virada. Hubert *et al.* (2003) avaliou as variáveis de seu estudo utilizando uma câmera VHS de 60Hz posicionada na marca dos 7,5m. Kjendlie *et al.* (2006) utilizaram três a quatro câmeras de 50 Hz, perpendiculares à piscina, possibilitando a filmagem dos 5m, 10m, 15m, 20m e 25 metros. Assim como Lyttle *et al.* (1999), Prins e Patz (2006) a única câmera submersa estava a 0,5m da superfície, porém os autores posicionaram a câmera a 2 metros da parede de virada e 7 metros lateralmente.

2.4 ESTUDOS BIOMECÂNICOS DA VIRADA NA NATAÇÃO

Pesquisadores do mundo todo se dedicam a estudar a biomecânica e suas aplicações práticas, com intuito de melhorar o desempenho esportivo, vislumbrando campeonatos, a busca de recordes, enfim, a obtenção de melhores resultados. Com a evolução da tecnologia, hoje em estudos biomecânicos conta-se com equipamentos introduzidos há pouco tempo no mundo científico, como plataformas de força subaquáticas e câmeras de vídeo subaquáticas, esta tecnologia possibilita e desperta o interesse de profissionais a cerca de pesquisas que visam melhorar o rendimento de atletas.

Chow et al. (1984) estudaram as técnicas de virada em nadadores de elite, buscando determinar as características cinemáticas nos quadro diferentes tipos de nado, comparar os resultados entre homens e mulheres e entre os nadadores que nadam o mesmo tipo de nado em diferentes distâncias e determinar a relação entre estas características e o tempo de performance. Para coleta de dados foram utilizadas câmeras de 16mm e 50Hz. Foram encontrados diferenças significativas entre homens e mulheres na maioria das distâncias e velocidades medidas, sendo que os homens possuem médias maiores que as mulheres em todos as avaliações, nos eventos de nado livre a distância e a média de velocidade tendem a aumentar quando a distância de prova diminui, sugerindo que quando a velocidade de prova aumenta, os nadadores iniciam a virada mais longe da parede, e executam-na mais rapidamente. A correlação entre o tempo total de virada e o tempo toda do evento aumentam sistematicamente com o aumento da distância de prova, sugerindo que a técnica de virada assume uma grande importância com o aumento da distância de prova.

Troup *et al.* (1990) estudaram as estratégias de prova, avaliando a saída, o nado, a virada e a chegada, avaliando cada um destes componentes para determinar sua importância durante um evento, providenciando informações para treinadores e nadadores. Foram utilizadas três câmeras de vídeo de alta resolução para a época, durante um campeonato nacional nos Estados Unidos, posicionadas uma na saída, a uma distancia de 10 metros dos blocos de saída, usada para as viradas em provas de longa distância, uma no meio da piscina, para filmar a distância de 42,5 metros e a última no final da piscina filmando os 2,5 metros antes e 5 metros após a virada. Os resultados mostraram que em provas curtas os tempos de provas são menores, porque muito tempo é dedicado a viradas quando comparadas com provas longas. Os tempos de saída, virada e chegadas individuais, não diferem entre os atletas de curta e longa distância, sugerindo que o condicionamento físico não apresenta diferenças entre os períodos de treinamento.

Lyttle *et al.* (1997) em seu estudo avaliou os parâmetros cinéticos e cinemáticos que afetam a performance da virada de nadadores de elite no estilo borboleta e Crawl. Sete nadadores foram avaliados durante sete execuções de viradas em velocidade máxima. Para avaliação dos dados cinéticos foi utilizada uma plataforma 3D Kistler fixada na parede da piscina embaixo do bloco de saída e para os dados cinemáticos foi utilizado um sistema de análise da natação Kinex. A virada

do nado borboleta apresentou uma média de impulso maior (369.1 + 35.4 vs 247.3 + 29.0 Ns) um maior pico de força (1406.7 +117.2 vs 1345.3 + 236.5) e uma maior média de tempo de contato (0.40 + 0.03 vs 0.29 +0.05) que a virada do Crawl. Apesar deste estudo de caso, os autores ressaltam que uma coleta de dados cinéticos e cinemáticos permitem a compreensão melhor da análise da virada de ambos os nados.

Mason e Cossor (2001) em seu estudo sobre a virada nas olimpíadas de Sidney em 2000, avaliaram os 16 finalistas procurando identificar as melhores características de performances de elite. Foram utilizadas cinco câmeras para obter o tempo, distância e velocidade das fases submersa e do toque na parede, que também deram subsídios para avaliar as fases antes de após a virada. O programa utilizado para análise dos dados foi desenvolvido pelo Instituto Australiano de Biomecânica em Esportes. Os resultados encontrados mostraram que o aspecto mais importante da virada é a fase submersa, incluindo o impulso na parede, que os nadadores que tiveram a fase submersa mais longa, após a virada, nos nados borboleta, costas e peito, ganharam uma vantagem na virada do que nadadores que tiveram essa fase mais curta em termos de distância e afirmaram ainda, que os nadadores velocistas do nado livre, não são necessariamente os nadadores com as viradas mais rápidas.

Em seu estudo, Araújo *et al.* (2002) investigaram a relação entre as variáveis pico máximo de força normalizado (PM) e tempo de contato (TC) com a performance na virada no nado Crawl onde foram avaliados 38 nadadores com média de idade 18.2 anos e média de massa corporal 63.8 kg. A média encontrada para o tempo de virada (TV) foi 9.06s, para PMn 1.30 N/N e o tempo de contato (TC) 0.41s, através da estatística foi identificado que a PMn apresenta o maior valor de colaboração na performance da virada no nado Crawl, neste estudo, observou-se que quanto menor o tempo de contato (TC) tendem a maiores valores de PMn, significando viradas mais rápidas. Para este estudo foi utilizado uma plataforma de força subaquática, uma câmera VHS e uma câmera digital Mini-DV ambas com frequência de 60 Hz, o tempo de virada foi medido em 15 metros e cada nadador realizou 8 tiros onde deveriam atingir velocidade máxima nos 12 metros.

Maañon *et al.* (2003) estudaram a melhora na performance de um nadador Junior durante uma seqüência de treinamento técnico para as fases da virada no nado Crawl. As seis primeiras sessões o nadador foi avaliado depois do

aquecimento, e nas últimas cinco sessões, foi avaliado após a intervenção técnica. Uma melhora na fase de aproximação foi mostrada por uma melhor orientação das palmas das mãos, possibilitando o nadador se orientar melhor nas fases seguintes. Ocorreram alguns erros a princípio sem importância. Entretanto foram modificados até um melhor posicionamento, resultando em uma melhor performance em cada fase da virada. A evolução técnica individual induz à modificação dos critérios particulares de eficiência da virada.

Hubert *et al.* (2002) identificaram a relação do pico máximo de força aplicado pelo nadador na parede da piscina com o tempo de execução da virada com rolamento no nado Crawl. A amostra foi composta de um nadador velocista que realizou 12 execuções de virada e a performance foi analisada em 15 metros. Utilizaram uma plataforma de força subaquática (Roesler, 1997), o programa de aquisição e processamento de dados SAD 32 e uma câmera de vídeo VHS 60 Hz. Estes autores observaram uma diferença de 0,3 s entre os tempos da virada mais rápida e da mais lenta, o que se traduz em 59 cm de “vantagem” em uma prova de natação, sendo que esta diferença pode ser obtida apenas com o aperfeiçoamento da técnica. A média dos tempos de virada foi de 8,11 s e os valores de pico máximo de força variaram de 1,7 a 2,5 vezes o peso corporal do nadador. Para um nível de significância de 5%, encontraram um coeficiente de correlação moderado e estatisticamente significativo, indicando que maiores valores de pico máximo de força tendem a proporcionar viradas mais rápidas.

Daniel *et al.* (2003) buscaram determinar parâmetros cinéticos e cinemáticos na fase de impulso em diferentes viradas, entre elas: virada do peito, virada do borboleta, virada do costas e virada do nado livre. Propôs atenção especial à obtenção de dados de forças externas (força horizontal de reação da parede, força de inércia). Em seu estudo participaram da amostra dois sujeitos, um do sexo masculino e outro do sexo feminino, que realizaram três viradas para cada estilo de nado, sendo que a distância da performance não foi previamente citada. Observou-se que a força máxima exercida durante a fase de impulso na virada do nado costas foi de 1181N para a mulher e de 1512N para o homem. O tempo de impulso durou 0,20s para a mulher e 0,28s para o homem.

Roesler (2003) avaliou inicialmente três virada de três nadadores de níveis técnicos distintos, em seguida avaliou nove viradas de cinco sujeitos do sexo masculino com o mesmo nível técnico. Para este estudo foram utilizadas duas

plataformas de força subaquáticas (Roesler, 1997) capazes de medir todas as forças e momentos com 2N de sensibilidade e a performance foi medida em 15 metros. As variáveis analisadas foram: tempo de virada, pico de força máxima e impulso total. Em praticamente todas as análises, o autor observou que antes da força exercida pelos pés do nadador, uma força de magnitude de quase um décimo da força máxima registrada ocorreu. Para tentar identificar a origem desta força, foi acoplada uma segunda plataforma na borda da piscina, possibilitando verificar o efeito da onda causada pelo nadador após a realização da virada. Observou-se que esta força era realmente causada pela onda.

Hubert *et al.* (2003) investigaram a relação entre o tempo de virada e as variáveis pico máximo de força, tempo de contato e impulso. Para isto foi utilizada uma plataforma de força subaquática. O sujeito da pesquisa foi um nadador velocista, que executou quatro séries de três viradas e com intervalo de um minuto entre as viradas e dois minutos entre as séries. Este nadador deveria atingir velocidade máxima aos 17 metros, sendo que seu tempo de virada foi medido em 15 metros. Os resultados observados foram que o impulso não apresentou nenhuma correlação significativa com o tempo de virada, mas mostrou que viradas mais lentas são promovidas por impulsos maiores. Menores valores de tempo de contato e maiores valores de pico de força tendem a proporcionar viradas mais rápidas. Portanto, os autores concluem que o aprimoramento da técnica da virada poderá promover melhora no desempenho dos atletas.

Arellano *et al.* (2006) observaram que durante as olimpíadas de Moscou em 1980, alguns nadadores nadavam quase 25 metros submersos, nas provas de costas após a saída e que estes nadadores utilizavam a mesma técnica após as viradas também e suas performances eram melhores que os nadadores que já saíam nadando após saídas e viradas. Observou-se que com a redução de onda, reduzia o tempo total em saídas e viradas após o impulso inicial e que mesmo com os limites impostos pelas regras de natação, ainda é possível utilizar esta técnica para melhorar o tempo de performance. Os autores concluíram que usando a fase submersa como um recurso em provas de velocidade, onde o número de viradas torna-se mais significativo poderá ocorrer diminuição dos tempos de nadadores velocistas. Portanto, é necessário uma demanda de tempo de treinamento maior para melhor aproveitamento da fase submersa após as viradas e não apenas na fase após a saída.

Pereira *et al.* (2006) estudaram a contribuição de variáveis dinâmicas e cinemáticas na performance do nado Crawl. Oito viradas, com intervalo de 12 minutos, de 38 sujeitos desta pesquisa foram avaliadas com uma plataforma de força subaquática (Roesler, 1997) e duas câmeras de vídeo. As variáveis avaliadas foram as seguintes: ângulo de flexão do joelho, pico máximo de força normalizado e tempo de contato. Os resultados observados indicaram que ângulo de flexão do joelho entre 110 e 120° tendem a maiores picos de força, menores tempos de contato e conseqüentemente menores tempos de virada, atingindo a melhor performance na virada do nado Crawl.

Kjendlie *et al.* (2006) examinaram os elementos de uma prova, observando a estratégia de saída, a virada e a chegada de nadadores de elite da Equipe Junior da Noruega e de velocistas campeões da Europa em provas de 100 metros. As provas foram analisadas através de 3 a 4 vídeo câmeras (50 Hz), montadas perpendicular a piscina, individualmente dividindo em as distâncias: saída foi entre 0m e 15 metros, a virada 5 metros antes e 10 metros após e a chegada os últimos 5 metros. Observaram que os atletas europeus tiveram o tempo de prova melhor, assim como a saída, a virada e a chegada que os atletas juniores, entretanto quando comparados entre os finalistas e medalhistas, puderam verificar que os medalhistas tem chegadas mais rápidas, quando comparada a sua performance. Os resultados mostraram que os atletas europeus gastam menos tempo em saídas, viradas e chegadas quando comparados com os atletas Noruega.

Prinz e Patz (2006) investigaram os efeitos da velocidade de impulso durante a virada do nado livre das seguintes variáveis: distância entre o quadril e a parede enquanto o contato do pé, a profundidade durante o contato do pé com a parede e tempo de contato (TC). Participaram deste estudo 23 nadadores. Para a coleta de dados foi utilizada uma câmera de vídeo digital e um calibrador de 4 pontos para a análise cinemática. A virada foi coleta utilizando 5 metros antes e após o toque na parede. Foi feita análise bidimensional no plano sagital utilizando um programa de movimento da Vicon. Os resultados apresentados não mostraram correlação significativa entre a velocidade do impulso e a profundidade do pé, assim como, no tempo de contato e o impulso, entretanto houve uma correlação negativa significativa entre a velocidade de impulso e o “tuck index”, onde este índice pode ser usado para indicar qual a distância o nadador esta da parede após o contato com o pé.

As pesquisas em biomecânica da natação vem se desenvolvendo de maneira lenta ao longo dos anos, mas foi em 1970 que a biomecânica em si começou a se destacar, foi nesta época que o termo “biomecânica” ganhou popularidade, laboratórios e programas de pesquisa (Hay, 1981). A década de 80 foi de estabilização para a biomecânica, tanto em número de pesquisadores quanto em volume de artigos científicos publicados. Dentre os estudos encontrados, observou-se que a partir de 1984 os estudos passaram a contemplar a virada na natação, embora os primeiros estudos buscavam analisar as estratégias de prova, visando a saída, nado, virada e chegada, entretanto verificou-se que os primeiros estudos ainda testavam o material para coleta de dados e posterior análise, como plataforma de força, câmeras subaquáticas entre outros. Observou-se ainda a evolução do material para coleta, passando de uma câmera 16 mm a várias câmeras mini-DV, facilitando, e fidedignizando os dados. Nota-se ainda que apesar de uma busca aprofundada entre os artigos encontrados, ainda assim nota-se poucos estudos sobre a virada, embora a importância da virada já tenha sido comprovada entre alguns autores. Hay (1981) relata que o número pequeno e insatisfatório de estudos que analisam o gesto da virada na natação se dá ao fato de que não são simples e convenientes os métodos de avaliação da técnica de virada e poucos pesquisadores foram suficientemente motivados com tantas dificuldades, tais como métodos 3D. Tais circunstâncias são barreiras para o progresso da pesquisa nesta área.

3 MÉTODO

Este capítulo foi organizado da seguinte forma: caracterização da pesquisa, sujeitos da pesquisa, descrição dos instrumentos e procedimentos de coleta, análise dos dados e tratamento estatístico.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi caracterizada como descritiva do tipo correlacional, pois de acordo com Cervo e Bervian (1983), neste tipo de pesquisa, o pesquisador observará e analisará o fenômeno sem manipulá-lo e correlaciona os dados de duas ou mais variáveis, determinando a relação entre elas (Thomas e Nelson, 2002).

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos desta pesquisa foram 11 nadadores de ambos os sexos integrantes da equipe de natação da academia Limit de Florianópolis, Santa Catarina, federados junto a Federação Aquática de Santa Catarina (FASC). Foram escolhidos de forma intencional, tendo domínio da técnica de execução da virada com rolamento do nado Crawl.

Apresentam média de idade de $15,8 \pm 3,2$ anos (idade mínima de 13 anos e máxima de 20 anos), média de massa corporal de $63,3 \pm 8,9$ Kg (menor valor de massa corporal 48,7 Kg e maior valor de 75,0 kg), média de estatura $172,6 \pm 8,0$ cm (menor valor de estatura de 160cm e maior valor de 185cm), conforme mostra a Tabela 1:

Tabela 1 - Características dos sujeitos da pesquisa.

	N	Idade (anos)	Massa (Kg)	Estatura (cm)
\bar{X}	11	15,8	63,3	172,5
s		3,2	8,9	8,0
CV%		26,5%	14,0%	4,6%

(\bar{X}) = média, (s) = desvio padrão, (CV%) = coeficiente de variação

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

Neste item são apresentados os instrumentos utilizados nesta pesquisa, agrupados de acordo com o método de medição: a) uma plataforma de força para aquisição de dados dinamométricos; b) seis câmeras de vídeo para aquisição dos dados cinemáticos; c) três caixas estanque para as filmagens subaquáticas; d) uma máscara para plataforma de força.

3.3.1 Dinamometria

Para a aquisição dos dados dinamométricos, pico máximo de força, impulso e tempo de contato, foi utilizada uma plataforma de força subaquática construída por Roesler (1997), que mede 500mm x 500mm em sua superfície, possui sensibilidade de 2N, erro menor que 1%, acoplamento entre solicitações menor que 3% e frequência natural de 60 Hz, acoplada a um suporte para sua fixação dentro da piscina, no plano vertical, encostada na parede, na raia 3, na seqüência da marca “T”.

O suporte tem a finalidade de sustentar a plataforma, possui um formato em “L”, com as dimensões de 70cm X 54cm, sendo construída de aço SAE1010.

A plataforma é conectada a uma placa CIO EXP-BRIDGE 16 da empresa Computer Boards de 16 canais com ponte de Wheatstone e condicionamento de sinais. Com conversor A/D foi utilizada uma placa CIO-DAS-16Jr com capacidade para 16 canais e limite máximo de 60 kHz, também da Computer Boards, instalada em um microcomputador Pentium 133Mhz. O software de aquisição de dados utilizado foi o *SAD 32Bits* (Silva e Zaro, 1997). Foi usado para as coletas de dados apenas um dos canais que registrou a componente normal à superfície da plataforma e as análises das curvas também foram realizadas no mesmo software.

A altura da plataforma com o suporte é de 0,20m, com isso, a tampa da plataforma fica afastada 0,20m da parede da piscina. Uma moldura nas dimensões 2,24m de largura (mesma largura da raia da piscina) por 1,22m de altura e espessura de 0,2m, foi acoplada a parede da piscina, envolvendo a plataforma de força (Figura 12). Esta moldura tem a finalidade de “mascarar” a plataforma

fornecendo aos nadadores segurança e a sensação de estarem tocando na parede da piscina.

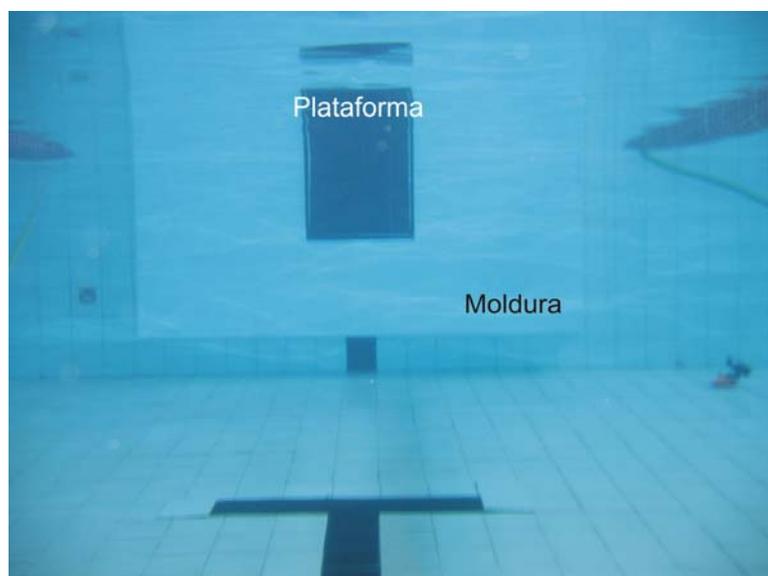


Figura 12 - Imagem da moldura que envolve a plataforma de força.

Para que a faixa preta do fundo da piscina fique na distância oficial da parede da piscina (plataforma de força) será feita uma adaptação recuando-a 0,2m (Figura 13).



Figura 13 - Imagem da adaptação da faixa preta no fundo da piscina.

3.3.2 Cinemetria

Para a aquisição dos dados das variáveis cinemáticas foram utilizadas seis câmeras de vídeo, três do tipo Super-VHS com frequência de aquisição de 30Hz, fitas de vídeo S-VHS, duas câmeras mini-DV (30 Hz), uma câmera tipo Hi-8 (30Hz), três caixas estanque (Figura 14) para alojar as filmadoras, dois tripés adaptados para fixação das câmeras no fundo da piscina, uma plataforma para fixação de uma câmera no fundo da piscina e três tripés para fixação da câmeras fora da piscina.



Figura 14 - Imagem da caixa estanque

Para a aquisição dos dados, duas câmeras foram acopladas a caixas estanque e fixadas cada uma em um tripé adaptado com ventosas para a fixação no fundo da piscina (Figura 15).



Figura 15 - Foto da caixa estanque como tripé para filmagem subaquática fixada ao suporte

As câmeras foram numeradas e posicionadas da seguinte forma:

3.3.2.1 CÂMERAS SUBMERSAS:

- Câmera 1: 1,80 m da borda de virada na raia três, e 6 m na lateral do centro do evento (perpendicular a raia), 1m de altura do chão da piscina.
- Câmera 2: 4,60 m da borda de virada na raia três, e 6 m na lateral do centro do evento (perpendicular a raia), 0,99m de altura do chão da piscina.
- Câmera 3: 8,70m da borda de virada na raia três, e 6 m na lateral do centro do evento (perpendicular a raia), 1,04m de altura do chão da piscina.

As Câmeras de 1, 2 e 3 foram utilizadas para a coleta da variável distância antes da virada (DAN) e distância de retomada de nado (DIN).

3.3.2.2 CÂMERAS FORA DA ÁGUA:

- Câmera 4: 4,5m da borda de virada na raia três, e 9,70m na lateral do centro do evento (perpendicular a raia), 3,73m de altura (do chão até a altura da câmera presa na janela)

- Câmera 5: 7,5m da borda de virada na raia três, e 9,70m na lateral do centro do evento (perpendicular a raia), 3,73m de altura (do chão até a altura da câmera presa na janela)
- Câmera 6: 4,5m da borda da piscina, e 9,70 m na lateral do centro do evento (perpendicular a raia), 3,73 metro de altura (do chão até a altura da câmera presa na janela)

As Câmeras 4, 5 e 6 foram utilizadas para a obtenção dos tempos de performance (TV15m e TV10m) conforme Figura 16.



Figura 16 - Imagem da câmera 5.

Para obtenção da performance (TV15m), como marcador da distância de 7,50m (da borda de virada) foi utilizada uma corda de nylon, em toda a extensão da piscina, sobre a superfície da água na altura de 3m do chão, perpendicularmente a orientação das raias.

Os dados cinemáticos foram analisados pelo sistema software *InterVideo WinProducer* versão 3 e *Microsoft® MsPaint*.

Foi utilizado um calibrador (Figura 17) posicionado, antes da coleta, no campo de visão de cada câmera, dentro da água, medindo 3 metros de comprimento, com marcação de 0,50m em 0,50m, a fim de estabelecer, sob condições específicas, as relações entre os valores indicados pelo sistema de medição e os valores correspondentes das grandezas determinadas por padrões (GONÇALVES JR., 2004).



Figura 17 - Imagem do calibrador, no instante da calibração.

3.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Para determinar o procedimento de coleta de dados, foi realizado um estudo piloto (APÊNDICE) com participação de 7 sujeitos com média de idade 15,4 anos. Este estudo possibilitou o estabelecimento dos procedimentos de coleta de dados, a familiarização dos pesquisadores com os equipamentos, a adaptação com o ambiente, a preparação e planejamento da coleta, além da verificação do bom funcionamento dos equipamentos.

3.4.1 Procedimentos Preliminares

Primeiramente foi obtida a aprovação do Comitê de Ética da Universidade do Estado de Santa Catarina, referente ao Projeto intitulado “Análise Biomecânica da natação como subsídio para aperfeiçoamento técnico”, desenvolvido no Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UEDESC. Após contato prévio com o treinador da equipe de natação da Academia Limit, Florianópolis, SC, a fim de fornecer informações gerais sobre a pesquisa. Foi então agendada a data para realização da coleta de dados, de acordo com o calendário de competições da Equipe.

3.4.2 Coleta de dados propriamente dita

A coleta de dados foi realizada nas dependências da piscina do CEFID/UEDESC (Florianópolis/SC). O local de coleta de dados foi preparado com duas horas de antecedência da hora prevista para o início da coleta. Uma sessão de treinamento foi programada pelo técnico da equipe, procurando familiarizar os nadadores com a situação de coleta de dados, assim como com os equipamentos. Seqüência das ações:

a) os sujeitos da pesquisa foram orientados dos procedimentos da coleta de dados e concordaram em participar do estudo, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 3) e do Consentimento para Fotografias, Vídeo e Gravações (ANEXO 4);

b) Preencheram fichas com dados pessoais (nome, data de nascimento, telefone, endereço);

c) Foram coletadas as medidas antropométricas (massa, estatura, segmentos de membros inferiores);

d) Foi realizado o aquecimento estabelecido pelo técnico, e algumas execuções de virada sobre a plataforma de força para adaptação ao instrumento.

Os nadadores foram numerados de 1 a 11, sendo esta ordem estabelecida para a realização das viradas. Cada atleta executou oito viradas com intervalo de cinco minutos. As saídas foram dadas de dentro da piscina e os atletas deveriam atingir a velocidade máxima no 12m, realizava a virada e mantinha a velocidade até os 12m, diminuindo até chegar ao local de partida.

Após o término da coleta, o técnico continuou o treino por aproximadamente 1 hora e liberou os nadadores no final do dia.

O esquema do *layout* de coleta de dados é representado na Figura 18:

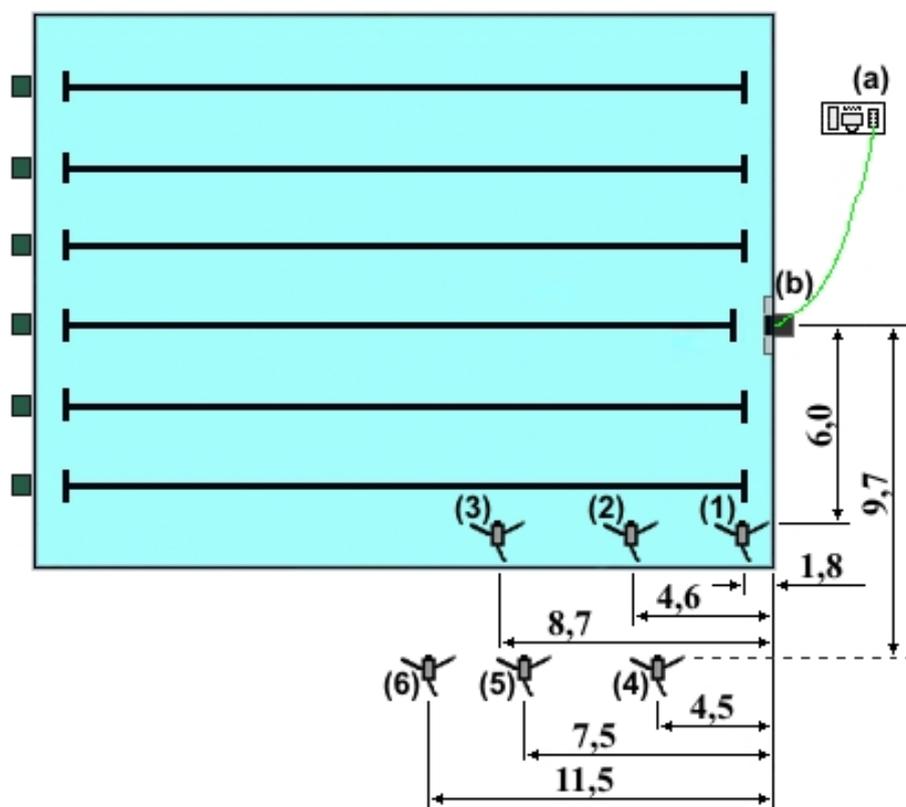


Figura 18 - Esquema do layout da piscina no dia da coleta (1 – Câmera 1; 2 – Câmera 2; 3 – Câmera 3; 4 – Câmera 4 –; 5 – Câmera 5; 6- Câmera 6; a – sistema de aquisição de dados; b – Plataforma de força.

A plataforma de força foi posicionada na borda oposta a cabeceira de partida da piscina. As câmeras 1, 2 e 3 foram posicionadas perpendicularmente a raia do evento, a 1,80m, 4,60m e 8,70m respectivamente. Estas câmeras possibilitaram a identificação das variáveis distância antes da virada (DAN) e distância de retomada de nado (DIN). As câmeras 4, 5 e 6 foram posicionadas a 4,5m, 7,5m e 11,5m respectivamente, perpendicular ao evento na raia 3, possibilitando verificar as variáveis tempo de virada em 15 metros e tempo de virada em 10 metros, conforme descritos no item 1.4.

As variáveis foram separadas em cinemáticas e dinamométricas. As variáveis cinemáticas foram: tempo de virada em 15 metros (TV15m), tempo de virada em 10 metros (TV10M), distância antes da virada (DAN), distância de retomada de nado (DIN). Variáveis dinamométricas: pico máximo de força normalizado (PMn), tempo de contato (TC) e Impulso (Imp).

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados obtidos através da dinamometria, foram tratados no próprio sistema de aquisição SAD 32Bits (Zaro, 1997), foram efetuadas as operações padrão do Laboratório de Biomecânica Aquática para tratamento de curvas de força e obtenção dos valores das variáveis pertinentes ao estudo. Os arquivos obtidos através da dinamometria foram calibrados e filtrados através do filtro Via Transformada Rápida de Fourier (FFT), tipo Butterworth, de zero a 30 Hz e ordem 3, a calibração das curvas foi feita através do coeficiente de calibração da plataforma utilizada, os dados foram normalizados através da divisão do arquivo de força pela força peso dos nadadores (peso corporal), a força peso dos nadadores foi obtida diretamente através de uma balança digital, Sye 2002, modelo A2. Após o processamento dos dados as curvas resultaram em gráficos, fornecendo as variáveis pico máximo de força normalizado (PMn) e tempo de contato (TC).

Para a variável pico de força normalizado (PMn), foi selecionado o maior valor registrado da força aplicada pelo nadador na plataforma durante a execução da virada. A variável tempo de contato (TC) foi obtida através da subtração do tempo inicial de contato (Ti) e do tempo final de contato (Tf) dos pés do nadador com a plataforma.

Para o processamento dos dados obtidos através da cinemetria, as imagens foram digitalizadas e posteriormente analisadas com a utilização dos softwares de edição de imagens *InterVÍdeo WinProducer 3* e *Microsoft® MsPaint*. As viradas foram digitalizadas, separadas e arquivadas em DVD, por atleta, de acordo com sua numeração.

Os tempos de performance foram medidos em 5 metros e 7,5 metros (Figura 19), conforme indicado anteriormente. Ambos os tempos foram marcados pela passagem da cabeça do nadador pelo marcador da distância. Como a câmera de vídeo possui frequência de 30 quadros por segundo, o número de quadros entre a passagem da cabeça do nadador na ida e na volta após a virada, será dividido por 30, resultando no tempo de performance em segundos.

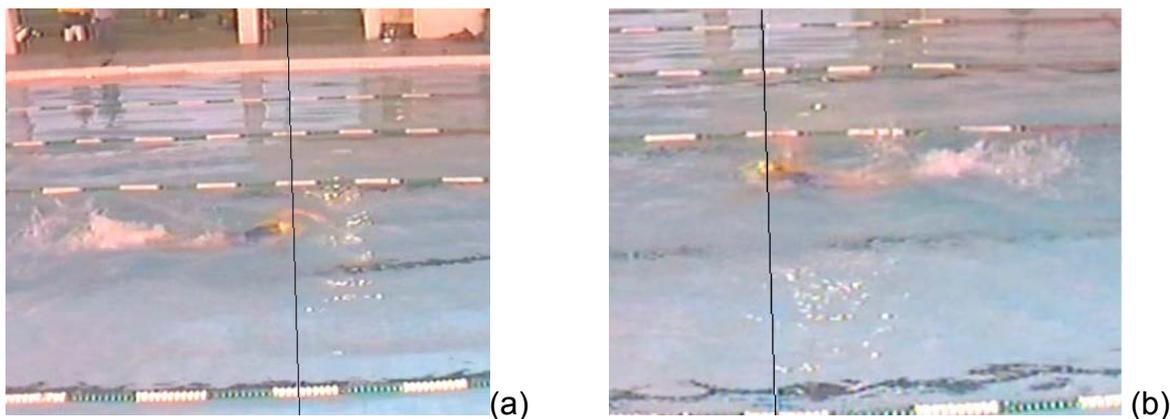


Figura 19 - Imagem da passagem do nadador nos 5 metros na ida (a) e na volta (b) após a virada.

3.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

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).

Foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade dos dados. Pode-se dizer que dos dados coletados algumas variáveis apresentavam a curva normal tais como: Tempo de Contato, Distância Antes da virada e Velocidades, as outras variáveis, Pico Máximo de Força, Impulso, Distância de Retomada de Nado, Tempo em 10 metros e Tempo em 15 metros não apresentaram distribuição normal.

A verificação da relação entre as variáveis e a performance nas distâncias de 10 e 15 metros e de início de nado foi realizada através da utilização da correlação de *Spearman* ($\alpha=0,05$).

Para comparação das variáveis entre as médias encontradas para agrupamentos de 1 virada, 2 viradas, 3... e 8 viradas, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis, com nível de significância de 95% ($p<0,05$). Se necessário, aplicou-se o pós teste (*post hoc*) de Tukey-Kramer, para o mesmo nível de significância.

Para a comparação dos grupos de viradas (grupo das ímpares e pares, grupo das quatro primeiras com as quatro últimas e grupo das três primeiras e três seguintes) foi utilizado o teste U de Mann-Whitney que é o equivalente não paramétrico do teste *t* independente. É utilizado também para comparações entre grupos cujas amostras são pequenas.

Utilizou-se para o processamento estatístico os *softwares SPSS for Windows 11.0, GraphPad InStat versão 2.04a e Microsoft® Excel 2002.*

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo está organizado de forma a atender ao objetivo geral e aos objetivos específicos do estudo.

No item 4.1 são apresentados e discutidos os resultados da estatística descritiva e das correlações entre as variáveis, afim de determinar a distância mais adequada para análise da performance de virada. No item 4.2, são apresentados e discutidos os dados dos testes utilizados para a determinação do número mínimo de execuções necessárias para avaliação da performance na virada do nado Crawl.

Participaram do estudo 11 nadadores. Cada nadador realizou 8 execuções, totalizando 88 viradas analisadas.

4.1 DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA MAIS ADEQUADA PARA ANÁLISE DA PERFORMANCE DE VIRADA

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da estatística descritiva para a caracterização dos dados com a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação percentual para cada variável estudada na pesquisa: Pico Máximo de força normalizado (PMn), Tempo de Contato (TC), Impulso (Imp), Distância antes da virada (DAN), Distância de Retomada (DIN), Tempo de virada em 10 metros (TV10m) e Tempo de virada em 15 metros (TV15m).

Tabela 2 - média, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis: Pico máximo de força (PMn), tempo de contato (TC), impulso (Imp), distância antes da virada (DAN), distância de retomada de nado (DIN), tempo de virada em 10 metros (TV10m) e tempo de virada em 15 metros (TV15m).

	n	PMn (N/N)	TC (s)	Imp N.s/N	TV10m (s)	TV15m (s)
\bar{X}	88	1,72	0,32	0,34	5,52	8,82
s		0,35	0,08	0,05	0,57	0,79
CV%		20,3%	25%	14,7%	10,3%	9%

(n) = número de viradas analisadas, (\bar{X}) = média, (s) = desvio padrão, (CV%) = coeficiente de variação

Os dados obtidos neste estudo para o pico máximo de força (PMn) são semelhantes aos encontrados por Hubert *et al.* (2002), que observaram valores entre de 1,7 a 2,5 N/N, e por Roesler (2003), que apresentou valores médios de 1,9 N/N. Em relação ao tempo de contato (TC), observou-se um valor médio de 0,32s entre os atletas, estando de acordo com estudo de Lyttle e Mason (1996) que encontraram a mesma média (0,32 s). O valor médio encontrado para o Impulso (Imp) foi de 0,34 N.s/N, sendo semelhante aos achados de Roesler (2003), que verificou média de 0,368 N.s/N, e de Hubert *et al.* (2003), que observaram valores médios de 0,36 N.s/N.

É importante ressaltar que os estudos citados compararam atletas com características semelhantes em relação ao tempo de performance. De acordo com segundo Araújo (2004), é importante realizar o ranqueamento dos nadadores (TV) para uma melhor interpretação dos dados.

Para tal, a variável tempo de performance em 10 metros registrou média de 5,52s, dados próximos aos de Lyttle *et al.* (1999) que obtiveram a média de tempo de 5,07s. Para o tempo de virada em 15 metros (TV15m) registrou-se média de 8,81s, valor intermediário entre os estudos de Lyttle e Mason (1997) e Hubert *et al.* (2003) que obtiveram valores médios de 7,97s e 8,11s respectivamente e o de Araújo *et al.* (2005) registrou 9,06s.

Araújo *et al.* (2005) citam o pico máximo de força como uma variável importante na análise da virada do nado Crawl e com maior valor de colaboração para composição da performance do evento, quando comparados ao tempo de contato e ao impulso. Ainda assim, o tempo de contato é uma variável importante para análise da virada, pois maiores valores de TC tendem a maiores valores para o tempo de virada (Araújo *et al.*, 2005).

O impulso, de acordo com Hubert (2003) e Araújo *et al.* (2005), não é um fator determinante da performance de virada, mesmo assim, há certa relação entre esta variável e o tempo de contato, visto que o impulso é obtido pela integral da curva de Força X Tempo. Desta forma, maiores valores de impulso correspondem a maiores valores de TC, que por sua vez, relacionam-se a viradas mais lentas.

Tendo em vista as variáveis citadas pelos autores como importantes a serem consideradas na avaliação das viradas, foi realizada a correlação entre elas e o tempo de virada em 15 metros (TV15m) e tempo de virada em 10 metros (TV10m), utilizados como indicadores de performance neste estudo.

A Tabela 3 apresenta os valores do “ ρ de Spearman” para a correlação das variáveis pico máximo de força (PMn), tempo de contato (TC) e Impulso (Imp) com o tempo de virada em 15 metros (TV15m).

Tabela 3 - Valores de “ ρ de Spearman” para a correlação das variáveis independentes com a variável dependente tempo de virada em 15 metros.

Variáveis Relacionadas	n	ρ
TV15m X PMn	88	-0,632 **
TV15m X TC	88	0,405 **
TV15m X Imp	88	-0,221*
* $p < 0,05$		** $p < 0,01$

A Tabela 4 apresenta os valores do “ ρ de Spearman” para a correlação das variáveis pico máximo de força (PMn), tempo de contato (TC) e Impulso (Imp) com o tempo de virada em 10 metros (TV10m).

Tabela 4 - Valores de “ ρ de Spearman” para a correlação das variáveis independentes com a variável dependente tempo de virada em 10 metros.

Variáveis Relacionadas	n	ρ
TV10m X PMn	88	-0,676 **
TV10m X TC	88	0,434 **
TV10m X Imp	88	-0,197
* $p < 0,05$		** $p < 0,01$

Quando correlacionado o pico máximo de força normalizado (PMn) com a performance da virada, tanto em 10 metros, observou-se um coeficiente de correlação negativo e significativo ($\rho = -0,632$ e $\rho = -0,676$, respectivamente) indicando que maiores valores de pico máximo de força correspondem a menores tempos de virada. O mesmo foi verificado por Araújo (2005) para análise de viradas de nadadores de diferentes níveis técnicos.

Quando correlacionadas as variáveis TC com o TV15m, TV10 m ($\rho = 0,405$ e $\rho = 0,434$), observou-se que quanto menor for o tempo de contato menor será o tempo de virada para ambas as distâncias, o mesmo foi encontrado por Hubert *et al.* (2003) que registrou coeficiente de $r = 0,468$ embora este valor não tenha se mostrado estatisticamente significativo em seu estudo.

Foi observada uma correlação negativa entre Impulso e o TV15m, TV10m ($\rho = -0,221$ e $\rho = -0,197$), entretanto com o TV15m, esta correlação mostrou-se

significativa ($p < 0,05$) embora a correlação tenha sido muito pequena, distinguindo-se dos dados registrados pelos estudos de Araújo (2005) e Hubert (2003), onde o impulso não apresentou correlação significativa com os tempos de virada e através disto, sugeriu-se que o impulso não pode ser considerado um parâmetro para avaliar a performance da virada, porém para este estudo, a avaliação do impulso foi importante para determinar a relação das variáveis com a performance.

Diagnosticou-se à falta de padronização quando se trata de avaliar a performance da virada, alguns autores avaliam a virada em 10 metros (5 metros antes e 5 metros após a virada), outros avaliam em 15 metros (7,5 m antes e 7,5 metros após a virada), verificou-se ainda que alguns autores utilizavam outra padronização, sendo 15 metros (5m antes da virada e 10m após a virada), esta última é a padronização utilizada por Haljand, pesquisador responsável pelas análises biomecânicas em campeonatos mundiais de natação.

Observou-se nas correlações citadas que as variáveis se comportam de forma semelhante tanto para o tempo de virada em 10 metros, quanto para o tempo de virada em 15 metros, portanto torna-se indiferente avaliar em 10 metros ou em 15 metros. Na tabela 5 verificou-se o percentual de nado no tempo em 10 e 15 metros.

Tabela 5 - média, desvio padrão e coeficiente de variação da distância antes da virada (DAN) e distância de retomada de nado (DIN) e a média dos percentuais de nado para as variáveis: tempo de virada em 10 metros (TV10m) e tempo de virada em 15 metros (TV15m).

	DAN (m)	DIN (m)	TV10M %	TV15M %
\bar{X}	1,61	3,76	48,4	67,9
s	0,27	0,89	12,9	7,4
CV%	16,8	23,7	26,6%	10,9%

(n) = número de viradas analisadas, (\bar{X}) = média, (s) = desvio padrão, (CV%) = coeficiente de variação

Tendo em vista que através das correlações não foi possível determinar a distância para análise da virada, optou-se por uma outra estratégia. Verificou-se através da distância antes da virada (DAN) e da distância de retomada de nado (DIN) que o percentual de nado nas distâncias de 10m e 15m foi 47% e 64% respectivamente, portanto ao se avaliar a virada em 15m, observou-se que 64% do que está sendo avaliado faz parte do nado, e não mais do gesto de virada.

Sugere-se então que para um grupo de nadadores com as características compatíveis ao grupo avaliado nesta pesquisa, a performance da virada seja avaliada em 10 metros, sendo 5 metros antes da virada e 5 metros após a virada. Esta distância possibilitará otimizar a coleta de dados, pois diminuirá o número de câmeras necessárias, tornando a coleta mais prática e facilitando para a análise qualitativa do técnico, utilizando como ponto de referência a bandeira de virada do costas, que segundo as regras da FINA é obrigatório em todas as piscinas, e se encontra exatamente a 5 metros da borda de virada e ainda possibilita visualmente um ponto de referência para os atletas, que já estão acostumados com tal distância.

Quando se pretende avaliar a fase de deslizamento após o toque na parede, e não apenas o gesto de virada então pode-se optar em utilizar uma medida maior, assim como Kjendlie *et al.* (2006) e Haljand (2007) que avaliaram atletas de alto nível competitivo, e utilizaram 15 metros, sendo 5 metros antes da borda de virada e 10 metros após, isto porque atletas com estas características tem maior aproveitamento desta fase, já que a regra permite que a fase submersa seja de até 15 metros.

4.2 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MÍNIMO DE EXECUÇÕES PARA ANÁLISE DA VIRADA

Na Figura 20 é apresentado o coeficiente de variação acumulado para cada variável, sendo utilizado para definir o número de repetições, assim como analisar visualmente a estabilidade das variáveis.

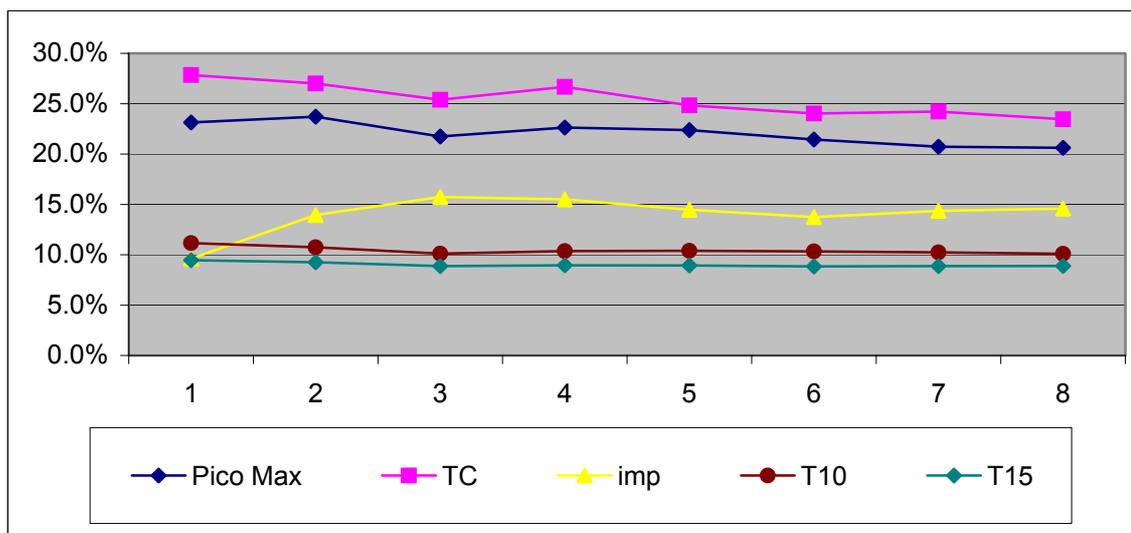


Figura 20 - Coeficiente de variação acumulado das variáveis pico máximo de força (PMn), tempo de contato (TC), Impulso (Imp), tempo de virada em 10 metros (TV10m) e tempo de virada em 15 metros (TV15m).

Neste estudo optou-se em avaliar oito viradas do nado Crawl, tentando determinar um número mínimo para pesquisas posteriores.

A definição de um número mínimo de viradas é importante, entre outros motivos, para a otimizar o processo de coleta e análise de dados (Hubert, 2004). A partir dos valores obtidos, a estabilidade visual quanto ao número de execuções foi verificada através do cálculo do coeficiente de variação acumulado (Melo, 1995), indicando o número de tentativas necessário para aceitar os dados medidos pelo instrumento/método. Mead e Curnow (1986) corroboram com esta idéia, citando o coeficiente de variação como uma medida importante sobre a variabilidade dos resultados podendo ser útil na definição do número de repetições de ensaios.

A determinação visual do ponto de estabilização da curva do coeficiente de variação experimental é um método subjetivo e, como tal, sujeito à variação entre observadores (Silva *et al.*, 2003). Buscou-se então determinar visualmente, o ponto o qual a estimativa dos parâmetros torna-se estável, entretanto o comportamento das curvas do coeficiente de variação acumulado apresentou variações discretas dificultando as afirmações a respeito. Os valores encontrados se enquadram aos esperados, como cita Gill (1987), que o pesquisador deve estar atento sobre os valores considerados razoáveis do CV em sua área de pesquisa. Segundo este, coeficientes de variação menores que 1% são raros em Ciências Biológicas, o que talvez não o seja nas Ciências Físicas, e muitas características biológicas

apresentam coeficientes de variação na faixa entre 5 e 50%. Observou-se no gráfico que a partir da terceira repetição a curva se estabilizou.

Uma segunda possibilidade foi verificar se ocorria diferença entre as médias acumuladas, então, utilizando-se do método proposto por Hubert (2004) realizou-se a análise de variância (Kruskal-Wallis) entre os diferentes agrupamentos (grupo com 1 execução X grupo com 2 execuções X grupo com 3... X grupo com 8 execuções) a um nível de significância de 5%. Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as médias acumuladas para todas as variáveis.

Para a confirmação do número mínimo de repetições, optou-se em confrontar os dados, por meio do teste de U de Mann-Whitney realizado entre as variáveis da seguinte forma: a) comparar as execuções ímpares e pares (1, 3, 5, e 7 e as 2, 4, 6 e 8), b) entre as quatro primeiras e as quatro últimas execuções, e c) e entre as três primeiras (1, 2 e 3) e as três seguintes (4, 5 e 6). Revelaram que não houve diferenças significativas a $p < 0,05$.

Dentre as variáveis, as determinantes da performance estão relacionadas ao tempo que estes executam a tarefa. Observou-se um aumento crescente na média acumulada das variáveis temporais à medida que era exigido um maior número de repetições, como apresentado na Figura 21 para o tempo em 15m e na Figura 22 para o tempo em 10m.

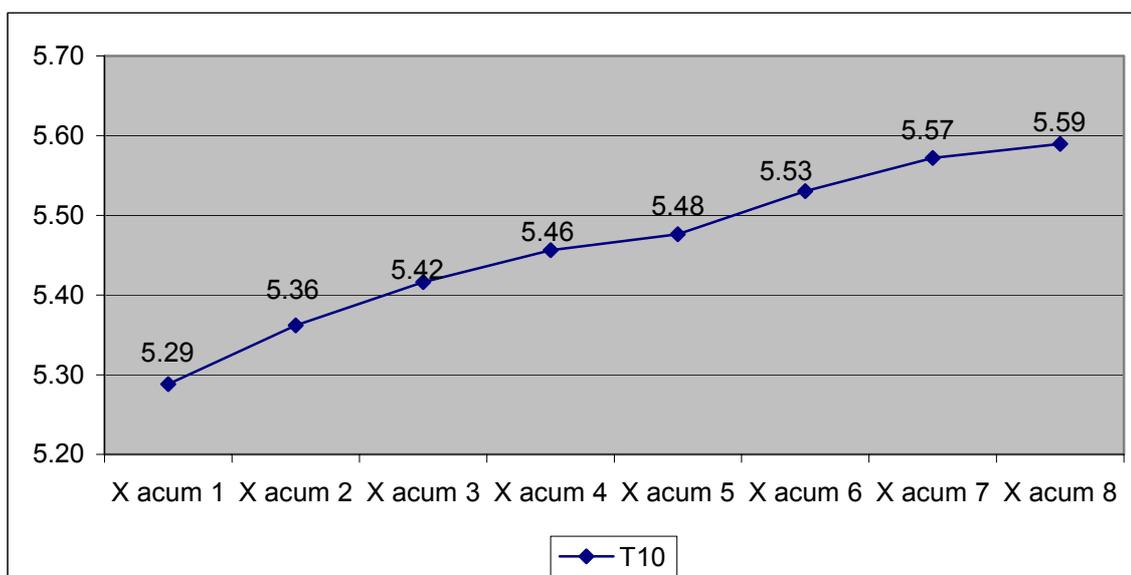


Figura 21 - Média acumulada para as variáveis temporais com relação ao número de repetições e o tempo de virada em 10 metros.

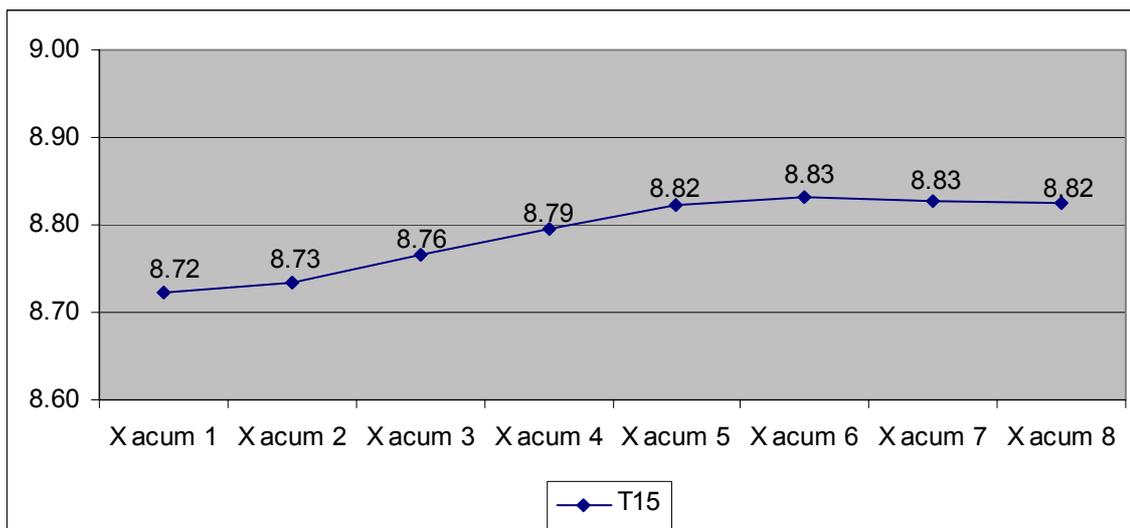


Figura 22 - Média acumulada para as variáveis temporais com relação ao número de repetições e o tempo de virada em 15 metros.

Observou-se que entre os artigos citados autores como Blanksby *et al.* (1996), Daniel *et al.* (2003) e Roesler (2003) tem utilizado, o número de três execuções para análise da virada, embora os pesquisadores do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática tem optado em avaliar um número superior. Outro ponto a ser observado é o comportamento do rendimento dos atletas quanto ao número de execuções, pois observou-se que durante as coletas, os atletas se mostram cansados, impacientes e até irritados, interferindo no seu tempo de execução da virada, diminuindo a performance.

Sugere-se a utilização de três execuções válidas para análise das variáveis dinamométricas e cinemáticas, entretanto o pesquisador pode achar prudente realizar quatro execuções, pois não se deve ignorar o fato de os nadadores estarem fazendo as viradas em uma superfície diferente da parede da piscina, ao qual eles estão acostumados, podendo ocorrer alguma falha não detectada durante a coleta, ocasionando a perda de tal execução, caracterizando a execução como inválida. Portanto a sugestão acima, de uma virada a mais, se faz como margem de segurança para a coleta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos neste estudo, observou-se que as variáveis pico máximo de força (PMn) e tempo de contato (TC), tem relação com a performance de virada nas distâncias de 10 metros (TV10m) e 15 metros (TV15m), e que o impulso (Imp) apresenta uma pequena relação com a performance em 15 metros.

Para a determinação da distância mais adequada para obtenção do tempo de performance, observou-se que 10 metros seria suficiente para avaliar atletas com as características semelhantes as deste estudo, tendo em vista que ao se avaliar a performance em 15 metros, verificou-se que em 67,9% do tempo o atleta está nadando, ou seja, não está mais na ação da virada propriamente dita. Entretanto, para se avaliar atletas de alto nível, com maior aproveitamento da fase submersa, sugere-se que o pesquisador adapte este protocolo, podendo utilizar a medida de 15 metros, sendo 5 metros antes da virada e 10 metros após a virada.

Com relação ao número mínimo de execuções necessárias para avaliar a performance da virada, sugere-se a utilização de quatro execuções válidas, tendo em vista que a quarta execução será utilizada como precaução, em caso de algum imprevisto, não detectado no momento da coleta de dados.

A partir deste estudo é possível tornar a coleta de dados mais prática e dinâmica, tendo em vista que estudos na natação, mais especificamente da virada, envolvem grande quantidade de material e de pesquisadores. Espera-se, através deste protocolo, facilitar a continuidade de estudos com a virada, promovendo o desenvolvimento de programas de treinamento direcionados ao aperfeiçoamento da técnica de virada e assim, melhorando a performance dos atletas.

Como sugestão de continuidade e aprofundamento deste estudo propõe-se que: (a) que sejam analisadas as velocidades em cada fase da virada, afim de determinar maior aproveitamento das fases; (b) seja analisada a fase submersa executada após a virada; (c) que se construa plataformas de força subaquáticas com dimensões (tamanho e espessura) semelhantes às placas sensoras utilizadas em competições oficiais de natação; (d) seja controlado o tempo de recuperação através da medida de lactato sangüíneo, afim de determinar o tempo ideal de recuperação para cada sujeito; (e) sejam realizadas análises intra-sujeito, a fim de promover, em parceria com o treinador, a melhora do rendimento de determinado nadador; e (f)

sejam realizados estudos longitudinais, proporcionando aos técnicos os resultados obtidos através das análises biomecânicas, buscando avaliar a eficiência de um programa de treinamento específico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, L.G. *et al.* Análise Dinamométrica da virada com rolamento do nado crawl. In CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 9, Gramado. **Anais...** Porto Alegre:UFRGS 2001.p.80 84.2v.

ARAUJO, L.G. **Análise Biomecânica da virada no nado Crawl.** 2004. 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Curso de pós-graduação em Educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

ARAUJO, G. L. *et al.* Biomechanic Analysis os the Turn in it I Swim Crawl: Relation Between Dynamic And Kinematic Variables. In: **Fiep Bulletin.** 2005. 75.v.p.542 545

ARELLANO, R., PARDILLO, S. & GAVILLAN, A. **Underwater undulatory swimming: Kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes.** 2001. Disponível em: <http://www.fcdef.up.pt/bms2006> Acessado em: 14 jun 2006

BLANKSBY, B. A. Gaining on Turns. In: International Symposium On Biomechanics In Sports. 17, Perth, WA. **Anais...**Perth, WA: Cowan University, 1999. p. 82-85.

BLANKSBY, B. A.; SIMPSON, J.R.; ELLIOT, B.C.; McELROY, K. Fatores Biomecânicos influentes em Viradas de Nado Peito por Nadadores juvenis. **Journal of applied biomechanics.** n. 14, p 180-189, 1998.

BLANKSBY Brian, SKENDER Simon, ELLIOTT Bruce, MCELROY Keith, LANDERS Grant. An analysis of the rollover backstroke turn by age-group swimmers. **Sports Biomechanics.** Jan 2004; 3(1) p 1-14.

BLANKSBY, B.A.; GATHERCOLE, D.G.; MARSHALL, R.N. Force plate and video analysis of the tumble turn by age-group swimmers. **Journal of Swimming Research** Vol 11 p.40-45 1996.

BARBANTI, V.J. **Dicionário de educação física e do esporte.** São Paulo: Manole, 1994.

CATTEAU, R; GAROFF, G. **O ensino da natação.** Rio de Janeiro: Manole, 1990.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia científica.** 3ª edição. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHOW J.W-C.; HAY, J.G.; WILSON, B.D.;IMEL, C.. Turning Techniques of elite Swimmers, USA, **Journal of Sports Sciences**, v.2, n.3. p. 169-183. nov.1984.

CHOLLET, C. T.; CHOLLET, D.; HOGIE, S.; PAPPARODOPOULOS, C. Kinematics analysis of butterfly turns of international and national swimmers. **Journal of Sports Sciences**, v.20, n.5. p. 383-390.out 2002.

COSTILL, D.L.; MAGLISCHO, E.W.; RICHARDSON, A.B. Natacion: Aspectos biologicos y mecánicos y entrenamiento. Tests, controles y aspectos médicos. Barcelona, **Hispano Europea**. S.A. 1994

COUNSILMAN, J. E. **A Natação – ciência e técnica para a preparação de campeões**. Rio de Janeiro: Livro Ibero – Americano, 1978.

DANIEL, K.; KLAUCK, J.; BIEDER, A. Kinematic and Dynamographic Research in Different Swimming Turns. In: CHATARD, Jean-Claude. (Editor). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. France:University of Saint-Etienne, 2003 p. 201-206.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE NATAÇÃO AMADORA. **Regras de natação: 2002-2005**. [S.I.]: FINA, 2002

FERNANDES, R.; GARGANTA, R., DUARTE, J. A. VILAS-BOAS, J.P. **Avaliação cineantropométrica e fisiológica do nadador pré-junior...Alguns resultados**. Documentação de apoio ao II seminário de Natação “Novos Horizontes”. Viseu. 2001.

FERNANDES, R.; VILAS-BOAS, P. **Partidas E Viragens Em Natação: Descrição e Seqüências Metodológicas**. Documentação de apoio ao II seminário de Natação “Novos Horizontes”. Viseu. 2001.

GATHERCOLE, D. G. (1995). **Analysis of the Competitive Freestyle Turn Through the Use of a Force-Platform and Underwater Video**. Unpublished Masters thesis, The University of Western Australia, Nedlands, Australia.

GONÇALVES JUNIOR, A. A. **Metrologia: parte 1**. 2004. Disponível em: <http://labmetro.ufsc.br/metrologia_parte1.htm>. Acesso em: 07 jun. 2005.

GUIMARÃES, A.C.S.; HAY, J.G. A mechanical análisis of the grab starting technique in swimming. **International Journal of sport Biomechanics**. Iowa City, State of Iowa, USA, v.1, p.25-34, fev. 1985.

HALJAND, R. **Technical preparation of swimming starts turns and stroke**: Talliwn University of Education Sciences. Estonia: [s.n.], 1998.

HAY, J.G. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

HUBERT, Marcel et. Al. Influência de Variáveis Dinâmicas no Tempo de Execução da Virada no Nado Crawl. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 10,Ouro Preto.**Anais...Ouro Preto:SBB,2003**. 1v.p.207 210.

HUBERT, M. *et al.* Relação entre o pico máximo de força e o tempo de execução da virada no nado Crawl. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 10, Ouro Preto. **Anais...Ouro Preto: SBB, 2003. 1.v.p.207 – 210.**

HUBERT, M. *et al.* Comportamento de variáveis biomecânicas da saída na natação: comparação de diferentes técnicas e nados. **Revista Digital EFDeportes**. Buenos Aires Ano. 10, n. 90 dez. 2005. Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd91/> > Acesso em: 10 jan. 2007.

KJENDLIE, P. L. *et al.* The temporal distribution of race elements in elite swimmers. **Biomechanics and Medicine in Swimming X**. Portugal. v. 6, suplemento 2, p. 15-113 jun. 2006.

LYTTLE, A.; (HONS); MASON, B. A Kinematic and kinetic analysis of the freestyle and butterfly turns. **The Journal of Swimming Research**. Vol 12. 1997. p 7-11.

LYTTLE, A.D.; BLANKSBY, B.A.; ELLIOT, B.C.; LLOYD, D.G. Investigating kinetics in the freestyle flip turn push-off. **Journal of applied Biomechanics**. 1999. p.242-251.

MAAÑON, R.. *et al.* Evolution of the Crawl Turn After Technical Intervention in the Swimming Training. In: CHATARD, Jean-Claude. (Editor). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. France:University of Saint-Etienne, 2003 p. 225-230.

MACHADO, D.C. **Natação: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Sprint, 1995.

MAGLISCHO, E. **Nadando ainda mais rápido**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999.

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

MARTINS, E.R.S. **Análise Dinâmica da Virada com Rolamento no Nado Crawl**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Curso de pós-graduação em Educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MASON, B.; COSSOR, J. Swim Turn Performances At Sydney 2000 Olympic Games.(2001) **XIX International Symposium on Biomechanics in Sports**. June 26th 2001. University of San Francisco. Disponível em: <<http://www.ausport.gov.au/fulltext/2001/ascgrey/swimturn2000.asp>> Acesso em: 07 de jun. 2006.

MCGINNIS, P. M. **Biomecânica do Esporte e Exercício**. 1. Ed., São Paulo, Artmed; 2002. 403 p.

MEAD, R.; CURNOW, R.N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman and Hall, 1986. 335 p

MELO, S.I.L. **Um sistema para determinação do coeficiente de atrito entre calçados esportivos e pisos usando o plano inclinado.** UFSM:1995. Tese de Doutorado. Santa, Maria, RS.)

NAVARRO, F. **Hacia el dominio de la natacion.** Madrid: Gimnos, 1995.

PALMER, M.L. **A Ciência do Ensino da Natação.** São Paulo: Manole, 1990.

PEREIRA, S. **Análise da performance da saída de nadadores velocistas em diferentes Alturas e inclinações do bloco de partida.** 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Curso de pós-graduação em Educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PEREIRA, S.; ARAUJO, L. G.; FREITAS, E.; GATTI, R.; SILVEIRA, G. Biomechanical analysis of the turn in front crawl swimming. **Biomechanics and Medicine in Swimming X.** Portugal. v. 6, suplemento 2, p. 77-79 jun. 2006.

PEREIRA, S. *et al.* Biomechanical analyses on crawl stroke turns. **Biomechanics and Medicine in Swimming X.** Portugal. v. 6, suplemento 1, p. 109-110 jun. 2006

PRINS, J. H.; 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. **Biomechanics and Medicine in Swimming X.** Portugal. v. 6, suplemento 2, p. 82-85 jun. 2006.

PLATONOV, V. **Treinamento desportivo para nadadores de alto nivel.** São Paulo: Phorte Editora, 2005.

RETO, L.; NUNES, F. Normas de elaboração de teses de mestrado. **Instituto para o desenvolvimento da gestão empresarial.** INDEG. Dez. 2001.

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

ROESLER, H. **Desenvolvimento de plataforma subaquática para medições de forças e momentos no três eixos coordenados para a utilização em Biomecânica.** 1997. Porto Alegre: URGS, 1997. Tese (Doutorado em engenharia mecânica) Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

ROESLER, H. Turning Force Measurement in Swimming Using Underwater Force Platform. In: CHATARD, Jean-Claude. (Editor). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX.** France:University of Saint-Etienne, 2003 p. 243-248.

SAD32Bits – **“Sistema de Aquisição de dados – Manual de Operações”** – Caderno técnico de Engenharia Mecânica CT07 – DEMEC – URGS. 1997.

SILVA, L.; ZARO, A. **SAD VERSÃO 3.2 – “Sistema de Aquisição de dados – Manual de Operação”** – Caderno técnico de Engenharia Mecânica CT07 – DEMEC – Porto Alegre: UFRGS, 2001.

SILVA, R. L.; XAVIER, A.; LEITE, H. G.; PIRES, I. E. Determinação Do Tamanho Ótimo Da Parcela Experimental Pelos Métodos Da Máxima Curvatura Modificado, Do Coeficiente De Correlação Intraclasse E Da Análise Visual Em Testes Clonais De Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.669-676, 2003.

THOMAS J. R.; NELSON, J.K. **Métodos de pesquisa em Atividade física**. 3ª Ed. São Paulo: Artmed, 2002.

TROUP, J. P. Race Strategy: Timing the Start, Turns, Swim, and Finish. In: **International Center of Aquatic Research Annual**, Colorado. ANAIS...Colorado: ISBN, 1990. Capítulo 12.p.87-92

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. São Paulo: Atlas, 1999. 294 p.

ANEXOS

ANEXO 1
ESTUDO PILOTO

“PROPOSIÇÃO DE UM PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS DA VIRADA NO NADO CRAWL”

1.1 LOCAL

O estudo piloto foi realizado nas instalações da piscina e do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática, do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, CEFID, da Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, foi realizado no dia seis de julho do ano de dois mil e seis (06/07/2006), no período vespertino.

1.2 SUJEITOS

Participaram do estudo piloto sete atletas de triatlo, participantes da Equipe de Treinamento da Escolinha de Triatlo – ADTRISC e federados junto a Federação de Triatlo de Santa Catarina, com experiência em competições de nível nacional, sendo identificados como pela letra “S” acompanhada pelos números de 1 a 7 (S1, S2, S3,...S7). O quadro 1 apresenta as características individuais de cada sujeito.

Quadro 1: Características Individuais de cada atleta

Características	Idade	Estatura (m)	Massa (Kg)	Sexo
S1	13	1,50	37,2	Fem
S2	16	1,59	51	Fem
S3	18	1,63	70,2	Fem
S4	17	1,78	62,9	Masc
S5	13	1,50	48,8	Fem
S6	17	1,61	58,9	Fem
S7	14	1,55	39	Fem

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade para a realização desta pesquisa, definir o local das câmeras subaquáticas, além de familiarizar o pesquisador com os equipamentos e assim otimizar a execução dos procedimentos de coleta de dados.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir e testar o posicionamento das câmeras subaquáticas para melhor obtenção das variáveis cinemáticas;
- Testar a qualidade das imagens subaquáticas para a identificação da marcação dos pontos anatômicos;
- Determinar e testar os procedimentos de Coleta de Dados;
- Familiarizar o pesquisador com a rotina e os procedimentos de coleta de dados.
- Verificar possíveis falhas no procedimento;
- Verificar a existência de variáveis que possam interferir no estudo.

1.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Para a aquisição dos dados dinamométricos foi utilizada uma plataforma de força extensométrica ROESLER (1997), de dimensões 500 X 500mm, com sensibilidade de 2N, frequência natural de aquisição de 60Hz e com erro menor que 1%. A calibração da plataforma aconteceu um dia antes e no dia da coleta, obtendo-se um coeficiente de calibração de 0,485. Para posterior sincronização das imagens obtidas pela cinemetria. A plataforma, assim como o sincronizador de sinais foram acoplados a uma placa condicionadora de sinais e esta a uma placa conversora analógica/digital instalada no computador usado para coleta. Apenas a componente vertical (F_y), proveniente da plataforma de força foi utilizada, servindo como referência sobre a movimentação do atleta sobre a mesma.

Como conversor A/D foi usado o CIO-DAS-16Jr com capacidade para 16 canais e limite máximo de 60 KHz. Foi utilizado um canal para medir as

componentes de força vertical (F_y). A taxa de aquisição em cada canal foi de 800 Hz. Os arquivos foram calibrados e filtrados através do filtro via transformada de Fourier (FFT) tipo Butterworth de zero a 30 Hz, ordem 3 e a normalização foi feita dividindo-se o arquivo de força pela força peso dos nadadores, ambos realizados no sistema de aquisição e processamento SAD 32.

A plataforma foi associada a um suporte para sua fixação dentro da piscina (Figura 1), no plano vertical, encostada na parede.

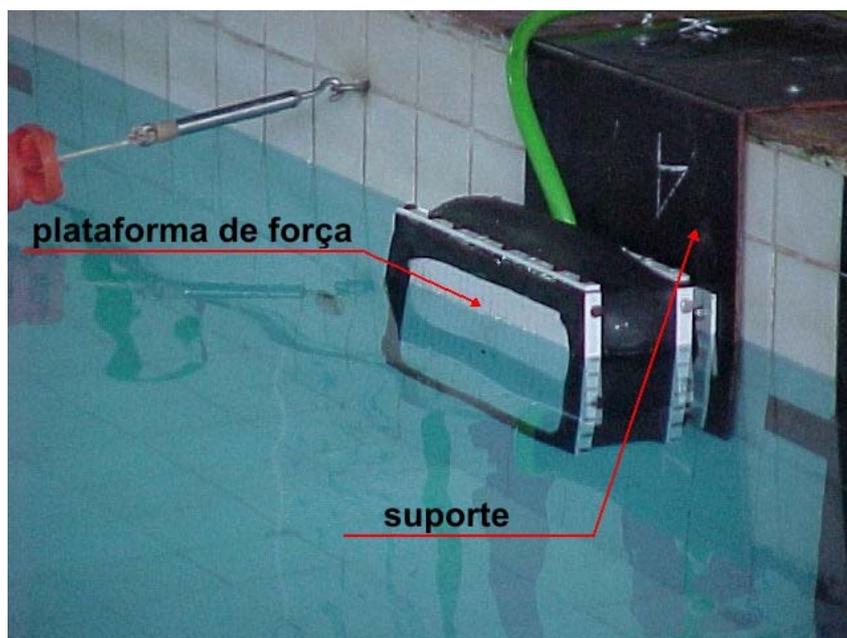


Figura 1: Foto da plataforma de força subaquática acoplada ao suporte

Como a profundidade nas cabeceiras da piscina é baixa (1,20m) para que a execução da virada seja devidamente filmada, o local da coleta foi preparado para que a mesma ocorresse na parte central da piscina, que tem 1,80m de altura da coluna d'água, e no sentido transversal. Por este motivo, foi necessário adaptar uma "maquiagem" no fundo da piscina, cobrindo as faixas pretas originais e colocando uma outra faixa preta no sentido transversal (Figura 2), além disso, as raias também foram adaptadas e colocadas no mesmo sentido tornando o ambiente de coleta o mais parecido possível com o utilizado em treinos.

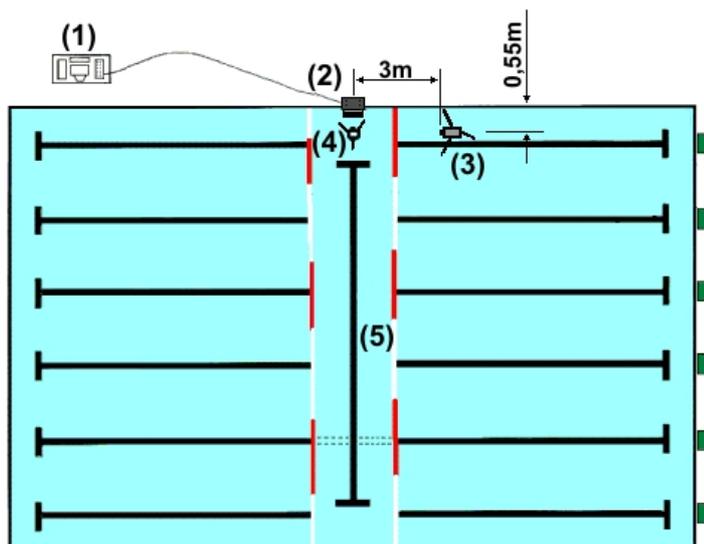


Figura 2: Esquema do layout da piscina no dia da coleta (1 – sistema de aquisição de dados; 2 – plataforma de força na virada 3 – câmera 1; 4 – câmera 2; 5 – nova demarcação da raia)

Na aquisição dos dados cinemáticos foram utilizadas duas câmeras de vídeo, uma VHS frequência de aquisição de 30Hz e fita de vídeo S-VHS e outra digital do tipo miniDV. As câmeras foram denominadas e posicionadas da seguinte forma:

- Câmera 1: posicionada dentro da água a 3m para lateral em relação ao centro da plataforma, 55cm da parede em que estará a plataforma e 1,20m de altura em relação ao fundo da piscina;
- Câmera 2: posicionada dentro da água, ao centro da plataforma, 55 cm da parede em que estará a plataforma, 40cm de altura em relação ao fundo da piscina, possibilitando uma vista de baixo para cima da piscina.

As câmeras foram acopladas a caixa estanque (Figura 3) para que pudessem ser utilizadas dentro da água.



Figura 3. Imagem da caixa estanque

Foram usados marcadores nos pontos anatômicos predeterminados: trocanter maior, epicôndilo lateral e maléolo lateral, para isto foi utilizada uma caneta marcadora na cor vermelha, apropriada para ser utilizada dentro da água.

Os pesquisadores chegaram ao local de coleta com quatro horas de antecedência da hora prevista para o início da coleta de dados, a fim de preparar todo o material, verificar o funcionamento dos equipamentos e organizar o material e o local antes da chegada dos atletas.

Ao chegarem ao local de coleta os atletas receberam explicação sobre as etapas da pesquisa. Preencheram fichas de dados pessoais (nome, idade, telefone, endereço), assinaram termos de consentimento para a participação do estudo e uso das imagens obtidas. Medidas de peso, estatura e dimensões de seguimentos corporais foram coletadas. Após a instrução os atletas foram marcados nos pontos anatômicos. Por um período de aproximadamente 30 minutos destinado ao aquecimento, os atletas realizaram livremente várias viradas impulsionando com os pés na plataforma para se adaptarem.

Ao final do aquecimento os atletas realizaram seis execuções, partiram em velocidade máxima de dentro da água, fizeram a virada e retornaram mantendo a velocidade. O intervalo entre cada virada foi de 3 minutos.

A coleta de dados obedeceu a seguinte ordem:

- 1º - determinar a data e período da coleta;
- 2º - agendar e reservar a piscina do CEFID/UEDESC;
- 3º - calibrar a plataforma de força subaquática;
- 4º - verificar o funcionamento do sistema de aquisição de dados;
- 5º - verificar o funcionamento do sistema de vedação da plataforma;
- 6º - remarcar a raia no fundo da piscina;
- 7º - posicionar a plataforma de força subaquática;
- 8º - posicionar as câmeras de vídeo;
- 9º - receber e preparar os atletas;
- 10º - coleta de dados propriamente dita.

Coleta da dados

- 30 minutos de aquecimento;
- seis viradas filmadas em ordem, na seqüência do S1 ao S7, com intervalo de 3 minutos entre as viradas;
- 15 minutos de desaquecimento

1.5 ANÁLISE DOS DADOS

Após a coleta, os dados da câmera VHS foram transferidos para uma câmera mini-DV, e a partir desta, digitalizados, com freqüência de aquisição 30Hz e passados ao computador.

Para a análise foi utilizado o software Win-Producer que permite a visualização quadro a quadro, dos movimentos realizados pelo sujeito.

1.6 RESULTADOS

Através da realização deste estudo piloto foi possível obter os seguintes resultados:

- A qualidade das imagens foi pouco satisfatória para a identificação da marcação dos pontos anatômicos, devido a turbidez da água;
- A água da piscina deverá estar o mais transparente possível para facilitar a visualização da filmagem;
- Os marcadores de pontos anatômicos poderão ser utilizados na coleta de dados oficial;
- O posicionamento da câmera 1 foi satisfatório e poderá ser utilizado na coleta de dados oficial, embora o sistema deverá ser melhorado adicionando-se uma câmera na posição oposta;
- O posicionamento da câmera 2 não foi satisfatório, pois não foi possível a identificação de todos os pontos anatômicos necessários, portanto se faz necessário a utilização de mais uma câmera em um posicionamento diferente;
- O procedimento de coleta de dados poderá ser usado na coleta de dados oficial;

Com a realização deste estudo piloto foi possível identificar algumas das necessidades para a realização desta pesquisa e constatar sua viabilidade, bem como a percepção da necessidade de mais estudos piloto, visando definir a posição das outras câmeras e otimizar a coleta oficial.

ANEXO 2

FICHA DE CADASTRO DO NADADOR

FICHA DE CADASTRO		
PARA NADADORES AVALIADOS		
PELO LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM BIOMECÂNICA AQUÁTICA		
Nome:		
Data de Nascimento: / /	Nacionalidade:	
Endereço:		
CEP: -	Cidade:	UF:
Fone:	Celular:	Fax:
Modalidade:		
Categoria/Classe:		
Principais Títulos:		
Antropometria:		
Estatura:		
Trocanter / Maléolo lateral:		
Segmento coxa:		
Segmento Perna:		
Data da Avaliação: / /	Registro da Avaliação:	
Tipo de Avaliação:		
Arquivo computador:		

ANEXO 3

TERMOS DE CONSENTIMENTO DO NADADOR

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim. Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso

_____ .

Assinatura _____ Florianópolis, ____/____/____ .

ANEXO 4

CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Eu, _____
permito que o grupo de pesquisadores relacionados abaixo obtenha fotografia, filmagem ou gravação de minha pessoa para fins de pesquisa, científico, médico e educacional.

Eu concordo que o material e informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos esmos.

Nome do paciente/indivíduo:

Assinatura: _____

Equipe de pesquisadores:

Nomes:

Graziela Aveline Silveira

Helio Roesler

Data e Local onde será realizado o projeto:
