

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

MARCEL HUBERT

DETERMINAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS  
BIOMECÂNICOS DA SAÍDA NO NADO CRAWL

Florianópolis, SC, Brasil  
2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DETERMINAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS  
BIOMECÂNICOS DA SAÍDA NO NADO CRAWL

Por

MARCEL HUBERT

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação: Mestrado em Ciências do Movimento Humano, do Centro de Educação Física Fisioterapia e Desportos – CEFID, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Helio Roesler

Florianópolis, SC, Brasil  
2005

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO  
A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A  
DISSERTAÇÃO

DETERMINAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS  
BIOMECÂNICOS DA SAÍDA NO NADO CRAWL

ELABORADA POR:  
MARCEL HUBERT

COMO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
EDUCAÇÃO FÍSICA – CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Helio Roesler (orientador) – UDESC

---

Prof. Dr. Alexandre Andrade - UDESC

---

Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro – UFSC

---

Prof. Dr. Oscar Amauri Erichsen - UEL

---

Prof. Dr. Sebastião Iberes Lopes Melo - UDESC

Florianópolis, 09 de agosto de 2005

# SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	O PROBLEMA	1
1.2	JUSTIFICATIVA	3
1.3	OBJETIVOS	4
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	4
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	4
1.4	DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS	5
1.4.1	<i>Variáveis obtidas pelo método de dinamometria</i>	5
1.4.2	<i>Variáveis obtidas pelo método de cinemetria</i>	7
1.5	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	11
1.6	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>13</b>
2.1	EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE SAÍDA	13
2.2	REGULAMENTAÇÃO DAS SAÍDAS	15
2.3	ESTILOS DE SAÍDA	16
2.3.1	<i>Saída de Agarre</i>	17
2.3.2	<i>Saída de Atletismo</i>	19
2.3.3	<i>Saída de Revezamento</i>	20
2.4	A PERFORMANCE NA SAÍDA E OS MÉTODOS DE ANÁLISE	21
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>29</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	29
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA	29
3.3	INSTRUMENTOS	29
3.3.1	<i>Plataforma de força</i>	30
3.3.2	<i>Sistema de aquisição de imagens</i>	31
3.3.3	<i>Sincronizador de sinais</i>	32
3.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	32
3.4.1	<i>Procedimentos preliminares</i>	33
3.4.2	<i>Coleta de dados propriamente dita</i>	33
3.5	TRATAMENTO DOS DADOS	35
3.6	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	35
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>37</b>
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA ESTUDO NA SAÍDA	39
4.2	DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA ADEQUADA PARA A TOMADA DE TEMPO DAS SAÍDAS	43
4.3	DEFINIÇÃO DO NUMERO DE SAIDAS	46
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das fases da saída, segundo alguns autores..	22
Tabela 2 – Estudos	26
Tabela 3 – Variáveis temporais	37
Tabela 4 – Variáveis cinemáticas	38
Tabela 5 – Variáveis dinamométricas	38
Tabela 6 – Valores de “r de Pearson”utilizando tempo total em 15 metros como referência.	40
Tabela 7 – Valores de “r de Pearson”utilizando tempo total em 10 metros como referência.	41
Tabela 8 – Valores de “r de Pearson”utilizando tempo de início do nado como referência.	42
Tabela 9 – Contribuição percentual das fases da saída na performance em 15 metros na natação	43
Tabela 10 – Contribuição percentual das fases da saída na performance em 10 metros na natação	44
Tabela 11 – Contribuição percentual das fases da saída na performance no início do nado	45
Tabela 12: Comparação entre os diferentes números de saídas.	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Gráfico das curvas de força vertical e horizontal com indicadores das variáveis analisadas. ....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2: Exemplo da obtenção do ângulo de entrada na água. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 3: Exemplo da obtenção do ângulo de entrada na água. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 4: Exemplo da obtenção da distância de vôo. ....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 5: acionamento do sincronizador o instante de partida (esquerda) e instante em que a cabeça do nadador atinge a marca determinada. ....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 6: acionamento do sincronizador o instante de partida (esquerda) e instante em que a cabeça do nadador atinge a marca de 15 metros. ....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 7: Foto da plataforma de força subaquática sobre o suporte que simula o bloco de partida. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8: Desenho esquemático da transformação de coordenadas quando da utilização do suporte com inclinação de 10°. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 9: Foto da caixa estanque com o tripé para filmagem subaquática fixada ao suporte. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 10: Esquema do layout da piscina no dia da coleta. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 11: Esquema da piscina e local aonde os nadadores iniciaram o nado. ....</b>	<b>45</b>

## RESUMO

**Título: “DETERMINAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS BIOMECÂNICOS DA SAÍDA NO NADO CRAWL”.**

**Autor:** Marcel Hubert.

**Orientador:** Helio Roesler.

Esta pesquisa teve como objetivo determinar um procedimento para se realizar avaliações das saídas na natação, através de medições biomecânicas. Participaram deste estudo 4 nadadores de níveis estadual e nacional, integrantes da equipe de natação do Clube Doze de Agosto, Florianópolis, SC. Os dados foram coletados na piscina do clube Doze de Agosto e tratados no Laboratório de Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos - CEFID/UEDESC. Para a coleta de dados foi utilizada uma plataforma de força subaquática fixada sobre um suporte simulando o bloco de partida, posicionada na borda contrária a dos blocos da piscina. Simultaneamente, foram utilizadas duas câmeras de vídeo posicionadas dentro e fora da piscina, de forma que proporcionassem uma visão lateral e superior do bloco de partida e da piscina, até uma distância de 15m (distância máxima permitida pelas regras para que o nadador permaneça submerso). Um emissor de sinal luminoso (LED) ligado a um sincronizador de sinais foi enquadrado no campo de imagem de todas as câmeras e o sinal de partida foi dado seguindo procedimentos oficiais de partida de uma prova de nado Livre. Os dados obtidos por dinamometria foram pós-processados pelo sistema SAD-32. Para a cinemetria foram utilizados os *softwares* de edição de imagens *InterVideo WinProducer 3* e *CorelDRAW®*. Para a caracterização dos dados foi utilizada a estatística descritiva e para a verificação da relação entre as variáveis e a performance foi utilizada a correlação de *Pearson* ( $\alpha=0,05$ ). Verificou-se que as variáveis: ângulo de entrada, distância de vôo e tempo em 5 m têm relação com a performance na saída nas três distâncias testadas, já as variáveis pico máximo de força vertical e tempo em 10 m têm relação com a performance apenas nas distâncias de 15 m e de início do nado. As variáveis: pico máximo de força horizontal, força resultante, ângulo de saída, distância de início de nado e tempo submerso têm relação somente com o tempo de início de nado. O tempo de bloco tem relação com o tempo em 15 m e o tempo de início de nado com o tempo em 10 m. Das variáveis testadas somente para o tempo de vôo não foi encontrada correlação. A distância determinada como mais adequada para obtenção do tempo de performance foi 10 metros. O número mínimo e suficiente de execuções encontrado para análise das saídas foi de três.

Palavras chave: Biomecânica, Natação, Saídas.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Florianópolis, Santa Catarina, 09 de agosto de 2005

## **ABSTRACT**

**Title: “DETERMINATION OF A PROCEDURE FOR COLLECTING BIOMECHANICAL DATA OF FRONT CRAWL SWIMMING STARTS.”.**

**Author:** Marcel Hubert.

**Advisor:** Helio Roesler.

It aimed to determine a procedure to evaluate the swimming starts through biomechanical methods. For this descriptive and exploratory study one analyzed the starts of 4 state and national level swimmers, members of the swimming team from Doze de Agosto Club (Florianópolis, SC). Data were collected in the swimming pool of Doze de Agosto Club and treated in the Aquatic Biomechanics Research Laboratory of Santa Catarina State University. An underwater force plate was used. The force plate was fixed as a starting block in the opposite side of the original blocks. Two video cameras placed outside and inside the water were used in order to provide a lateral view of the starting block and of the swimming pool up to 15m (according to swimming rules it is the maximum distance for the swimmer to be completely submerged after the start). Light-emitting diodes were placed in the image field of the video cameras and connected to a signal synchronizer. Starting procedures conformed to the swimming rules of an official Freestyle event. Data were post-processed by SAD 32 System. For kinematic data InterVideo WinProducer 3 e CorelDraw<sup>®</sup> software were used. Descriptive statistics was used to characterize data and Pearson's correlation was used to verify the relationship between the variables and the start performance ( $\alpha=0,05$ ). One verified there is a relationship between the variables angle of entry, flight distance and time in 5m and the start performance in the three different measured distances (10m, 15m and distance of the beginning of the stroke); the vertical force peak and the time in 10m were correlated to the performance measured in 15m and in the beginning of the stroke; the horizontal force peak, the resultant force, the takeoff angle, the distance of the beginning of the stroke and time of the underwater phase were only correlated to the time of the beginning of the stroke; there was a relationship between the block time and the time in 15m; there was also a relationship between the time of the beginning of the stroke and the time in 10m. The flight time was the only variable that did not present any correlation to the performance. One verified that the most adequate distance to evaluate the start performance was 10m; and three executions were enough to analyze the start variables.

**Keywords:** Biomechanics, Swimming, Starts.

SANTA CATARINA STATE UNIVERSITY - UDESC  
POST-GRADUATION PROGRAM IN HUMAN MOVEMENT SCIENCES  
MASTERS' DISSERTATION

Florianópolis (SC), August 9<sup>th</sup>, 2005

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 O PROBLEMA

Em competições de alto nível, a luta por melhores resultados tem exigido cada vez mais que técnicos e pesquisadores estudem e determinem a excelência dos métodos de treinamentos e o grau de perfeição alcançado pelos movimentos dos nadadores. O regulamento pré-determinado nas provas de natação faz com que os nadadores se adaptem a ele, baseando-se na técnica de nado, e no seu próprio estilo, na tentativa de vencer barreiras, percorrendo a determinada distância em menor tempo possível (MARTINS 2001).

A diferença de tempo entre os competidores de uma prova de velocidade na natação vem se tornando cada vez menor, tendo ocorrido inclusive casos de empates nos centésimos de segundo, gerando uma tendência de que os tempos passem a ser adquiridos em milésimos de segundos.

Portanto, qualquer melhora de tempo em uma fase da prova, como por exemplo na saída, pode representar a vitória. Isto significa que o nadador precisa não somente nadar rápido, mas também executar rapidamente a saída e as viradas, se houverem (GUIMARÃES e HAY, 1985).

Segundo Pereira *et. al.* (2001), para que os atletas consigam superar seus limites e obter novos recordes na natação, a saída é um dos principais fatores que podem contribuir para tal feito, principalmente se tratando de provas de velocidade. Esta afirmação está de acordo com o trabalho de Hay (1986) que relata que a saída representa 11% do tempo total de uma prova de 50 metros nado livre, e também com o de Lewis (1980) que cita duas vantagens para o nadador com a saída mais rápida. A primeira, o fator psicológico de estar na frente na prova e a segunda, o fato de estar nadando em águas mais calmas, o que aumenta a eficiência da braçada.

Existem diferentes técnicas de saídas de cima do bloco na natação, as quais vêm sendo aperfeiçoadas ao longo dos anos, como as saídas de agarre (*grab start*) e de atletismo (*track start*). Sendo assim há a necessidade de se optar pela melhor técnica

para cada atleta, fato que vem gerando dificuldades para os treinadores por não terem acesso a informações quantitativas aprofundadas sobre o evento em questão.

Alguns estudos já foram feitos em relação às saídas, como o de Ayalon *et. al.* (1975) comparando quatro estilos de saídas, Guimarães e Hay (1985) que estudou a saída de agarre e Counsilman *et al.* (1988) que estudaram três tipos de saídas de agarre. No laboratório de Biomecânica Aquática do CEFID/UEDESC as saídas também vêm sendo estudadas, como trabalhos concluídos podem-se citar o de Pereira *et. al.* (2001) que analisou a influência da variação de altura e de inclinação dos blocos de partida na performance dos nadadores e Pedralli (2001) que analisou as diferenças entre a saída de agarre e a de atletismo.

O que há em comum entre estes e outros trabalhos com saídas que poderiam ser citados é a necessidade da padronização de alguns parâmetros das coletas de dados, pois atualmente, para cada um dos trabalhos, ou para cada coleta de dados é preciso elaborar um procedimento “protocolo”, o que tem sido feito sem critérios bem definidos e testados, isto tem provocado em algumas situações até mesmo a impossibilidade de que os dados adquiridos possam ser usados e comparados.

Um bom exemplo do problema da falta de padronização nos estudos é a distância utilizada para obtenção da variável de performance (tempo de saída), sendo que foram encontrados estudos utilizando distâncias diversas, variando de quatro metros (AYALON *et. al.* 1975), passando por cinco metros (WELCHER *et. al.* 1999), seis metros (VILAS-BOAS *et. al.* 2003), sete metros (PEARSON *et. al.* 1998), 9,5 metros (BONAR, 2001), 10 metros (BLANKSBY *et. al.* 2001), até 15 metros (MASON e COSSOR, 2000).

Esta variação, em muitos casos, não permite a comparação dos dados de um autor com outro, o que parece ir contra os objetivos de desenvolvimento da pesquisa e do esporte.

Outra preocupação é o número adequado de execuções que cada atleta deve realizar para garantir a representatividade dos resultados, este número deve ser o menor possível, já que pode haver uma tendência de queda da performance com um número elevado de execuções. Experiências anteriores e contatos com atletas e treinadores indicam que alguns dos sujeitos referem certo desconforto após algumas

repetições. Além do desgaste físico alguns atletas se sentem incomodados quando sabem que terão de realizar várias saídas para as avaliações, isto tende a diminuir a motivação e resultar em variações na performance dos mesmos.

Tendo em vista a seqüência futura dos trabalhos com saídas e principalmente o aperfeiçoamento dos mesmos, chegou-se à seguinte situação problema: *Qual o procedimento adequado para realizar avaliações das saídas na natação, em relação à distância para obtenção do tempo de performance, ao número de execuções e às variáveis que influenciam nas saídas, através de medições biomecânicas?*

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando que uma boa saída em uma prova de natação pode ser um fator determinante no resultado da mesma, é necessário que os treinadores e seus atletas tenham informações quantitativas em relação à performance e aos fatores que a influenciam, seja para auxiliar em pequenos ajustes de posicionamento de corpo ou quando optarem por determinada técnica de saída, uma das formas de se tentar garantir o sucesso dos trabalhos é ter o apoio da ciência.

Segundo Baumann (1981) são três as tarefas que auxiliam o trabalho dos técnicos desportivos. A primeira se refere à caracterização da estrutura mecânica do corpo humano e das técnicas desportivas; a segunda, a identificação dos fatores influenciadores da performance e a terceira, ao fornecimento de técnicas desportivas e a direção de eficácia no processo de treino.

Em relação à afirmação acima, cabe ressaltar que este estudo poderá vir a contribuir na integração dos trabalhos futuros e a correlação dos seus dados, na medida em que se opte por uma distância padrão, possibilitando uma real comparação entre os fatores que influenciam na performance e entre as técnicas desportivas empregadas nos treinamentos e nas competições.

Para que os estudos biomecânicos das saídas na natação, como para outros objetos de estudo tenham validade e se difundam entre os pesquisadores, se faz necessária uma padronização nos procedimentos empregados nos testes com os atletas, com a utilização das mesmas variáveis e do número adequado destas que efetivamente

influenciem na performance e principalmente o uso dos mesmos conceitos, termos técnicos e procedimentos experimentais.

Desta forma, além de terem a “vida” facilitada por não precisarem criar um procedimento diferente para cada coleta de dados, os pesquisadores poderão contar com dados de diversos estudos em vários lugares, realizados por diferentes pesquisadores. Dados estes que poderão ser comparados com mais facilidade e com isso terão segurança de estarem executando o trabalho de maneira eficiente e evitando erros que podem levá-los a fornecer dados não fundamentados aos treinadores e prejudicar o trabalho dos atletas.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

- Determinar um procedimento adequado para se realizar avaliações das saídas na natação, através de medições biomecânicas.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar variáveis que tem relação com a performance dos nadadores nas saídas;
- Determinar a distância mais adequada para a tomada do tempo de performance nas saídas;
- Determinar o número mínimo de execuções necessárias para a avaliação biomecânica das saídas.

## 1.4 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

Define-se como variáveis deste estudo:

Número de execuções: variável definida conceitualmente como a quantidade de saídas a serem realizadas pelos sujeitos da pesquisa para a coleta de dados, e operacionalmente será obtido através de teste estatístico.

Distância para tomada do tempo de performance: variável definida conceitualmente como a distância, em metros, que o sujeito, um ponto ou parte do seu corpo, deverá atingir para que se obtenha o tempo de performance. Operacionalmente, será obtida através de testes com diferentes distâncias e da comparação dos dados.

A fim de possibilitar a identificação das variáveis acima citadas, foram selecionadas e analisadas variáveis que, quando combinadas, são consideradas determinantes da performance da saída do bloco na natação, obtidas através dos métodos de dinamometria e de cinemetria.

### 1.4.1 Variáveis obtidas pelo método de dinamometria

As variáveis obtidas pelo método de dinamometria foram definidas operacionalmente a partir da curva que representa as componentes vertical e horizontal da Força de Reação do Solo (FRS), medidas em plataforma de força.

Após a aquisição e processamento dos dados obtidos através da plataforma de força, cada ensaio resultou em um gráfico exemplificado pela Figura 1, que forneceu as seguintes variáveis:

Tempo de Reação (TR): é definido como o tempo que decorre da apresentação de um estímulo não antecipado ao início da resposta (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). Operacionalmente, é obtido pelo intervalo de tempo decorrido desde o instante

do sinal de partida ao instante do primeiro movimento perceptível realizado pelo nadador, detectados durante a aquisição. É expresso em segundos (s);

*Tempo de Bloco (TB)*: é conceitualmente definido como o intervalo de tempo em que o nadador permanece sobre o bloco após o comando de partida. Operacionalmente, é obtido pelo intervalo de tempo decorrido desde o instante do sinal de partida ao instante de perda de contato com bloco, detectados durante a aquisição. É expresso em segundos (s);

*Pico máximo de Força Vertical (PMv)*: é entendido como o maior valor da componente vertical da Força de Reação do Solo durante a saída. Operacionalmente, representa o maior valor da componente vertical da Força de Reação do Solo observado na curva de força obtida, normalizado pelo peso corporal. É expresso em força/peso corporal (N/N);

*Pico máximo de Força Horizontal (PMh)*: é entendido como o maior valor da componente horizontal da Força de Reação do Solo durante a saída. Operacionalmente, representa o maior valor da componente horizontal da Força de Reação do Solo observado na curva de força obtida, normalizado pelo peso corporal. É expresso em força/peso corporal (N/N);

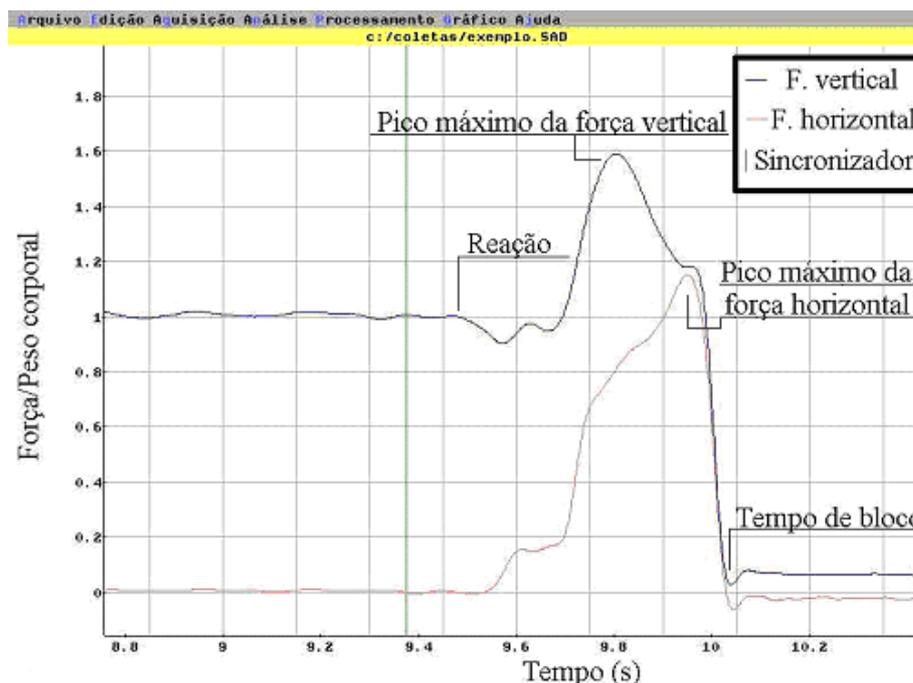


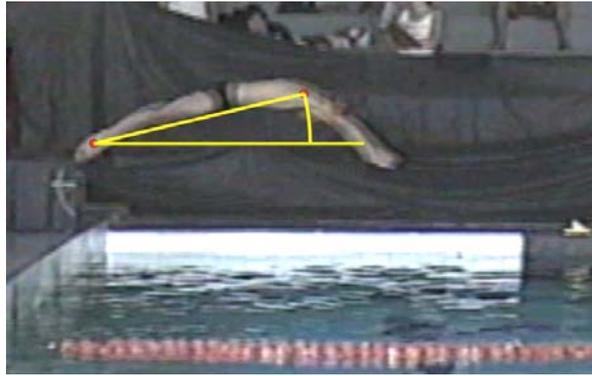
Figura 1: Gráfico das curvas de força vertical e horizontal com indicadores das variáveis analisadas.

Força Resultante (FR): é entendido como a resultante das forças vertical e horizontal da Força de Reação do Solo durante a saída. Operacionalmente, foi determinada pela raiz da soma dos quadrados das forças vertical e horizontal, normalizada pelo peso corporal. É expressa em força/peso corporal (N/N);

#### 1.4.2 Variáveis obtidas pelo método de cinemetria

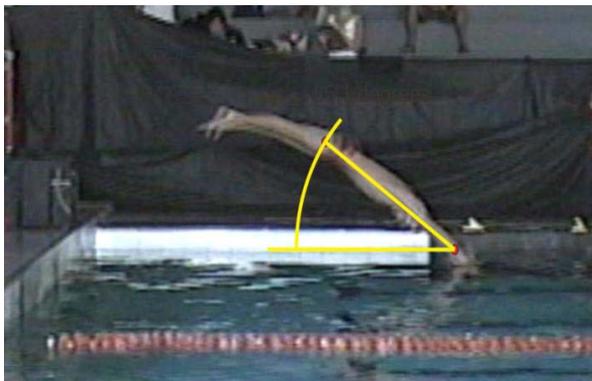
As imagens obtidas através do método de cinemetria possibilitaram a identificação das seguintes variáveis:

Ângulo de saída do bloco (AS): é o ângulo observado no instante da saída do bloco, formado entre o corpo do nadador e o plano horizontal. Operacionalmente, foi obtido pela relação do segmento de reta formado entre os pontos anatômicos acrômio e maléolo lateral com o plano horizontal, adiante do nadador, no último instante de contato com o bloco, detectado durante a aquisição, como pode ser observado na Figura 2. É medido em graus (°);



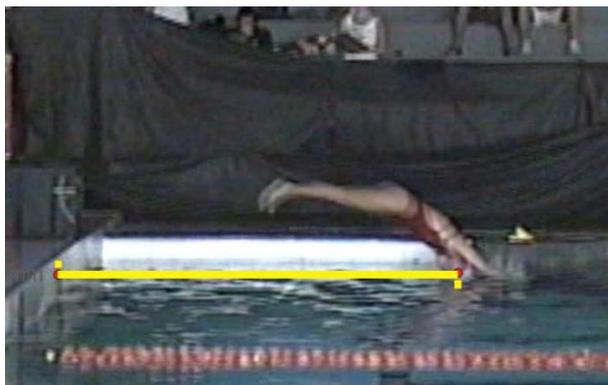
**Figura 2: Exemplo da obtenção do ângulo de entrada na água.**

Ângulo de entrada na água (AE): é o ângulo observado no instante da entrada da mão na água, formado entre o corpo do nadador e o plano horizontal. Operacionalmente, foi obtido pela relação do segmento de reta formado entre os pontos anatômicos estilóide ulnar e trocanter, abaixo do nadador, no instante em que a mão toca na água, detectado durante a aquisição. A obtenção do ângulo de entrada na água é exemplificada na Figura 3; É medido em graus ( $^{\circ}$ );



**Figura 3: Exemplo da obtenção do ângulo de entrada na água.**

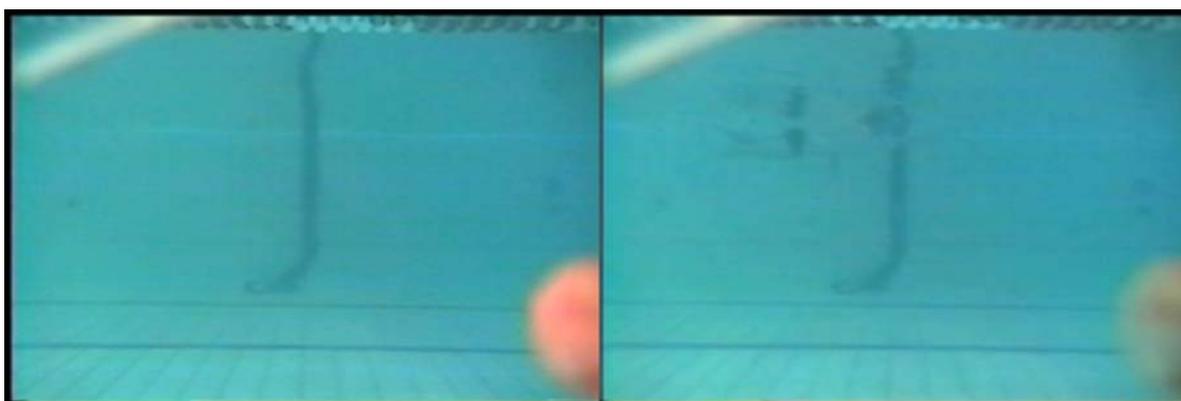
Distância horizontal de vôo (DV): é a distância, em metros, da fase aérea realizada pelo nadador, imediatamente após a perda de contato com o bloco de partida, medida a partir da borda de partida até o toque da cabeça na água. Operacionalmente, foi obtida pela identificação nas imagens da distância da borda de partida até o toque da cabeça do nadador na linha da água, detectado durante a aquisição, conforme observado na Figura 4;



**Figura 4: Exemplo da obtenção da distância de vôo.**

Tempo de vôo (TV): é o tempo da fase aérea realizada pelo nadador imediatamente após a perda de contato com o bloco de partida até o toque da cabeça na água. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante de perda de contato com o bloco de partida e o instante do toque da cabeça do nadador na linha da água, detectados durante a aquisição; É expresso em segundos (s);

Tempo total em 5 metros (T5M): é o tempo decorrido desde o sinal de partida até que o nadador alcance os 5m após a saída. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante do sinal de partida (Figura 5 – esquerda) e o instante em que a cabeça do nadador atinge a marca dos 5m (Figura 5 – direita), detectados durante a aquisição; É expresso em segundos (s);

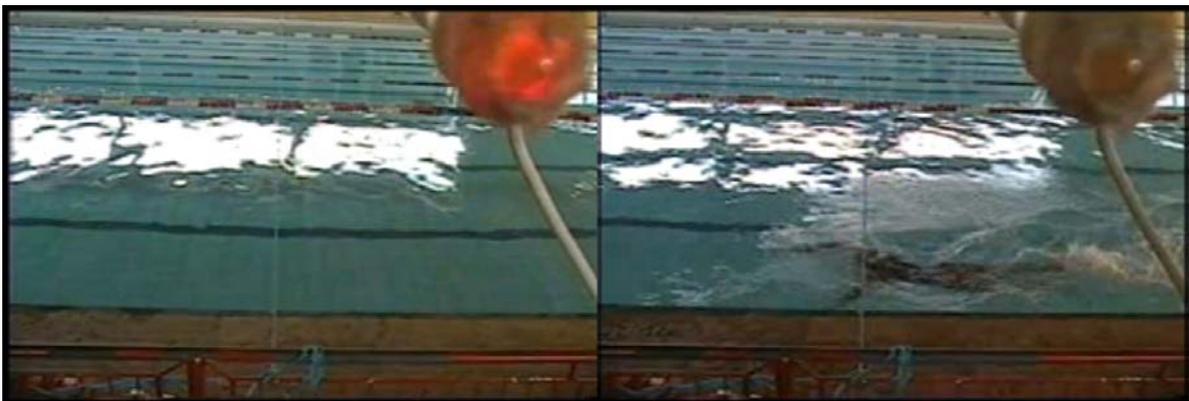


**Figura 5: acionamento do sincronizador o instante de partida (esquerda) e instante em que a cabeça do nadador atinge a marca determinada.**

Tempo total em 10 metros (T10M): é o tempo decorrido desde o sinal de partida até que o nadador alcance os 10m após a saída. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante do sinal de partida e o instante em que a cabeça do nadador

atinge a marca dos 10m, detectados durante a aquisição (semelhante à obtenção do tempo total em 5 metros apresentado na Figura 5); É expresso em segundos (s);

Tempo total em 15 metros (T15M): é o tempo decorrido desde o sinal de partida até que o nadador alcance os 15m após a saída. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante do sinal de partida (Figura 6 – esquerda) e o instante em que a cabeça do nadador atinge a marca dos 15m (Figura 6 – direita), detectados durante a aquisição; É expresso em segundos (s);



**Figura 6: acionamento do sincronizador o instante de partida (esquerda) e instante em que a cabeça do nadador atinge a marca de 15 metros.**

Tempo de início do nado (TIN): é o tempo decorrido desde o sinal de partida até que o nadador inicie o nado, quando é observada a fase de apoio da primeira braçada. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante do sinal de partida e o instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível da fase de apoio da braçada, detectados durante a aquisição; É expresso em segundos (s);

Tempo submerso (TS): é o tempo decorrido desde a entrada da cabeça do nadador na água até que o nadador inicie o nado, quando é observada a fase de apoio da primeira braçada. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante de entrada da cabeça do nadador na água e o instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível da fase de apoio da braçada, detectados durante a aquisição; É expresso em segundos (s);

Distância de início do nado (DIN): é a distância, em metros, da fase anterior ao nado, medida a partir da borda de partida até o início da fase de apoio da primeira braçada. Operacionalmente, foi obtida pela identificação da distância da borda de partida até o instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível da fase de apoio da braçada, detectados durante a aquisição.

Tempo de Nado (TN): é o tempo decorrido do início do nado ao instante em que o nadador alcance os 10m ou 15m. Operacionalmente, foi obtido pelo intervalo entre o instante em que o nadador realiza o primeiro movimento perceptível da fase de apoio da braçada e o instante que o nadador alcance os 10m ou 15m; É expresso em segundos (s);

## 1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi delimitado em determinar um procedimento adequado para a realização de avaliações das saídas na natação, no que diz respeito à distância para obtenção do tempo de performance, ao número adequado de execuções e às variáveis que têm relação com a performance na saída. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física Fisioterapia e Desportos – CEFID da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC e Clube Doze de Agosto, durante o primeiro semestre do ano de 2005. Foram pesquisados atletas do sexo masculino, em Florianópolis, através da dinamometria e da cinemetria.

## 1.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

- O estudo foi realizado fora das condições reais de uma competição, ou seja, os atletas escolhidos para a amostra podem não executar as saídas, com a mesma disposição psicológica que teriam no dia da competição;
- As câmeras de vídeo disponíveis para esta pesquisa operam com frequência de 30 quadros por segundo, isto faz com que a resolução dos tempos obtidos pela cinemetria seja de 0,0333s, um tanto quanto

incoerente com as afirmações de que centésimos de segundos podem fazer a diferença, mas é o equipamento que há e não é diferente na maioria dos estudos que também utilizam câmeras VHS ou S-VHS caseiras.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são abordados temas considerados importantes que estão relacionados ao estudo das saídas na natação, começando com a evolução histórica das técnicas de saídas, tratando também da sua regulamentação e dos tipos de saída, terminando com aspectos fisiológicos na realização dos testes e alguns resultados e métodos utilizados em estudos com saídas.

### 2.1 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE SAÍDA

Este tópico pretende resgatar alguns aspectos relacionados ao desenvolvimento e evolução das técnicas de saídas na natação acompanhando a evolução do esporte.

As primeiras técnicas de saída na natação, de acordo com Pereira *et. al.* (2001), surgiram por volta de 1837, nas primeiras competições oficiais. Nesta época, as piscinas de competição não possuíam blocos de partida e os atletas saltavam da borda da piscina sem muita técnica. No Brasil, a primeira piscina de competições foi a do Fluminense inaugurada em 1919. Antes disto, e durante muito tempo ainda, as competições eram realizadas em rios e lagos e os atletas saltavam na água de balsas ou barcos utilizando técnicas rudimentares. Com o aumento da construção de piscinas de competição iniciou-se a preocupação de técnicos e atletas com a técnica empregada na saída.

No início, segundo Counsilman (1984), o estilo empregado na partida era o que hoje é chamado de saída convencional. Na preparação para a saída, os pés deveriam estar unidos e os dedos segurando a parte anterior do bloco, o corpo inclinado à frente, os joelhos semiflexionados e os braços apontados para trás. Ao sinal de partida, o nadador balançava os braços impulsionando-os para frente e entrava na água da forma pranchada, rente a linha da água, julgando que assim poderia começar a nadar mais rápido. Esta saída, entretanto, além de causar muito desconforto ao atleta, reduz abruptamente a aceleração no instante da entrada na água.

Segundo Pereira *et. al.* (2001), a evolução das técnicas de saída está relacionada, basicamente, a três aspectos: a posição dos pés sobre o bloco durante a

impulsão, a trajetória dos braços durante a impulsão e o deslocamento do corpo durante o vôle.

Ainda de acordo com o mesmo autor, os primeiros estudos científicos específicos na natação surgiram por volta de 1958 e alavancaram seu desenvolvimento técnico. O principal responsável por esta evolução inicial foi James Counsilman, professor e técnico da equipe de natação da Universidade de Indiana, nos Estados Unidos. Counsilman propôs, entre outras alterações técnicas, modificações na posição do corpo durante a saída, aumentando o ângulo de entrada na água. Esta técnica é conhecida hoje como saída *carpada*. Para executá-la, o nadador deve projetar seu corpo no ar realizando um arco ascendente e, no ponto mais alto do vôle, flexionar ligeiramente o tronco na altura da cintura, mantendo as pernas elevadas e penetrando na água com grande velocidade.

Outros estudos de Counsilman sobre as saídas revelaram aspectos relacionados ao ângulo de entrada na água para cada estilo de nado, ou seja, para o nado Crawl e Borboleta um ângulo de 15° e para o nado Peito 20° permitindo que o nadador entre mais profundamente na água e tenha melhor posição para executar uma grande puxada com os braços e uma pernada antes de vir à superfície (braçada filipina), como permitem as regras da FINA (COUNSILMAN, 1984).

Em 1966, Jarvis <sup>apud Maglischo</sup> (1999) propôs uma técnica de saída em que os braços fossem mantidos à frente, na altura dos ombros e após o sinal de partida deveriam balançar para trás para ganhar impulso e então se estenderem para frente no instante da saída do bloco. Entretanto, este estilo não apresentou nenhuma vantagem em relação a saída convencional que continuou a ser empregada por ser mais eficiente.

A saída de agarre foi introduzida por Hanauer, em 1967, e conquistou rápida popularidade desde aquela época. Consiste na mesma posição básica da saída convencional, exceto que o nadador agarra a borda dianteira ou lateral do bloco de partida com as mãos ao lado dos pés ou entre eles (HANAUER, 1972).

A mais recente inovação nas técnicas de saída refere-se a saída de atletismo. Assim denominada porque o nadador assume uma posição semelhante a do corredor nas largadas de provas de Atletismo. Os primeiros estudos sobre este tipo de saída foram feitos, segundo Maglischo (1999), por Ayalon, *et. al.* (1975) e mostraram que os

nadadores deixavam o bloco com uma velocidade significativamente maior com esta técnica. Entretanto, em 1988, Counsilman *et. al.* comprovaram que não existem vantagens desta técnica sobre outras. Apesar disto, a saída de atletismo vem ganhando adeptos no mundo todo. Nas últimas Olimpíadas, nas saídas das provas da natação, pôde-se observar que pelo menos cinco atletas, dos oito finalistas das provas clássicas de velocidade (50m e 100m Livre), utilizaram esta técnica. Na equipe australiana, segunda colocada no quadro de medalhas da natação em Sydney, todos os atletas utilizaram saída de atletismo. Este fato pode refletir resultados aplicados, porém ainda não divulgados, de pesquisas analisando a performance de diferentes técnicas saída na natação.

## 2.2 REGULAMENTAÇÃO DAS SAÍDAS

Este tópico tem sua importância ressaltada na medida em que toda a técnica esportiva está atrelada às regras da modalidade em questão. Na natação não é diferente, busca-se a maneira mais eficiente de se realizar determinado gesto, sem quebrar as regras.

As regras da FINA (1998/2000) sobre os procedimentos de saída para as provas de nado Livre, atualmente estabelecem que:

*a saída nas provas de nado Livre, Peito e Borboleta será dada com um mergulho. No apito longo do árbitro, os competidores devem subir no bloco de partida, ali permanecendo. Ao comando do juiz de partida "aos seus lugares", eles devem imediatamente tomar posição de partida com pelo menos um dos pés na parte dianteira do bloco de partida. A posição das mãos não é relevante. Quando todos os competidores estiverem imóveis, o juiz de partida deve dar o sinal de partida (SW 10.10). Nas provas de revezamento, a equipe de um competidor cujos pés perderem contato com o bloco de partida antes de o nadador anterior tocar na parede, será desclassificada, a menos que o competidor faltoso retorne ao ponto de partida na parede, mas não será necessário retornar ao bloco de partida (SW 4.2) (FINA 1998-2000).*

Quanto à construção de blocos de partida, as regras estabelecem que:

*os mesmos deverão ser firmes e sem o efeito elástico. A altura do bloco, acima da superfície da água pode estar entre 0,50m e 0,75m. A superfície do bloco deve ter no mínimo 0,50m por 0,50m e estar coberta com um material antideslizante. A inclinação máxima não pode ser*

*maior do que 10°. O bloco deve ser construído de tal maneira que o nadador, em sua saída para frente, possa agarrar-se nele pela frente e pelas laterais. A profundidade da água para uma distância de um a cinco metros da parede onde estejam instalados deverá ser de no mínimo 1,20m. (FINA 1998/2000).*

Estas regras pouco evoluíram desde que foram impostas com exceção do que se refere à possibilidade do nadador agarrar-se ao bloco.

Counsilman *et. al.* (1988), realizaram um estudo e verificaram que a profundidade atingida pelos nadadores que utilizam técnicas de saída competitiva (carpada) varia de 1,0m a 1,70m. Baseado neste estudo, MAGLISCHO (1999), recomenda que a profundidade mínima da piscina deve ser de 1,80m para a execução de saídas com segurança. Muitos acidentes foram relatados em que nadadores bateram com a cabeça no fundo da piscina sofrendo sérias lesões cervicais.

Elliott e Sinclair (1971) <sup>apud Hay</sup> (1981), examinaram os efeitos da inclinação da superfície superior dos blocos de partida elevados e descobriram que não existe diferença significativa em inclinar o bloco em 10° (limite máximo aceito pela FINA) ou menos para obter uma maior componente horizontal de velocidade e sugerem que as regras deveriam exigir um bloco de saída horizontal, o qual é associado a uma facilidade de execução e maior estabilidade do equilíbrio. Já, no estudo de Pereira *et. al.* (2001) é sugerido pelo autor que para a realização da saída do tipo *track start*, uma inclinação de 10° na superfície do bloco pode ser favorável, devido ao melhor apoio para o pé que fica na parte posterior.

Com base no exposto acima pode-se dizer que regras e os estudos relacionados às saídas ajudam e tendem a ditar parcialmente os rumos da evolução das técnicas de saídas na natação e do esporte em geral.

## 2.3 ESTILOS DE SAÍDA

De maneira geral, existem duas formas de realizar a saída em uma competição. A primeira, fora da água, de cima do bloco de partida para as provas dos nados Livre, Peito e Borboleta. A segunda, de dentro da água, para as provas de nado Costas e revezamento Medley, que não será abordada neste estudo.

O principal objetivo das saídas é impulsionar o nadador, o mais rápido e com o maior impulso possível, antes de começar a nadar (NAVARRO, 1995).

Para Palmer (1990), os principais pré-requisitos para uma boa saída são:

- reações rápidas para que o tempo de reação seja o menor possível;
- capacidade de gerar uma potência instantânea máxima recrutando um maior número de fibras musculares para gerar impulso de forma explosiva;
- conhecimento e aquisição da mecânica adequada do corpo e a capacidade de praticá-la através de uma técnica de saída adequada às condições individuais do nadador e coordenação motora suficientemente desenvolvida para executá-la com precisão e,
- compreensão dos princípios gerais de aerodinâmica relacionada ao movimento na água desenvolvendo uma propriocepção aguçada capaz de adequar o deslocamento corporal durante o voo e na sua trajetória através da água.

As saídas dos nados Peito, Borboleta e Crawl são muito semelhantes, com exceção do ângulo de entrada na água. No nado Peito, o ângulo de entrada é um pouco maior do que no Crawl e Borboleta, fazendo com que o nadador entre mais profundamente na água e tenha melhor posição para realizar a *filipina* (COUNSILMAN, 1984).

Entre as formas de realizar a saída de fora da água, as mais utilizadas são:

- saída de agarre;
- saída de atletismo;
- saída de revezamento.

### **2.3.1 Saída de Agarre**

A saída de agarre foi introduzida por Hanauer (1967), e desde então, ganhou popularidade rapidamente. A diferença entre a saída de agarre e as demais formas de realizar a saída, está na forma como os nadadores se seguram na parte anterior do bloco de saída.

Segundo Hanauer (1967), durante a posição preparatória, de pé sobre o bloco de saída, os dedos dos pés deverão estar fixos na parte anterior do bloco mantêm-se afastados a uma largura aproximada a dos ombros. Com as mãos, os nadadores deverão agarrar a parte anterior do bloco com os dedos, que poderão estar entre os pés, ao lado dos pés ou ao lado do bloco. Os joelhos deverão ser flexionados em um ângulo de 30° a 40° aproximadamente. A cabeça deverá estar baixa, com o olhar dirigido para a água. O corpo deverá estar inclinado para frente, mantendo o equilíbrio com as mãos e projetando o centro de gravidade o mais para frente possível. Durante o impulso, o nadador deverá puxar o seu corpo contra o bloco de saída flexionando os joelhos até mais ou menos 80°. O quadril deslocará para frente e as pernas estenderão para impulsionar o corpo contra o bloco. O impulso das pernas acontecerá através de uma forte extensão das articulações do quadril e dos joelhos, seguindo da extensão dos tornozelos. Os cotovelos estarão levemente flexionados. Depois que as mãos se soltarem do bloco, os cotovelos se estenderão fazendo um caminho semicircular até que apontem o lugar onde o nadador deve entrar na água. A cabeça do nadador deverá estar voltada para água, antes que os pés do nadador deixem o bloco de saída.

Usando seis atletas, Bowers e Cavanagh (1975), conduziram um estudo comparativo entre a saída de agarre e outras saídas, para saber qual das técnicas de saída era mais rápida. Concluíram que o tempo médio de reação ao sinal, o tempo médio de saída do bloco e o tempo médio para percorrer os primeiros 9,14 metros foram significativamente menores para a saída de agarre. As componentes horizontal e vertical da velocidade do centro de gravidade na saída não foram significativamente diferentes entre os estilos de saída. Portanto, qualquer força propulsora adicional obtida pelo uso da saída de agarre somente é suficiente para compensar as perdas devido a ausência do movimento dos braços. Concluíram que a superioridade da saída de agarre comparada com as outras saídas está no fato do nadador ser capaz de deixar o bloco mais rapidamente sem ainda ter uma diminuição da velocidade no momento da saída.

Cavanagh, Palmgren e Kerr (1975), desenvolveram um sistema de mensuração para registrar as forças aplicadas no bloco pelas mãos do nadador. Descobriram que as mãos dos nadadores aplicavam no bloco uma força para cima e para frente durante a

saída de agarre. A descoberta sugere uma explicação para os resultados obtidos por Bowers e Cavanagh. A reação para baixo e para trás que o bloco de saída exerce nas mãos do nadador tende a acelerar o nadador naquela direção e a girá-lo para frente sobre um eixo que passa pelos seus tornozelos ou pés. A aceleração angular que o nadador sofre neste instante é muito grande, por isso seu corpo é rodado rapidamente para frente. As forças aplicadas pelas mãos do nadador, causando uma rápida rotação para frente parece ser uma explicação lógica para a descoberta de que o tempo médio de saída do bloco na saída de agarre era significativamente menor do que para a saída convencional (com os braços para trás e lançados para frente no momento do impulso).

### **2.3.2 Saída de Atletismo**

A saída de atletismo é uma recente adaptação da saída de agarre, que foi desenvolvida principalmente, para prevenção de lesões. Na saída de atletismo, um dos pés encontra-se na parte anterior do bloco e o outro na parte posterior (COSTILL, MAGLISCHO e RICHARDSON, 1994).

São atribuídas duas vantagens para a utilização da saída de atletismo: o nadador pode entrar antes na água e as pernas do nadador podem desenvolver uma maior impulsão à frente ao realizar dois impulsos em vez de um. O nadador impulsiona primeiro com a perna que está posicionada atrás, depois com a perna da frente acumulando energia para o vôo (COSTILL, MAGLISCHO e RICHARDSON, 1994).

Durante a posição preparatória da saída de atletismo o nadador deverá ter a ponta de um dos pés fixas à parte anterior do bloco de saída e o outro pé, na parte posterior do bloco, deverá estar pressionando contra a inclinação do bloco. A cabeça deverá estar baixa e as mãos agarrando a parte anterior do bloco. O peso do nadador deverá concentra-se na perna de trás.

Durante o impulso, o nadador deverá impulsionar o corpo contra o bloco de saída estendendo primeiramente, a perna de trás transferindo o peso do corpo para a perna da frente, que deverá estender-se ao final. Os braços deverão estender-se para frente seguindo uma trajetória semicircular, até que apontem o lugar que o nadador deve entrar na água.

Três estudos comparando as saídas de atletismo e de agarre foram efetuados, em um deles não houve diferença na velocidade para distâncias de 5, 10 e 12,5 jardas (Counsilman et al. <sup>apud</sup> MAGLISCHO, 1999). Em outro estudo os nadadores deixaram o bloco com uma velocidade significativamente maior com a saída de atletismo, porém não houve diferenças de tempo entre esta e a saída de agarre em uma distância de 5 metros (AYALON, VAN GHELUWE & KANITS <sup>apud</sup> MAGLISCHO, 1999). E no terceiro estudo a saída de atletismo foi significativamente mais lenta que a de agarre para uma distância de 5,5 metros (ZATSIORSKY, BULGAKOVA e CHAPLINSKY, 1979).

Aparentemente não se chegou a um consenso a respeito da saída de atletismo, porém muitos autores relatam que a fase de deslize é decisiva e, portanto os ângulos para a entrada na água é que irão proporcionar um deslize mais rápido. Zatsiorsky, Bulgakova e Chaplinsky (1979), relatam que a velocidade de deslizamento depois da entrada é a responsável pela maior parte da diferença nos tempos de saída independente da técnica utilizada.

### **2.3.3 Saída de Revezamento**

As saídas dos primeiros nadadores de uma equipe de revezamento, não apresentam diferenças em relação às outras saídas. A principal diferença concentra-se na saída dos nadadores seguintes. A regra permite que o segundo, o terceiro e o quarto nadadores de uma equipe de revezamento possam estar em movimento antes que o seu colega de equipe, que ainda está nadando tenha terminado seu segmento da prova. O nadador seguinte deverá estar em contato com o bloco de partida até que o nadador que está chegando toque a borda, sob pena de desclassificação da equipe. Maglisco (1999) cita que isto representa uma vantagem de 0,60s a 1,00s com relação à sinalização da saída. Preferencialmente, logo que a cabeça do nadador que está nadando tenha passado a marca “T” (final da faixa preta da raia no fundo da piscina), ou seja, quando a cabeça do nadador estiver a 1,5m da parede de chegada, o nadador seguinte iniciará um movimento de circundação dos braços para trás (para cima, para trás e para frente) e permitirá que o corpo tenha mais impulso para frente. Enquanto o nadador completa o balanço dos braços, curvando-se para frente e realizando o impulso final com os pés, o nadador que está na água, terá tido tempo para percorrer a

distância que faltava e o nadador que está no bloco estará acumulando mais impulso para a saída.

## 2.4 A PERFORMANCE NA SAÍDA E OS MÉTODOS DE ANÁLISE

Este tópico será destinado a abordar fatores inerentes a performance na saída e suas características, bem como aos estudos que vem sendo realizados sobre o assunto.

Guthrie <sup>apud</sup> Schmidt & Wrisberg (2001) distingue três características essenciais do comportamento habilidoso: i) a máxima certeza de alcance da meta (proficiência na solicitação); ii) mínimo gasto de energia (minimização através da eliminação de movimentos indesejáveis); iii) tempo mínimo de movimento (redução do tempo através de movimentos mais rápidos e mais eficientes). A performance motora é sempre observável e influenciada por diversos fatores (motivação, foco de atenção, fadiga, condição física, ambiente).

Na natação, a performance de um atleta é medida pelo tempo gasto para percorrer uma dada distância. O tempo de uma prova de natação pode ser decomposto em: tempo de saída, tempo nadado, tempo das viradas e tempo da chegada (NAVARRO, 1985; HALJAND, 1998; e MAGLISCHO 1999). A proporção dos tempos de saída, virada e chegada aumentam na medida em que a distância da prova diminui. Segundo Maglischo (1999), o tempo de saída equivale a 10% do tempo total nas provas de 50m.

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

A performance da saída na natação é determinada pela construção de procedimentos científicos, que o atleta deve representar com uma variação individual nos movimentos. Na Tabela 1 pode-se visualizar a distribuição das fases que compõe a saída, segundo alguns autores.

**Tabela 1 – Distribuição das fases da saída, segundo alguns autores**

AUTOR	FASES DA SAÍDA
HAY (1981)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tempo no bloco</li> <li>– vôle</li> <li>– deslizamento</li> </ul>
NAVARRO (1985)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tempo no bloco</li> <li>– tempo de vôle</li> <li>– tempo de deslizamento</li> </ul>
HALJAND (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– reação e preflexão</li> <li>– empurrada</li> <li>– vôle</li> <li>– entrada e deslizamento</li> <li>– batimento de pernas embaixo da água</li> <li>– emersão</li> <li>– nadar após a partida</li> </ul>
MAGLISCHO (1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– posição preparatória</li> <li>– empurrada</li> <li>– impulso do bloco</li> <li>– vôle</li> <li>– entrada</li> <li>– deslizamento</li> <li>– saída para o nado</li> </ul>
MAKARENKO (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– impulso</li> <li>– vôle</li> <li>– entrada na água</li> <li>– deslize</li> </ul>

Fonte: PEREIRA, 2001

A performance da saída constitui a soma de desempenhos em cada uma destas fases. Entretanto, Hay (1981), declara que a velocidade e rapidez de movimentos durante a saída são inversamente proporcionais, pois se o atleta deixar o bloco tão rápido quanto possa, o impulso horizontal desenvolvido será tal que a sua velocidade para frente será menor do que a que poderia ser. Inversamente, se o nadador despende o tempo necessário para desenvolver um impulso horizontal máximo, deixará o bloco mais tardiamente do que poderia fazê-lo. A tarefa de nadadores e técnicos é chegar a essa combinação perfeita entre o mínimo tempo de duração no bloco e máxima velocidade de saída.

Instantes antes do sinal de partida, o nadador encontra-se sobre o bloco e assume uma posição preparatória para o salto que o levará até a água. Nesta posição, na saída de agarre, a distância entre os pés do nadador sobre o bloco de partida deve ser de 0,15m a 0,30m, segundo Hay (1981) e Counsilman (1984). Makarenko (2001), por sua vez, relaciona esta abertura à largura da pélvis e ainda especifica os ângulos

entre coxas e tronco ( $30^\circ$  a  $60^\circ$ ) e entre pernas e coxas ( $110^\circ$  a  $150^\circ$ ). Para a saída de atletismo, os pés estarão um a frente do outro e o peso do corpo estará distribuído entre eles. Conforme a técnica de saída de atletismo a ser empregada, o peso do corpo poderá estar, predominantemente, sobre o pé que está atrás, sobre o pé que está à frente, ou ainda distribuído uniformemente sobre os dois pés.

O ângulo “ótimo” de saída do bloco foi determinado por Heusner (1959)<sup>apud Hay</sup> (1981), estudando filmes de saídas de numerosos nadadores verificou que existe uma pequena uniformidade para o ângulo de saída do bloco de partida que variava entre  $5^\circ$  e  $22^\circ$  sem nenhuma relação aparente com a constituição física, mecânica do nado ou sucesso competitivo do nadador. Para determinar um ângulo ideal foi usada uma expressão matemática para o tempo, comparando os tempos teóricos computados com os que realmente foram obtidos. Os resultados indicaram que o ângulo “ótimo” de saída sobre condições normais era de  $13^\circ$ . O fato de que vários nadadores freqüentemente terminam uma prova a menos de 0,1s um do outro sugere que qualquer desvio do ângulo “ótimo” poderia ser relevante.

Groves e Roberts (1972) confirmam as afirmações de Heusner. Já Counsilman (1984), refere-se ao ângulo “ótimo” de saída do bloco determinando a altura do centro de gravidade entre 0,35m a 0,45m de altura em relação à projeção do bordo superior do bloco de partida no instante em que o nadador inicia o vôo.

Em 1977, Counsilman fez referências quanto a distância máxima de entrada na água, ou seja, quanto mais longe da borda da piscina o atleta executar a entrada, melhor. Os pesquisadores Guimarães & Hay (1985), descobriram, após um estudo abrangendo as componentes que influenciam na performance da saída de agarre em nadadores de alto nível, que existe uma significativa correlação entre a resultante horizontal de impulso e o tempo total em 9m.

Navarro (1985), cita que a entrada na água tem sua efetividade relacionada à altura do centro de gravidade que estando mais elevado, corresponde a uma maior profundidade de deslizamento, diminuindo a resistência nesta fase, dado que é onde ocorre a maior velocidade durante a prova.

Afirmações de Hay (1981), concordando com Counsilman (1984), confirma que a entrada na água nas provas de nado Peito deve ter um ângulo maior do que para

os outros nados, para que o nadador atinja maior profundidade e possa realizar a *braçada filipina* que é um movimento permitido pelas regras, após a saída e após as viradas, que faz com que o nadador fique submerso por um longo período. Nele, o nadador de peito pode realizar uma grande braçada passando a linha dos quadris, o que não é permitido durante o percurso do nado, e uma pernada estando ele totalmente submerso. Na fase mais ampla da segunda braçada, o nadador deverá quebrar a linha da água com a cabeça.

Em estudos mais recentes, Counsilman *et. al.* (1988), encontraram ângulos de entrada na água variando entre 26° e 54°.

Hay (1981), afirma que uma vez dentro da água, o nadador deve atingir a posição mais horizontal possível até que a velocidade para frente seja menor do que a velocidade de nado. Neste ponto, o nadador deverá começar a nadar.

A distância percorrida embaixo da água, segundo Guimarães & Hay (1985), sofre uma pequena variação de sujeito para sujeito e, portanto não possui relação com o tempo total.

Navarro (1985), afirma que o tempo de deslizamento apresenta uma grande correlação com o tempo total da saída em nove metros. Quanto a seleção da técnica de saída para um nadador, Navarro atesta que a mesma deve ser definida por três aspectos: pelas tendências apresentadas pelos melhores nadadores do mundo; pela adaptação das técnicas às características individuais do atleta, e pelo estilo a ser nadado.

Haljand (1998), apresenta para cada fase de sua análise da técnica de saída os seguintes aspectos a serem observados: exigências de controle do movimento, objetivos, delimitação de cada fase e os parâmetros representados em relação ao tempo e à velocidade. O modelo de saída proposto por Haljand é aplicável para todos os estilos de saída na distância de 15m. As exigências gerais, independentemente do estilo são: evitar movimentos desnecessários, alcançar uma boa combinação entre contração e relaxamento dos músculos, garantir a harmonia entre a respiração e os movimentos, produzir forças propulsivas, reduzir a ação das forças resistivas, garantir a transferência de força de uma parte do corpo para a outra com o tempo exato de transferência e manter o balanço dinâmico de movimento.

Makarenko (2001), recomenda que as variantes nos estilos de saída devem ser testadas para decidir qual delas corresponde mais às possibilidades individuais de cada nadador.

Durante as principais competições internacionais de natação, desde as Olimpíadas de Atlanta em 1996, dados sobre a performance dos atletas tem sido coletados através de filmagens feitas em diversos locais da piscina, medindo os tempos em determinados pontos do percurso, bem como o número de braçadas durante trechos específicos das provas. Os dados coletados fornecem resultados como: tempo de saída, tempo de virada, tempo de chegada, velocidade média de nado, frequência e comprimento médio das braçadas, e tempos de passagem dos atletas por diversos pontos do percurso. Estes resultados são ferramentas valiosíssimas para os técnicos que podem, assim, desenvolver diversos aspectos ligados à performance de seus nadadores. Em Atlanta, os tempos de saída foram tomados quando a cabeça do nadador atingia a distância de 10m. Desde então, os tempos de saída têm sido tomados em 15m e este parâmetro tem sido usado como padrão de performance para nadadores de alto nível.

Durante o Campeonato Mundial de natação realizado em 2001 em Fukuoka, no Japão, os melhores tempos de saída foram obtidos nas finais da prova de 50m Livre. A saída mais rápida realizada por uma mulher nesta ocasião, foi conseguida pela inglesa Alison Sheppard que registrou o tempo de 6,38s. Alison chegou em quarto lugar e pelos dados fornecidos, deixou de ganhar a medalha por sua performance nos últimos 5m. Na final masculina, o russo Rolan Shoeman realizou a saída em 5,49s e acabou dividindo o terceiro lugar com T. Yamanoi, do Japão.

Nos estudos em laboratório, fora das competições nos quais se quer mais do que os tempos de cada fase da prova têm sido aplicados variados procedimentos dependendo dos pesquisadores envolvidos, tendo sido encontradas diferenças inclusive entre estudos de um mesmo pesquisador. O principal ponto de divergência, além de variáveis que alguns estudos analisam e outros não, é a distância na qual se deve registrar o tempo em que o atleta passa, como medida da performance da saída. Miller *et. al.* (2003) ao realizar um estudo comparando a saída de agarre com a de atletismo (*track start*), consideraram como saída o tempo do sinal de partida até a entrada na

água, o que corresponde, segundo os dados do trabalho a uma média de 3,31m. Comparando a saída de agarre, a saída de atletismo com projeção frontal do peso e a saída de atletismo com projeção traseira do peso, Welcher *et. al.* (1999) realizaram a tomada do tempo de saída em cinco metros. Em seu estudo, que comparou a saída de agarre com duas variantes da saída de atletismo, Vilas-Boas *et. al.* (2003) utilizaram a coordenada horizontal do último *pixel* das imagens da saída, o que correspondeu a 6,07 m. Já Pearson *et. al.* (1998), mediram o tempo de saída em sete metros. No estudo de De La Fuente *et. al.* (2003), Foram usadas as distâncias de 5, 7,5, 10 e 15 metros, sendo que as distâncias de 5 e 7,5 metros foram obtidas através da mesma câmara.

Para exemplificar a grande variação nos procedimentos utilizados foi criada a Tabela 2, na qual são apresentados vários estudos com informações sobre o tamanho da amostra, o número de execuções e a distância para obtenção do tempo de performance.

**Tabela 2 – Estudos**

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Nº de execuções</b>	<b>Tempo total em</b>
GROVES e ROBERTS, 1972	16	5	Somente ângulos
SLOOTEN, 1973	1	6 (3 de cada tipo)	15 pés
BOWERS e CAVANAGH, 1975	-	-	10m
AYALON et al, 1975	-	-	5m
<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Nº de execuções</b>	<b>Tempo total em</b>
KRAHENBUL et al, 1975	14	20	Tempo de bloco
LOWELL, 1977	-	-	6,07m
STEVENSON e MOREHOUSE, 1978	10	12 (3 para cada inclinação do bloco)	22,85m
ZATSIORSKI et al, 1979	105	16 (4 por dia)	5,5m
LEWIS, 1980	-	-	8m
GUIMARÃES e HAY, 1985	24	4 grab	9m
LARUE, 1985	-	-	4m
COUNSILMAN et al, 1988	158	Grupo A (n=37): 100 saídas em 4 meses. Grupo B (n=121): 36 saídas (9 por dia, em 4 dias)	12,5m

ARELLANO et al, 1994	10	-	10m
PEARSON Et al, 1998	18	4 (2 grab e 2 handle)	7m
SCHNABEL et al, 1998	-	-	7,5 e 15m
WELCHER, 1999	-	-	5m
VILAS-BOAS Et al, 2000	11	6 (3 de cada tipo de track start)	6,07m (último pixel visível)
COSSOR e MASON, 2001	Finalistas e semi-finalistas de 11 provas em Sydney	Foi analisada a saída de cada nadador em cada prova.	15m
BONNAR, 2001	-	-	9,5m
BLANKSBY et al, 2001	-	15 execuções em cada sessão	10m
VILAS-BOAS Et al, 2002	11	9 (3 track start tipo 1, 3 track start tipo 2 e 3 grab)	6,07m (último pixel visível)
KRÜGER Et al, 2002	7	Não cita. Considerou somente a melhor saída.	7,5m
MILLER Et al, 2002	15	14 track start e 14 grab	12,5m ( $t_{saída} = t_{bloco} + t_{vôo}$ )
ISSURIN e VERBITSKY, 2002	Finalistas e semi-finalistas de 11 provas em Sydney	Foi analisada a saída de cada nadador em cada prova.	15m
PEREIRA et al, 2002	3	12 (3 para cada inclinação do bloco)	15m
<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Nº de execuções</b>	<b>Tempo total em</b>
INVERNIZZI et al, 2002	48	2 (1 grab e 1 track)	5,5 e 7,5m
CHEN e TANG, 2005	8	6 (3 grab e 3 track)	Somente força e impulso
NIKODELIS E KOLIAS 2003	6 atletas femininas de nível nacional gregas	3 grab e 3 track para cada atleta	Somente variáveis anteriores a entrada na água
WICK ET AL. 2002	7 ATLETAS DA EQUIPE ALEMÃ	3 de cada track e grab	7,5m

Pode-se observar na Tabela 2 que há uma grande variação nos parâmetros usados nas pesquisas e que em alguns estudos faltam informações importantes para o leitor e principalmente para que novas pesquisas sejam desenvolvidas. Além da distância para obtenção do tempo de saída e do número de execuções, os estudos diferem também em relação ao posicionamento das câmeras, ao número de execuções

por atleta e o tempo de recuperação, não obstante os métodos de sincronização dos sinais e de tratamento dos dados também são variados.

## 3 MÉTODO

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

Esta pesquisa caracteriza-se como descritiva de cunho exploratório pois, de acordo com Cerro & Bervian (1983), neste tipo de pesquisa, o pesquisador observará e analisará o fenômeno sem manipulá-lo e, além disso, o caráter exploratório da pesquisa deve-se ao fato do pesquisador procurar a sua familiarização com o fenômeno e daí descobrir novas idéias e possivelmente auxiliar em pesquisas posteriores.

### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população é de nadadores federados.

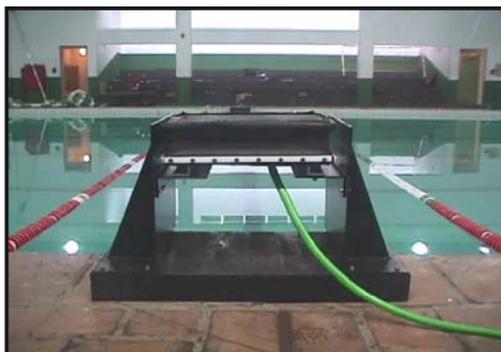
A amostra foi constituída por quatro nadadores do sexo masculino, com média de idade de  $20 \pm 3$  anos, média de estatura de  $1,82 \pm 0,03$  metros e média de massa corporal de  $74,3 \pm 7,3$  Kg, integrantes da Equipe de natação do Clube Doze de Agosto, Florianópolis, SC, especialistas em nados cujas saídas são executadas de cima do bloco de partida (nado Livre, nado Borboleta e Nado Peito).

### 3.3 INSTRUMENTOS

Para a aquisição de dados deste estudo foram empregados os seguintes instrumentos, pertencentes ao Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UEDESC: a) uma plataforma de força para aquisição de dados dinamométricos; b) quatro câmeras de vídeo para aquisição de dados cinemáticos e do tempo de performance; c) duas caixas estanque para filmagens subaquáticas; d) equipamento sincronizador de sinais.

### 3.3.1 Plataforma de força

Para a aquisição dos dados dinamométricos foi utilizada uma plataforma de força subaquática construída por Roesler (1997), fixada a um suporte que simula o bloco de partida, conforme mostra a Figura 7. As variáveis dinamométricas adquiridas são descritas no item 3.4.1.



**Figura 7: Foto da plataforma de força subaquática sobre o suporte que simula o bloco de partida.**

A plataforma extensométrica utilizada mede 0,50m x 0,50m em sua superfície, de acordo com os padrões exigidos pela FINA para a construção dos blocos de partida. Possui sensibilidade de 2N, erro menor que 1%, acoplamento entre solicitações menor que 3% e frequência natural de 60Hz. A taxa de aquisição utilizada foi de 800 pontos/canal/segundo. Os procedimentos de calibração são detalhadamente descritos por Roesler (1997). A plataforma é conectada a uma placa CIO-EXP-BRIDGE da empresa Computer Boards, de 16 canais, com ponte de Wheatstone e condicionamento de sinais. Foi utilizado também o conversor A/D CIO-DAS-16Jr, com capacidade para 16 canais e limite máximo de 60 kHz, também da Computer Boards, instalada em um microcomputador *Pentium* 133Mhz. Neste mesmo computador, como parte do sistema de aquisição de dados, está instalado o *software SAD 32Bits* (UFRGS-DEMEC, 1997).

O suporte permite a utilização da plataforma em diferentes posições, compreendidas entre as medidas mínimas e máximas estabelecidas pela FINA para a construção dos blocos de partida. Foi utilizada a posição com 0,75m de altura em relação à linha da água e com 10 graus de inclinação em relação ao plano horizontal. Esta posição, segundo Pereira (2002), proporciona melhores execuções de saídas, influenciando variáveis como impulso vertical e horizontal e ângulos de saída do bloco e de entrada na água.

Devido à inclinação do suporte, fez-se necessária a transformação de coordenadas, convertendo o sistema local de coordenadas para um sistema global de coordenadas. Desta forma as forças  $F_y$  e  $F_x$  foram transformadas em  $F_V$  e  $F_H$  (força vertical e força horizontal respectivamente). Sucintamente, esta transformação partiu da decomposição das forças  $F_y$  e  $F_x$  em suas componentes horizontais e verticais  $F_{yH}=F_y.\text{sen}10^\circ$ ,  $F_{yV}=F_y.\text{cos}10^\circ$ ,  $F_{xH}=F_x.\text{cos}10^\circ$  e  $F_{xV}=F_x.\text{sen}10^\circ$ . A força vertical global  $F_V$  é a soma das componentes verticais ( $F_V=F_{yV}+F_{xV}$ ) e a força horizontal global é a subtração das componentes horizontais ( $F_H=F_{xH}-F_{yH}$ ). Esta transformação foi validada através da utilização de pesos padrão sobre a plataforma inclinada resultando, após a transformação, na medição da força vertical, equivalente ao peso colocado sobre a plataforma, e da força horizontal igual a zero (com erro inferior a 1%). A Figura 8 representa a transformação acima descrita.

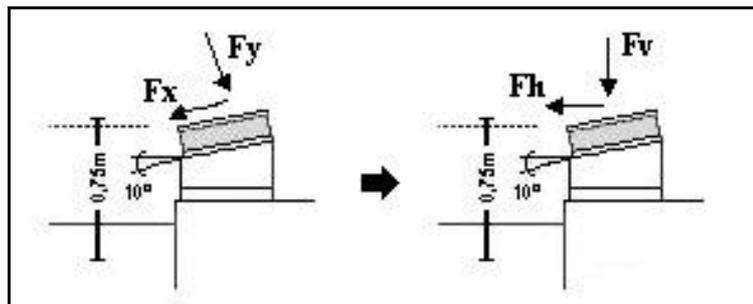


Figura 8: Desenho esquemático da transformação de coordenadas quando da utilização do suporte com inclinação de  $10^\circ$ .

### 3.3.2 Sistema de aquisição de imagens

Para a aquisição dos dados cinemáticos foram utilizadas quatro câmeras de vídeo, uma do tipo MiniDV e três do tipo VHS, todas com frequência de aquisição de 30Hz. Para a aquisição das imagens subaquáticas, duas câmeras foram acopladas a caixas estanque e fixadas cada uma a um tripé adaptado com ventosas para a fixação no fundo da piscina, conforme se vê na Figura 9. As variáveis cinemáticas adquiridas são descritas no item 3.4.2.

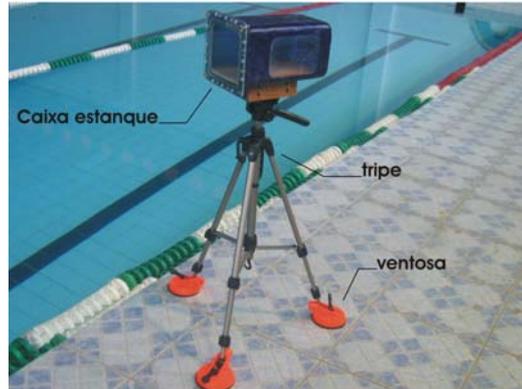


Figura 9: Foto da caixa estanke com o tripé para filmagem subaquática fixada ao suporte.

Um calibrador bidimensional foi acoplado ao bloco de partida e sua imagem adquirida na câmera do bloco, assim como nas outras câmeras com o calibrador dentro da água em frente a cada uma das delas.

### 3.3.3 Sincronizador de sinais

Para sincronizar o sinal sonoro emitido no instante da partida à cinemetria e à dinamometria foi utilizado um sincronizador de sinais composto de um *led* (luz), uma campainha e a duas caixas de som. O sincronizador é acionado por um interruptor manual provocando, simultaneamente, os sinais sonoros, de luz e o sinal elétrico para o sistema de aquisição da dinamometria. O *led* forneceu à cinemetria um sinal visual no instante da partida e a campainha proporcionou ao atleta um sinal de partida similar àquele utilizado nas competições oficiais de natação.

## 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para determinar o procedimento da coleta de dados, foi realizado um estudo piloto (APENDICE E), com participação 2 sujeitos com média de idade de  $21 \pm 1$  ano. O estudo piloto possibilitou o estabelecimento dos procedimentos da coleta de dados, a familiarização dos pesquisadores com os equipamentos, a adaptação ao local, a preparação e planejamento da coleta de dados, além da verificação do bom funcionamento dos equipamentos.

### **3.4.1 Procedimentos preliminares**

Após a aprovação do Comitê de Ética (ANEXO A) da Universidade do Estado de Santa Catarina (processo nº 188/2004, referente ao Projeto de Pesquisa “Análise Biomecânica na natação”, desenvolvido no Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UEDESC, o qual fez uso dos mesmos procedimentos desta pesquisa), foi feito contato prévio com o treinador da Equipe de natação do Clube Doze de Agosto, Florianópolis, SC, a fim de fornecer informações gerais sobre a pesquisa. Foi então agendada a data de 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 Clube Doze de Agosto (Florianópolis/SC), durante uma sessão de treinamento programada pelo treinador da equipe, procurando manter uma situação real de treino à qual os nadadores estavam familiarizados. Seqüência das ações:

a) Os sujeitos da pesquisa foram informados dos procedimentos da coleta de dados e concordaram em participar do estudo, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B) e do Consentimento para Fotografias, Vídeos e Gravações (ANEXO C);

b) Em seguida foram preenchidos os dados de identificação pessoal (nome, data de nascimento, massa e estatura);

c) Foi realizado um aquecimento estabelecido pelo técnico e algumas execuções de saídas sobre o bloco de partida instrumentados para adaptação ao instrumento;

d) Teve então início a coleta de dados.

Para a tomada da força peso, cada nadador permaneceu 10 segundos sobre o bloco de partida instrumentado. Cada atleta executou 6 saídas com intervalo de,

aproximadamente, 3 minutos. Imediatamente após a saída, os atletas nadaram em velocidade máxima até a borda oposta à de partida, totalizando 25m. Os procedimentos de saída foram idênticos aos de uma competição.

O esquema do *layout* coleta de dados é representado na FIGURA 10.

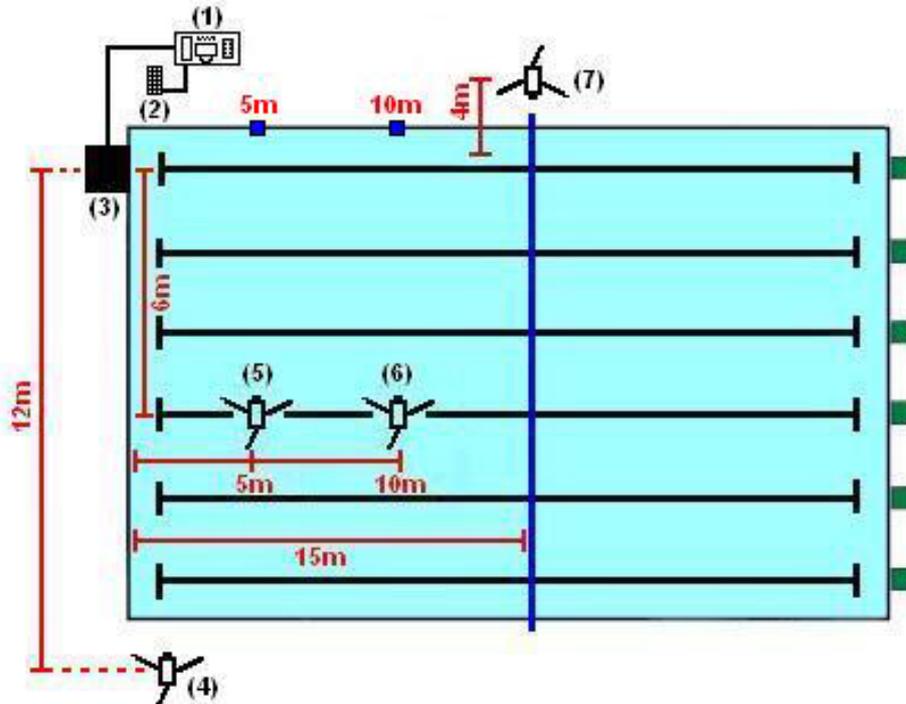


Figura 10: Esquema do layout da piscina no dia da coleta (1 – sistema de aquisição de dados; 2 – equipamento sincronizador de sinais; 3 – bloco de partida instrumentado; 4 – câmera filmadora MiniDV; 5, 6 e 7 – câmeras filmadoras VHS).

O bloco de partida instrumentado (3) foi posicionado na borda oposta à cabeceira de partida da piscina. A câmera filmadora MiniDV (4) foi posicionada perpendicularmente a 12m do evento, que ocorreu na raia de número 1. Esta câmera possibilitou a identificação das variáveis *ângulo de saída do bloco*, *ângulo de entrada na água*, *distância horizontal de vôo* e *tempo de vôo*. As câmeras filmadoras 5 e 6 foram posicionadas, respectivamente, a 5m e 10m da borda de partida e a 6m do evento, e forneceram as variáveis *tempo total em 5 metros*, *tempo total em 10 metros*, *tempo* e *distância de início do nado*. A câmera filmadora 7 foi posicionada na borda lateral da piscina, a 15m do bloco de partida e a 4m do evento, de forma a identificar o momento no qual a cabeça do nadador ultrapassa a corda de marcação dos 15m, fornecendo a variável *tempo total em 15m*.

Foram analisadas 16 variáveis utilizadas na saída na natação. Para facilitar a leitura dos dados, as variáveis foram divididas em variáveis temporais, variáveis cinemáticas e variáveis dinamométricas. As variáveis temporais foram: tempo de reação (TR), tempo de bloco (TB), tempo de vôo (TV), tempo submerso (TS), tempo de início de nado (TIN), tempo em 5 metros (T5M), tempo em 10 metros (T10M), tempo em 15 metros (T15M) e tempo de nado (TN). As variáveis cinemáticas foram: ângulo de saída (AS), ângulo de entrada (AE), distância de vôo (DV) e distância de início do nado (DIN). As variáveis dinamométricas foram: pico máximo de força vertical (PMV), pico máximo de força horizontal (PMH) e força resultante (FR). Foram escolhidas estas variáveis porque são comumente usadas nas análises das saídas dos nadadores

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

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 normalização foi feita dividindo-se o arquivo de força pela força peso dos nadadores, ambos processados pelo sistema SAD 32 (SILVA & ZARO, 1997). A força peso dos nadadores foi mensurada diretamente pelas plataformas de força.

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 *InterVideo WinProducer 3* e *CorelDRAW® 10*.

### 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).

Para comparação das variáveis entre as médias encontradas para agrupamentos de 1 saída, 3 saídas e 6 saídas, foi utilizado o teste ANOVA *one-way*, com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ). além disso foi aplicado o teste “*post hoc*” de Tukey-Kramer, para o mesmo nível de significância.

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 *Pearson* ( $\alpha = 0,05$ ).

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 inicia com uma apresentação das médias dos resultados gerais de variáveis comumente analisadas em estudos de saídas e que foram utilizadas na busca em atender os objetivos do trabalho (os resultados completos estão nos APENDICES A, B e C), em seguida está organizado conforme os objetivos específicos, começando com a identificação das variáveis que têm relação com a performance na saída, posteriormente com a determinação da distância adequada para obtenção do tempo de performance e por último a determinação do número de execuções adequado para a análise biomecânica das saídas na natação.

A avaliação ou análise das saídas na natação passa pela divisão do evento em fases nas quais as variáveis podem ser estudadas isoladamente. A contribuição destas variáveis em cada uma destas fases é que representa a performance dos atletas na saída, performance esta que, como já citado anteriormente, é medida de diferentes maneiras dependendo de cada pesquisador.

Apesar de não ser um objetivo deste estudo, fez-se a comparação das variáveis analisadas com a literatura para equiparar a performance dos nadadores participantes nesta pesquisa com a performance dos nadadores dos outros estudos.

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias dos valores das variáveis temporais.

**Tabela 3 – Variáveis temporais**

	TR [s]	TB [s]	TV [s]	TS [s]	TIN [s]	T5M [s]	T10M [s]	T15M [s]
$\bar{X}$	0,19	0,82	0,34	2,19	3,37	1,75	4,16	6,97
$s$	0,04	0,13	0,03	0,54	0,53	0,11	0,22	0,26
CV	20,4%	15,9%	8,0%	24,6%	15,8%	6,2%	5,2%	3,7%

\* TR = tempo de reação, TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, T5M = tempo em 5 metros, T10M = tempo em 10 metros, T15M = tempo em 15 metros, [s] = segundos.

Pode ser observado na Tabela 3 que as médias dos valores temporais (TR, TB e T15M) assemelham-se aos valores encontrados na literatura (VILAS BOAS, 2002; KRUGER, 2002). De acordo com a classificação de Pestana e Gageiro (2003) os coeficientes de variação encontrados foram baixos para TV, T5M, T10M e T15M, e médios para TIN, TS, TB e TR.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias dos valores das variáveis cinemáticas.

**Tabela 4 – Variáveis cinemáticas**

	AS [°]	AE [°]	DV [m]	DIN [m]
$\bar{X}$	14,45	33,54	2,91	8,76
$s$	2,44	5,56	0,08	0,72
CV	16,9%	16,6%	2,8%	8,2%

\*AS = ângulo de saída, AE = ângulo de entrada, DV = distância de vôo, DIN = distância de início do nado, [°] = graus, [m] = metros.

Os valores das variáveis cinemáticas estão de acordo com o estudo de Pereira *et al.* (2003) no qual os autores relatam que o ângulo de saída fica em torno de 13 graus, o ângulo de entrada varia de 26 a 36 graus e a distância de vôo fica em torno de 3 a 3,7 m.

Groves e Roberts (1972) apresentam o valor de 13 graus como “ótimo” para o ângulo de saída e relatam que se o nadador conseguir diminuir mais este ângulo, melhor.

Para Counsilman *et al.* (1988), o ângulo de entrada sofre influência de fatores como a altura do bloco de partida, impulsão vertical e horizontal e técnica empregada. A altura do bloco adotada para este estudo foi de 0,75 m em relação ao nível da água, com inclinação de 10°, valores máximos permitidos pela regulamentação da construção de blocos de partida (FINA, 2004). Segundo Pereira *et al.* (2003), este posicionamento de bloco proporciona melhores execuções de saídas e ainda, devido à inclinação favorece aqueles que utilizam a técnica *track start*, influenciando variáveis como impulso vertical e horizontal e, conseqüentemente, o ângulo de entrada na água.

Os valores obtidos são semelhantes aos apresentados por Vilas-Boas *et al.* (2000), que descrevem ângulos de entrada que variam entre 28.64° e 39.44° quando utilizada a técnica *track start*, também compatíveis com o proposto por Counsilman *et al.* (1988), que apresentam uma variação entre 26° e 54°, independente da técnica utilizada.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias dos valores das variáveis dinamométricas.

**Tabela 5 – Variáveis dinamométricas**

	Pico máximo Vertical [N]	Pico máximo Horizontal [N]	Força Resultante [N]
$\bar{X}$	1,71	1,31	2,15
$s$	0,32	0,25	0,39
CV	18,7%	19,0%	18,0%

\*[N]= newtons.

As médias das variáveis dinamométricas condizem com os dados dos estudos de Pereira *et al.* (2003), Vilas-Boas *et al.* (2000), Krüger *et al.* (2002) e Miller, Allen e Pein (2002).

#### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA ESTUDO NA SAÍDA

A diversidade de variáveis a serem mensuradas para se determinar a performance da saída dificulta a definição de quais variáveis realmente são importantes de serem analisadas. Isto pode acarretar em perda de tempo se analisando variáveis que não contribuam para o melhor resultado.

Estudos, como o de Cossor e Mason (2001), apontam relações entre as variáveis tempo de bloco, tempo submerso e distância submersa para homens, e distância de vôo, tempo de vôo, distância submersa e velocidade submersa para mulheres utilizando a marca de 15 metros como referência. Ainda, Bonnar (2001), utilizando 9,5 metros para a avaliação, destacou a importância da fase submersa, sendo esta influenciada pela velocidade horizontal de entrada na água, velocidade de início da fase subaquática e distância de vôo.

Dentre as possibilidades desta pesquisa procurou-se verificar a relação de diversas variáveis com o tempo nas distâncias de 15 metros, 10 metros e de início de nado. Para as correlações entre as variáveis e a variável de performance optou-se por realizar a análise para agrupamentos com 6 saídas, 3 saídas e 1 saída.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de “r de Pearson” sendo a performance mensurada em 15 metros.

**Tabela 6 – Valores de “r de Pearson” utilizando tempo total em 15 metros como referência.**

Variáveis	6	3	1
	Saídas	saídas	saída
Pico Máximo Vertical (PMV)	-0,407*	-0,373	-0,312
Pico Máximo Horizontal (PMH)	-0,147	-0,016	0,265
Força resultante (FR)	-0,319	-0,264	-0,122
Ângulo de saída (AS)	0,077	0,007	-0,044
Ângulo de entrada (AE)	0,512*	0,353	0,328
Distância de voo (DV)	-0,482*	-0,378	-0,478
Distância de início do nado (DIN)	0,045	-0,004	0,023
Tempo de reação (TR)	0,183	-0,058	-0,621
Tempo de bloco (TB)	-0,115	0,167	0,324
Tempo de Voo (TV)	0,039	-0,198	-0,774
Tempo submerso (TS)	0,180	0,054	0,056
Tempo em 5 metros (T5M)	0,449*	0,485	0,627
Tempo em 10 metros (T10M)	0,949*	0,937*	0,958*
Tempo de início de nado (TIN)	0,351	0,264	0,265
Tempo de nado (TN)	0,135	0,128	0,062
n=	24	12	4

(\*p<0,05)

Observa-se que utilizando as seis saídas de cada atleta e o tempo total em 15 metros foi encontrada relação com as variáveis PMV, AE, DV, T5M e T10M. Entretanto os valores de “r” se encontram próximos aos valores críticos para que haja uma correlação significativa, e analisando um menor número de saídas, permanece somente a relação com T10M. Isto Pode se dever ao fato de que o atleta, tanto em 10 metros quanto em 15 metros, já se encontra em nado, tendo o início de nado ocorrido em média em 8,76 metros como visto anteriormente na Tabela 4.

A mesma correlação foi feita para a distância de 10 metros, Na Tabela 7 são apresentados os valores de “r de Pearson”.

**Tabela 7 – Valores de “r de Pearson” utilizando tempo total em 10 metros como referência.**

	6	3	1
	Saídas	saídas	saída
Pico Máximo Vertical (PMV)	-0,352	-0,315	-0,454
Pico Máximo Horizontal (PMH)	-0,185	-0,075	0,198
Força resultante (FR)	-0,299	-0,243	-0,248
Ângulo de saída (AS)	0,195	0,136	-0,105
Ângulo de entrada (AE)	0,629*	0,500	0,196
Distância de voo (DV)	-0,542*	-0,523	-0,487
Distância de início do nado (DIN)	0,098	0,058	-0,037
Tempo de reação (TR)	0,151	-0,019	-0,762
Tempo de bloco (TB)	-0,113	0,264	0,523
Tempo de Voo (TV)	0,175	-0,061	-0,581
Tempo submerso (TS)	0,276	0,156	-0,036
Tempo em 5 metros (T5M)	0,508*	0,594*	0,653
Tempo de início do nado (TIN)	0,433*	0,357	0,207
Tempo em 15metros (T15M)	0,949*	0,937*	0,958*
Tempo de nado (TN)	-0,030	0,010	0,072
n=	24	12	4

(\*p<0,05)

Novamente foi encontrada relação para as variáveis AE e DV, assim como para T5M e T10M. Com esta distância foi verificada ainda uma relação com o TIN, o que não aconteceu com os 15 metros, entretanto a maioria dos valores de correlação encontrados em ambos os casos (15m e 10 m) estão muito próximos aos valores mínimos para que ocorra correlação significativa. Com um menor número de saídas (três) permanece a relação com T5M e T15M e na correlação com apenas uma saída somente T15M permanece.

Na Tabela 8 são apresentados os valores de “r de Pearson” sendo o tempo mensurado no início do nado.

**Tabela 8 – Valores de “r de Pearson” utilizando tempo de início do nado como referência.**

	6	3	1
	Saídas	saídas	saída
Pico Máximo Vertical (PMV)	-0,625*	-0,606*	-0,737
Pico Máximo Horizontal (PMH)	-0,737*	-0,851*	-0,796
Força resultante (FR)	-0,695*	-0,715*	-0,797
Ângulo de saída (AS)	0,756*	0,868*	0,950*
Ângulo de entrada (AE)	0,868*	0,897*	0,962*
Distância de voo (DV)	-0,888*	-0,911*	-0,939
Distância de início do nado (DIN)	0,935*	0,949*	0,969*
Tempo de reação (TR)	0,340	0,054	-0,572
Tempo de bloco (TB)	-0,116	-0,026	0,668
Tempo de Voo (TV)	0,375	0,216	-0,011
Tempo submerso (TS)	0,970*	0,969*	0,967*
Tempo em 5 metros (T5M)	0,538*	0,460	0,856
Tempo em 10metros (T10M).	0,433*	0,357	0,207
Tempo em 15metros (T15M)	0,351	0,264	0,265
Tempo de nado (TN)	XX	XX	XX
N=	24	12	4

(\*p<0,05)

Quando isolada da fase de nado, a avaliação da saída apresentou correlação com um maior número de variáveis. Por vezes todas estas variáveis são estudadas para se determinar a performance da saída, sem se definir ao certo quais são realmente importantes.

Percebe-se uma correlação significativa para as variáveis PMV, PMH, FR, AS, AE, DV, DIN e TS tanto para seis saídas como para três saídas por atleta. Com a utilização de seis saídas há a correlação também para T5m e T10M e com somente uma saída permanece apenas para as variáveis AS, AE e TS, porém a não correlação de outras variáveis poderia ser explicada pelo número reduzido de saídas, o que acarreta em um aumento do valor crítico para que ocorresse significância.

Apesar da proximidade entre os T10M e a média de 8,76 metros de início do nado, um maior número de variáveis apresentou correlação com a performance da saída para o TIN. Em T10M já se apresenta uma fase de nado, o que aparenta influenciar em que variáveis seriam determinantes para uma avaliação.

## 4.2 DETERMINAÇÃO DA DISTÂNCIA ADEQUADA PARA A TOMADA DE TEMPO DAS SAÍDAS

Em uma saída, são analisadas as fases que envolvem os eventos ocorridos no bloco de partida, na fase aérea e na fase submersa, até o início do nado, que somados geram a performance da saída. Por regra (FINA, 1998) determina-se que, até a marca de 15 metros, o nadador tenha rompido a linha da água e iniciado o nado.

Para mensuração da performance da saída alguns pesquisadores (ISSURIN e VERBITSKY, 2002; COSSOR e MASON, 2001; PEREIRA *et. al.* 2002), assim como a Federação Internacional de natação Amadora, optam pela distância de 15 metros como marca para esta avaliação. Entretanto, há a necessidade que esta opção seja baseada em algum critério coerente com o que se quer avaliar, pois esta distância é o limite máximo permitido pela regra para que os nadadores permaneçam submersos, o que não quer dizer que eles somente nadarão após a mesma. Sendo assim, optou-se por testar duas distâncias fixas, sendo 10 metros e 15 metros, determinadas pelo posicionamento das câmeras, com intuito de contemplar a fase submersa da saída desde a entrada na água até os 15 metros. Além destas duas distâncias pré-determinadas, uma terceira distância também foi observada, sendo esta definida como distância do início do nado em cada saída.

Buscando identificar a distância mais adequada para a medição do tempo de saída foram elaboradas as Tabelas 9, 10 e 11 nas quais são apresentados os percentuais dos tempos das fases da saída em relação ao tempo em 15 m, 10 m e de início do nado respectivamente.

**Tabela 9 – Contribuição percentual das fases da saída na performance em 15 metros na natação**

	TB	% TB	TV	% TV	TS	% TS	TN	% TN	T15M	Total
$\bar{X}$	0,85 (s)	<b>12,2</b>	0,34 (s)	<b>4,9</b>	2,19 (s)	<b>31,3</b>	3,60 (s)	<b>51,7</b>	6,97 (s)	<b>100,0</b>
s	0,08 (s)	1,3	0,03 (s)	0,4	0,54 (s)	7,4	0,50 (s)	7,1	0,26 (s)	0,0
CV[%]	9,6	10,7	8,0	8,6	24,6	23,5	14,0	13,8	3,7	0,0

\* TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TN = tempo de nado, T15M = tempo em 15 metros, % = porcentagem do tempo total.

Observa-se que em 15 m o grupo obteve uma média de tempo de 6,97s e que quando a performance é medida nesta distância, para estes atletas, 51,66% do tempo foi gasto nadando. Isto significa que uma avaliação feita com esta distância poderia

estar erroneamente incluindo uma parte muito grande de nado na análise da saída. Este fato pode dificultar a possibilidade de correlação das variáveis que influenciam a performance, já que mais da metade do tempo foi gasto nadando. Dessa forma, pode-se sugerir que 15 m, devido ao tempo gasto nadando, não é a melhor distância a ser escolhida para que se avalie a saída na natação.

Outra distância utilizada por alguns autores (BLANKSBY et al, 2001; BOWERS e CAVANAGH, 1975; ARELLANO *et. al.*, 1994) para a obtenção do tempo de performance na saída é a de 10 m, o percentual do tempo das fases da saída em relação ao tempo nesta distância é apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10 – Contribuição percentual das fases da saída na performance em 10 metros na natação**

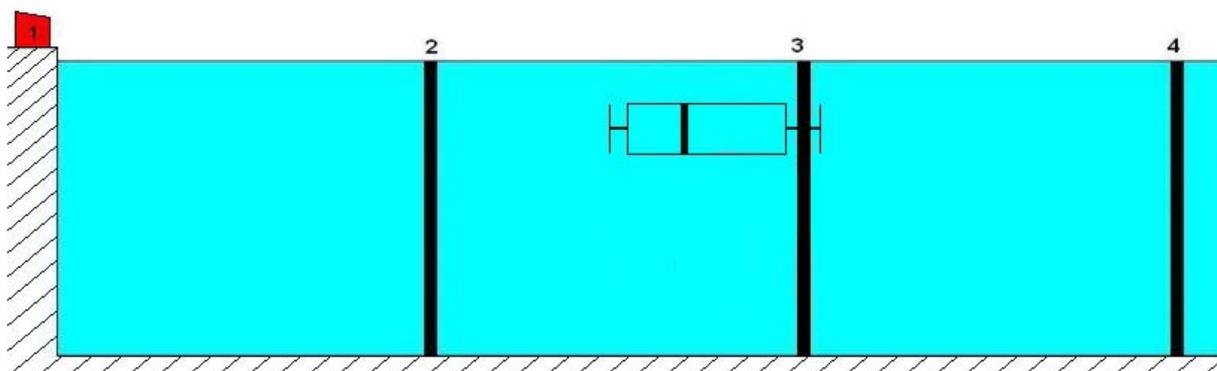
	TB	% TB	TV	% TV	TS	% TS	TN	% TN	T10M	Total
$\bar{X}$	0,85 (s)	<b>20,4</b>	0,34 (s)	<b>8,2</b>	2,19 (s)	<b>52,5</b>	0,78 (s)	<b>18,9</b>	4,16 (s)	<b>100,0</b>
<i>s</i>	0,08 (s)	2,3	0,03 (s)	0,7	0,54 (s)	11,9	0,48 (s)	11,5	0,22 (s)	0,0
CV[%]	9,6	11,5	8,0	8,7	24,6	22,7	61,3	60,6	5,2	0,0

\* TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TN = tempo de nado, T10M = tempo em 10 metros, % = porcentagem do tempo total.

Quando o tempo de performance de saída é obtido em 10 m, a média do grupo passa para 4,16s como se pode observar na Tabela 5, neste caso como a média da distância de início do nado (DIN) para o grupo é de 8,76m, os atletas ainda cumprem uma distância nadando, mas o percentual do tempo utilizado nadando fica em 18,92% e a maior parte do tempo fica com a fase submersa, 52,51%.

Fica evidente que se o objetivo de um trabalho for avaliar a performance da saída, para um grupo com a média da distância de início do nado semelhante a este, entre as distâncias de 15 m e 10 m, esta última deveria ser escolhida já que assim a influência do nado na saída seria menor.

Uma alternativa para se eliminar a influência do nado na performance de saída foi determinar o instante de início do nado, e quantificar o tempo total até este, definindo assim o tempo de início de nado. A distância percorrida pelos nadadores foi em média de 8,76m como exemplificado na Figura 11, na qual estão destacados o bloco de partida (1), as marcas de 5 (2), 10 (3) e 15 (4) metros e, em destaque, a ilustração central (gráfico de caixa e bigodes) na qual é representada a média, o primeiro e terceiro quartis e os limites superior e inferior para a variável distância de início do nado.



**Figura 11:** Esquema da piscina e local aonde os nadadores iniciaram o nado. O número 1 representa o bloco de partida, o número 2 a marca de cinco metros, o número 3 a marca de dez metros, o número 4 a marca de 15 metros e o desenho representa a média (linha preta central), o primeiro e terceiro quartis (caixa) e os limites superior e inferior (linha).

Os percentuais de tempo das fases da saída utilizando como referência o tempo no instante do início do nado podem ser observados na Tabela 11

**Tabela 11 – Contribuição percentual das fases da saída na performance no início do nado**

	TB	% TB	TV	% TV	TS	% TS	TN	% TN	T10M	Total
$\bar{X}$	0,85 (s)	<b>25,7</b>	0,34 (s)	<b>10,2</b>	2,19 (s)	<b>64,1</b>	0,00 (s)	<b>0,0</b>	3,37 (s)	<b>100,0</b>
<i>s</i>	0,08 (s)	4,9	0,03 (s)	1,5	0,54 (s)	6,1	0,00 (s)	0,0	0,53 (s)	0,0
CV[%]	9,6	18,9	8,0	14,5	24,6	9,5	0,0	0,0	15,8	0,0

\* TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, TN = tempo de nado, T5M = tempo em 5 metros, % = porcentagem do tempo total.

Utilizando o tempo do início do nado, cuja média para o grupo foi de 3,37s, a fase submersa ocupou 64,07% do tempo enquanto a fase de vôo ficou com 10,23% e o tempo de bloco com 25,70%.

Sabe-se que a distância do início do nado varia para cada nadador e inclusive para cada saída de um mesmo indivíduo, sendo assim, cada um seria avaliado numa distância diferente e a comparação dos tempos de saída não seria possível. Portanto, mesmo que desta maneira a performance da saída não sofra a influência do nado, a melhor escolha entre as três apresentadas parece ser a análise em 10 m que permite a comparação dos resultados e diminui a influência do nado.

No caso de se avaliar atletas que iniciem o nado após os 10 m há a perda de uma pequena parte da fase submersa, que provavelmente não alteraria tanto os resultados quanto se os atletas já estivessem nadando.

### 4.3 DEFINIÇÃO DO NUMERO DE SAIDAS

A definição de um número mínimo de saídas é importante, entre outros motivos, para a otimização do processo de coleta e análise de dados. Na Tabela 12 podem ser visualizados os resultados dos testes estatísticos ANOVA e pós-teste de Tukey-Kramer, comparando as médias do grupo para uma saída, três saídas e seis saídas.

**Tabela 12: Comparação entre os diferentes números de saídas.**

	1 saída e 3 saídas	1 saída e 6 saídas	3 saídas e 6 saídas
Tempo de reação *	**	**	NS
Tempo de bloco *	NS	**	NS
Tempo de vôo	NS	NS	NS
Tempo em 5 metros	NS	NS	NS
Tempo em 10 metros *	**	**	NS
Tempo em 15 metros	NS	NS	NS
Tempo submerso	NS	NS	NS
Tempo início do nado	NS	NS	NS
Ângulo de saída	NS	NS	NS
Ângulo de entrada	NS	NS	NS
Distancia de vôo	NS	NS	NS
Distância de início de nado	NS	NS	NS
Pico Maximo vertical	NS	NS	NS
Pico Maximo horizontal	NS	NS	NS
Força resultante	NS	NS	NS

NS Diferença não significativa.

\* Diferença significativa por: ANOVA ( $p < 0,05$ ).

\*\* Diferença significativa por: Pós-teste de Tukey-Kramer para múltiplas comparações ( $p < 0,05$ ).

Pode ser visto que houve diferença significativa com a ANOVA para o TR, TB e T10M. Através do pós-teste de Tukey-kramer identificou-se que esta diferença encontrava-se em 1 saída x 3 saídas e 1 saída x 6 saídas mas não em 3 saídas x 6 saídas. Da mesma forma, nenhuma variável apresentou diferença significativa na análise de 3 saídas x 6 saídas. Estas diferenças estatisticamente significativas para 1 x 3 e 1 x 6 saídas, apontam que a coleta de dados com 1 saída de cada atleta não é suficiente para a análise da saída na natação quando o objetivo envolve a utilização das médias, uma vez que se encontrou diferença significativa para a variável T10M que foi identificada como de grande importância como medida da performance da saída.

Outro modo de se visualizar o número mínimo para a coleta dos dados é com a análise da média acumulada. Faz-se a média das tentativas um e dois, após, das

tentativas um, dois e três e assim sucessivamente. No gráfico da média acumulada para cada nadador e cada variável, fica bem destacado que após a terceira saída os dados apresentam uma tendência para a estabilização (APENDICE D). Esta tendência para uma estabilização dos dados aponta que coletar três saídas pode ser suficiente para a análise da saída na natação.

A ausência de uma diferença estatisticamente significativa entre as médias de 3 e 6 saídas e a estabilização dos dados apontam o número mínimo de 3 saídas a serem coletadas. A determinação do número mínimo a ser coletado faz-se importante pois pode proporcionar maior agilidade e rapidez na coleta, menor quantidade de dados para processamento e tratamento, diminuindo assim, o tempo para a obtenção dos resultados e geração das respostas aos técnicos e atletas, além do menor desgaste físico e psicológico ao nadador.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o referencial teórico utilizado, os limites desta pesquisa e o fato de ser um estudo exploratório, pode-se fazer as seguintes considerações:

### **Em relação à identificação das variáveis que tem relação com a performance dos nadadores nas saídas:**

Com base nos resultados, para este estudo, verificou-se que as variáveis: ângulo de entrada (AE), distância de vôo (DV) e tempo em 5m (T5M) tem relação com a performance na saída nas três distâncias testadas, já as variáveis: pico máximo de força vertical (PMV) e tempo em 10 m (T10M) têm relação com a performance apenas nas distâncias de 15m e de início do nado. As variáveis: pico máximo de força horizontal (PMH), força resultante (FR), ângulo de saída (AS), distância de início de nado (DIN) e tempo submerso (TS) têm relação somente com o tempo de início de nado. O tempo de bloco (TB) tem relação com o tempo em 15m e o tempo de início de nado (TIN) com o tempo em 10m. Das variáveis testadas somente para o tempo de Vôo (TV) não foi encontrada correlação.

### **Na determinação da distância adequada para a tomada do tempo de performance nas saídas:**

Pode-se afirmar, de acordo com os resultados obtidos, que para o grupo de atletas que participou desta pesquisa ou para qualquer nadador que inicie o nado numa distância próxima a do grupo, a distância mais adequada para a obtenção do tempo de saída, entre as três que foram testadas, é a de 10 metros. Isto por que em 15 metros mais da metade do tempo foi utilizado para nadar e não na saída propriamente dita. Além disso, usar a distância de início de nado seria inviável pelo fato de impossibilitar a comparação dos tempos inclusive de um mesmo nadador em saídas diferentes. Sugere-se que quanto menos nado melhor para a avaliação das saídas e talvez uma distância fixa menor do que 10m pudesse ser utilizada para um grupo como este, eliminando completamente a fase de nado. Entretanto, cabe ressaltar que o grupo foi

formado por nadadores de nível estadual e a tendência é de que nadadores de alto nível tenham uma fase submersa melhor e que esta se estenda um pouco mais, desta forma os nadadores passariam da marca dos 10m ainda submersos também eliminando a fase de nado. A complexidade deste tema é ainda maior se for considerado que a distância em que um nadador iniciará o nado pode variar segundo dois principais fatores, a habilidade do nadador em executar a fase submersa e a distância total da prova.

Ainda que mais estudos sejam necessários, de acordo com os resultados encontrados sugere-se a utilização de 10m para medição do tempo de performance das saídas na natação.

### **Com referência à determinação do número mínimo de execuções necessárias para a avaliação das saídas:**

Na comparação dos resultados entre uma e três saídas, foi encontrada diferença significativa apenas para as variáveis, tempo de reação (TR) e tempo em 10 metros (T10M), entre uma e seis saídas, somente para as variáveis, tempo de reação (TR), tempo de bloco (TB) e tempo em 10 metros (T10M) foram encontradas diferenças significativas. Já na comparação entre três e seis saídas, não foi encontrada diferença significativa para nenhuma das variáveis testadas.

De acordo com os resultados e com a discussão feita no capítulo anterior, sugere-se que três é o número mínimo e suficiente de execuções quando o objetivo é avaliar a saída na natação, uma saída é pouco pois foi encontrada diferença significativa e seis saídas são desnecessárias pois a média será a mesma obtida com apenas três saídas. Salienta-se que neste estudo os atletas utilizaram a mesma técnica nas seis saídas, portanto, a sugestão de três saídas refere-se ao estudo de uma mesma técnica de saída, em estudos que objetivem comparar duas ou mais técnicas sugere-se três saídas para cada técnica a ser estudada.

Como sugestões gerais e para a continuação dos trabalhos destaca-se a importância de que o tamanho da amostra seja aumentado e/ou o número de coletas (dias) seja maior, repetindo-se as condições ambientais e procedimentos nas diferentes coletas. Também seria importante, em estudos comparando técnicas de saída, a

determinação da ordem adequada de execução das diferentes técnicas, além do intervalo de recuperação entre execuções.

A utilização de câmeras que adquiram no mínimo 100 quadros por segundo para que o erro fique próximo de um centésimo de segundo é de grande importância.

Como uma última sugestão, que na realidade é uma inquietação originada durante a discussão dos dados deste trabalho, deve-se estudar evento entre a fase submersa e o nado, que se pode chamar de “transição para o nado”, incluindo a análise da velocidade antes e depois desta transição, o intuito deste estudo seria de ajudar os nadadores a não perderem tempo nesta etapa da prova, pois a decisão de iniciar o nado no instante certo e com os movimentos certos é de grande importância.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYALON, A; VAN GHELUE, B. And KANITZ, M. (1975). **A comparison of four styles of racing starts in swimming.** International Series on Sports Sciences,2:233-240. Baltimore, MD: University Park Press.

BAUMANN, W. **Zu einnigen problemen der biomechanik dès sports.** Sportwissenschaft 3, 1981.

BLANKSBY, B. A.; NICHOLSON, L. G.; and ELLIOTT, B. C. **Biomechanical Analysis of the grab, track and handle swimming starts: An intervention study.** Sport Biomechanics, 1(1) (Accepted). 2001.

BONAR, S. **An analysis of selected temporal, anthropometrics, and kinematics factors affecting the velocity of the grab and track starts in swimming.** 2001. Honors Thesis. The University of Edinburgh, Edinburgh.

BOWERS, J. e CAVANAGH, P. A biomechanical comparison of the grab and conventional sprint starts in competitive swimming. In: CLARYS, J. P. e L. LEWILLIE, L. (eds.), **Swimming II, International Series on Sports Sciences.** Baltimore: University Park Press, 1975.

CAVANAGH, P., PALMGREN, J. e KERR, B. A device to measure forces at the hands during the grab start. In: LEWILLIE, L., CLARYS, J. P. **International Series on Sport Science** Baltimore: University Park Press, 1975. 43-50.

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

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

COUNSILMAN, J. E. **Competitive Swimming Manual for Coaches and Swimmers.** Bloomington, In, USA. Counsilman Co. 1977.

COUNSILMAN, J. E. **A NATAÇÃO: ciência e técnica para a preparação de campeões.** 1. ed., Rio de Janeiro; 1984. 535 p.

COUNSILMAN, J. E., COUNSILMAN, B. E., NOMURA, T. & ENDO, M. **Three types of grab start for competitive swimming.** Swimming Science – vol. 18. International Series on Sciences; 1988.

DE LA FUENTE, B.; GARCIA, F.; ARELLANO, R. **Are the forces applied in the vertical countermovement jump related to the forces applied during the swimming start?** Proceedings of the IXth World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. University of Saint-Etienne, France, 2003. p. 207-212.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE NATAÇÃO AMADORA. **Regras de natação: 1998-2000.** [S.I.]: FINA, [199-].

GROVES, R. Roberts, J. **A further investigation of the optimum angle of projection for the racing start in swimming.** Research Quarterly. 43: 167-174. may, 1972.

GUIMARAES, A. C. S. & HAY, J. G. **A mechanical analysis of the grab starting technique in swimming.** International Journal of Sport Biomechanics. Iowa City, State of Iowa, U.S.A., v. 1, n. 1, p. 25-34, February, 1985.

HALJAND, R. **Technical Preparation of Swimming Starts, Turns and Strokes.** Tallin University of Education Sciences, Estonia, 1998.

HANAUER, E. S. **The Grab Start.** Swimming World. 8: 5:42, 1967.

HANAUER, E. S. **Grab start faster than conventional start.** Swimming World. Califórnia:13:8-9, 54-55. April, 1972.

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

HAY, J. G. **The status of research on Biomechanics of swimming.** Opening address to the fifth international Symposium of Biomechanics and medicine in Swimming, Bielfeld, BRD. In: Starting, stroking & turning (a compilation of research on the Biomechanics of swimming, University of Iowa, 1983-86), 53-76. 1986.

LEWIS, S. **Comparison of five swimming starting techniques.** Swimming Technique, 15(4):124-128. 1980.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando Ainda Mais Rápido.** 1. ed., São Paulo, Manole; 1999. 689 p.

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

MARTINS, E. R. S. **Análise Dinâmica da Virada com Rolamento do Nado Crawl.** 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Curso de pós-

Graduação em educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

MASON, B. D. & COSSOR, J. **What can we learn from competition analysis at the 1999 Pan Pacific Swimming Championships?** In R. Sanders & Y.Hing, (eds.) Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports – applied program. Hong Kong: Chinese University Press, 72-82. 2000.

MILLER, M.; ALLEN, D.; PEIN, R. **A kinetic and kinematics comparison of the grab and track starts in swimming.** Proceedings of the IXth World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. University of Saint-Etienne, France, 2003. p. 231-235.

NAVARRO, F. **Natación.** Madrid – Espanha. Comité Olímpico Español/ El Corte Inglés; 1985. 298 p.

NAVARRO, F. **Hacia el dominio de la Natación.** Madrid – Espanha: Gymnus, 1995

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

PEAK Performance Technology. **Peak Start Manual.** USA. 1998. 290 p.

PEARSON, C. T.; McELROY, G. K.; BLITVICH, J. D.; SUBIC, A. and BLANKSBY, B. A. **A comparison of the swimming start using traditional and modified starting blocks.** Journal of Human Movement Studies, 34, 49-66. 1998.

PEDRALLI, M. L. **Análise biomecânica da saída de agarre e atletismo na natação.** 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Curso de pós-Graduação em educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

PEREIRA, S. M. **Análise da Performance da Saída de Nadadores velocistas em Diferentes Alturas e Inclinações do Bloco de Partida.** 2001. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Curso de pós-Graduação em educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

ROESLER, H. **Desenvolvimento de plataforma subaquática para medições de forças e momentos nos três eixos coordenados para utilização em Biomecânica.** 1997. Porto Alegre: UFRGS, 1997. Tese de Doutorado-Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SAD 32Bits – **“Sistema de Aquisição de dados – Manual de Operação”**– Caderno técnico de Engenharia Mecânica CT07 – DEMEC – UFRGS. 1997.

SCHMIDT, R. A. & WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e performance motora.** Porto Alegre, Artmed; 2001. 352 p.

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

VILAS BOAS, J. P. **Biomechanical analysis of ventral swimming starts: comparison of the grab start with two track-start techniques**. Proceedings of the IXth World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. University of Saint-Etienne. France. 2003. p. 249-253.

WELCHER, R. L.; HINRICHS, R. N.; and GEORGE, T. R. **An analysis of velocity and time characteristics of three starts in competitive swimming**. Paper presented at the XVII Congress of the International Society of Biomechanics, Calgary, Canada. 1999.

ZATSIORSKY, V.M., BULGAKOVA, N.Z., CHAPLINSKY, N.M. (1979) Biomechanical analysis of starting techniques in swimming. In: TERAUDS, J. AND BEDINGFIELD, E.W. (ed.), **Swimming III**. Baltimore: University Park Press, 1979.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – VARIÁVEIS TEMPORAIS

Tabela 1 – Valores temporais do atleta 1 que realizou saída de agarre

saída	TR	TB	TV	TS	TIN	T5M	T10M	T15M
1	0,20	0,82	0,33	1,98	3,13	1,75	4,40	7,20
2	0,17	0,88	0,33	1,82	3,03	1,75	4,33	7,23
3	0,17	0,86	0,34	1,70	2,90	1,80	4,37	7,27
4	0,22	0,87	0,33	1,63	2,83	1,73	4,23	7,10
5	0,19	0,89	0,30	1,78	2,97	1,76	4,40	7,40
6	0,14	0,77	0,30	2,00	3,07	1,67	4,27	7,20
$\bar{X}$	0,18	0,85	0,32	1,82	2,99	1,74	4,33	7,23
$s$	0,03	0,05	0,02	0,15	0,11	0,04	0,07	0,10
CV	15,13	5,41	5,35	8,16	3,72	2,42	1,61	1,37

\* TR = tempo de reação, TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, T5M = tempo em 5 metros, T10M = tempo em 10 metros, T15M = tempo em 15 metros, s = segundos.

Tabela 2 – Valores temporais do atleta 2 que realizou track start

saída	TR	TB	TV	TS	TIN	T5M	T10M	T15M
1	0,20	0,88	0,36	2,56	3,80	1,77	4,10	6,80
2	0,15	0,64	0,33	2,80	3,77	1,50	4,03	6,87
3	0,18	0,87	0,37	2,46	3,70	1,84	4,00	6,87
4	0,21	0,88	0,33	2,49	3,70	1,78	4,00	6,83
5	0,27	0,94	0,33	2,30	3,57	1,80	4,00	6,90
6	0,20	0,87	0,30	2,13	3,30	1,74	4,00	6,83
$\bar{X}$	0,20	0,85	0,34	2,46	3,64	1,74	4,02	6,85
$s$	0,04	0,10	0,03	0,23	0,18	0,12	0,04	0,04
CV	19,69	12,36	7,44	9,30	5,07	6,92	0,99	0,51

\* TR = tempo de reação, TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, T5M = tempo em 5 metros, T10M = tempo em 10 metros, T15M = tempo em 15 metros, s = segundos.

Tabela 3 – Valores temporais do atleta 3 que realizou saída de agarre

saída	TR	TB	TV	TS	TIN	T5M	T10M	T15M
1	0,27	0,70	0,34	1,99	3,03	1,57	3,97	6,77
2	0,17	0,89	0,36	1,58	2,83	1,72	3,87	6,63
3	0,16	0,89	0,36	1,52	2,77	1,72	3,93	6,70
4	0,14	0,90	0,33	1,50	2,73	1,70	3,90	6,67
5	0,14	0,86	0,34	1,60	2,80	1,63	3,87	6,53
6	0,17	0,89	0,30	1,64	2,83	1,62	3,83	6,57
$\bar{X}$	0,18	0,85	0,34	1,64	2,83	1,66	3,89	6,64
$s$	0,05	0,08	0,02	0,18	0,10	0,06	0,05	0,09
CV	27,70	9,02	6,59	10,98	3,69	3,55	1,26	1,29

\* TR = tempo de reação, TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, T5M = tempo em 5 metros, T10M = tempo em 10 metros, T15M = tempo em 15 metros, s = segundos.

Tabela 4 – Valores temporais do atleta 4 que realizou *track start*

saíd	TR	TB	TV	TS	TIN	T5M	T10M	T15M
1	0,20	0,85	0,33	3,32	4,50	1,88	4,27	7,13
2	0,19	0,88	0,40	3,02	4,30	1,95	4,50	7,20
3	0,18	0,90	0,33	2,44	3,67	1,86	4,33	7,00
4	0,28	0,34	0,33	2,96	4,17	1,88	4,40	7,23
5	0,19	0,62	0,36	2,75	3,73	1,61	4,40	7,20
6	0,17	0,86	0,40	2,57	3,83	1,89	4,37	7,23
$\bar{X}$	0,20	0,74	0,36	2,84	4,03	1,85	4,38	7,17
$s$	0,04	0,22	0,03	0,32	0,34	0,12	0,08	0,09
CV	19,69	29,91	9,57	11,32	8,39	6,36	1,78	1,25

\* TR = tempo de reação, TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, T5M = tempo em 5 metros, T10M = tempo em 10 metros, T15M = tempo em 15 metros, s = segundos.

Tabela 5 – Variáveis temporais

	TR	TB	TV	TS	TIN	T5M	T10M	T15M
$\bar{X}$	0,19	0,82	0,34	2,19	3,37	1,75	4,16	6,97
$s$	0,04	0,13	0,03	0,54	0,53	0,11	0,22	0,26
CV	20,41	15,91	8,04	24,64	15,82	6,22	5,20	3,66

\* TR = tempo de reação, TB = tempo de bloco, TV = tempo de vôo, TS = tempo submerso, TIN = tempo de início de nado, T5M = tempo em 5 metros, T10M = tempo em 10 metros, T15M = tempo em 15 metros, s = segundos.

## APÊNDICE B – VARIÁVEIS CINEMÁTICAS

Tabela 1 – Valores cinemáticos do atleta 1

saída	AS (°)	AE (°)	DV (m)	DIN (m)
1	10,83	28,64	2,99	8,11
2	11,47	28,72	3,09	8,04
3	12,17	27,81	3,02	7,87
4	10,60	27,76	3,05	7,83
5	12,98	32,70	3,03	7,98
6	10,55	28,60	2,98	8,24
$\bar{X}$	11,43	29,04	3,03	8,01
$s$	0,98	1,84	0,04	0,15
CV	8,55	6,35	1,34	1,92

\*AS = ângulo de saída, AE = ângulo de entrada, DV = distância de vôo, DIN = distância de início do nado, ° = graus, m = metros.

Tabela 2 – Valores cinemáticos do atleta 2

saída	AS (°)	AE (°)	DV (m)	DIN (m)
1	16,20	33,03	2,91	9,49
2	13,75	29,97	2,91	9,58
3	15,28	32,38	2,95	9,56
4	14,29	32,06	2,92	9,53
5	15,13	29,94	2,86	9,34
6	12,73	30,50	2,85	8,86
$\bar{X}$	14,56	31,31	2,90	9,39
$s$	1,23	1,34	0,04	0,27
CV	8,47	4,28	1,30	2,92

\*AS = ângulo de saída, AE = ângulo de entrada, DV = distância de vôo, DIN = distância de início do nado, ° = graus, m = metros.

Tabela 3 – Valores cinemáticos do atleta 3

saída	AS (°)	AE (°)	DV (m)	DIN (m)
1	16,20	33,03	2,91	8,48
2	13,75	29,97	2,91	8,18
3	15,28	32,38	2,95	8,08
4	14,29	32,06	2,92	8,15
5	15,13	29,94	2,86	8,34
6	12,73	30,50	2,85	8,26
$\bar{X}$	14,56	31,31	2,90	8,25
$s$	1,23	1,34	0,04	0,15
CV	8,47	4,28	1,30	1,79

\*AS = ângulo de saída, AE = ângulo de entrada, DV = distância de vôo, DIN = distância de início do nado, ° = graus, m = metros.

Tabela 4 – Valores cinemáticos do atleta 4

saída	AS (°)	AE (°)	DV (m)	DIN (m)
1	18,57	44,66	2,80	10,21
2	18,25	43,24	2,82	9,68
3	14,84	40,17	2,81	8,88
4	15,30	42,54	2,82	9,58
5	17,77	42,85	2,83	8,91
6	18,73	41,62	2,83	9,18
$\bar{X}$	17,24	42,51	2,82	9,41
$s$	1,72	1,52	0,01	0,52
CV	9,98	3,57	0,45	5,48

\*AS = ângulo de saída, AE = ângulo de entrada, DV = distância de vôo, DIN = distância de início do nado,  
 ° = graus, m = metros.

Tabela 5 – Valores cinemáticos

	AS (°)	AE (°)	DV (m)	DIN (m)
$\bar{X}$	14,45	33,54	2,91	8,76
$s$	2,44	5,56	0,08	0,72
CV	16,85	16,57	2,83	8,17

\*AS = ângulo de saída, AE = ângulo de entrada, DV = distância de vôo, DIN = distância de início do nado,  
 ° = graus, m = metros.

## APÊNDICE C – VARIÁVEIS DINAMOMÉTRICAS

Tabela 1 – Valores dinamométricos do atleta 1

saída	Pico Máximo Vertical (N)	Pico máximo Horizontal (N)	Força Resultante (N)
1	1,71	1,47	2,26
2	1,67	1,43	2,20
3	1,67	1,45	2,21
4	2,04	1,83	2,74
5	1,65	1,41	2,17
6	1,69	1,59	2,32
$\bar{X}$	1,74	1,53	2,32
$s$	0,15	0,16	0,21
CV	8,51	10,36	9,15

\*N = newtons.

Tabela 2 – Valores dinamométricos do atleta 2

saída	Pico máx. V	Pico máx. H	Resultante
1	1,41	1,04	1,75
2	1,39	1,10	1,77
3	1,40	1,08	1,77
4	1,36	1,12	1,76
5	1,33	1,10	1,73
6	1,32	1,05	1,69
$\bar{X}$	1,37	1,08	1,74
$s$	0,04	0,03	0,03
CV	2,71	2,61	1,85

\*N = newtons.

Tabela 3 – Valores dinamométricos do atleta 3

saída	Pico máx. V	Pico máx. H	Resultante
1	2,13	1,40	2,55
2	2,17	1,52	2,65
3	2,16	1,54	2,65
4	2,14	1,51	2,62
5	2,04	1,56	2,57
6	2,20	1,56	2,70
$\bar{X}$	2,14	1,51	2,62
$s$	0,05	0,06	0,06
CV	2,51	3,99	2,10

\*N = newtons.

Tabela 4 – Valores dinamométricos do atleta 4

saída	Pico máx. V	Pico máx. H	Resultante
1	1,51	1,14	1,89
2	1,83	1,19	2,19
3	1,65	1,24	2,06
4	1,62	1,24	2,04
5	1,15	0,72	1,35
6	1,69	1,18	2,07
$\bar{X}$	1,58	1,12	1,93
$s$	0,23	0,20	0,30
CV	14,86	17,93	15,48

\*N = newtons.

Tabela 5 – Valores dinamométricos

	Pico máx. V	Pico máx. H	Resultante
$\bar{X}$	1,71	1,31	2,15
$s$	0,32	0,25	0,39
CV	18,66	18,96	18,03

\*N = newtons.

APÊNDICE D – GRÁFICOS DAS MÉDIAS ACUMULADAS

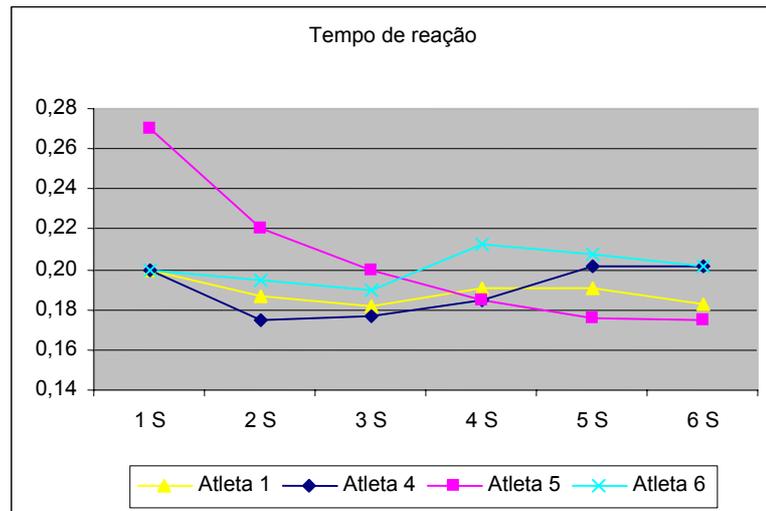


Figura 1 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo de reação

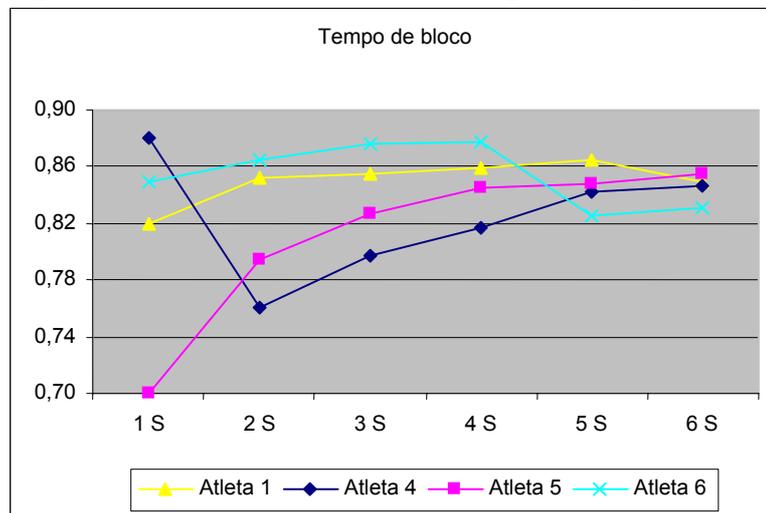


Figura 2 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo de bloco

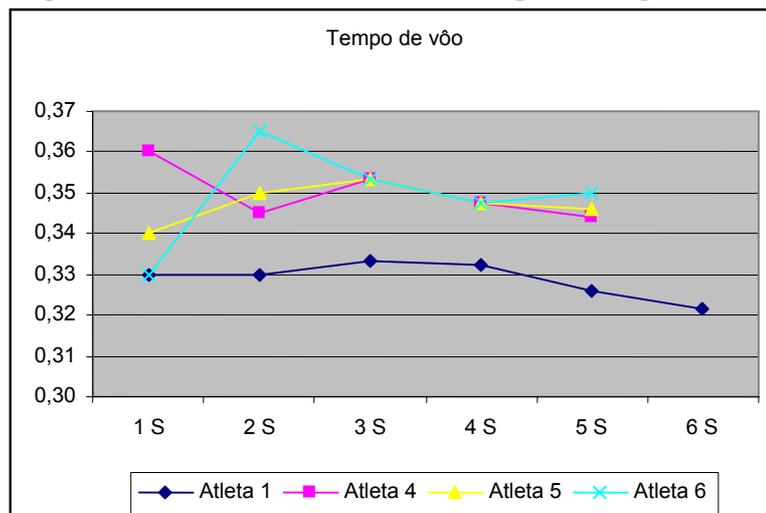


Figura 3 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo de voo

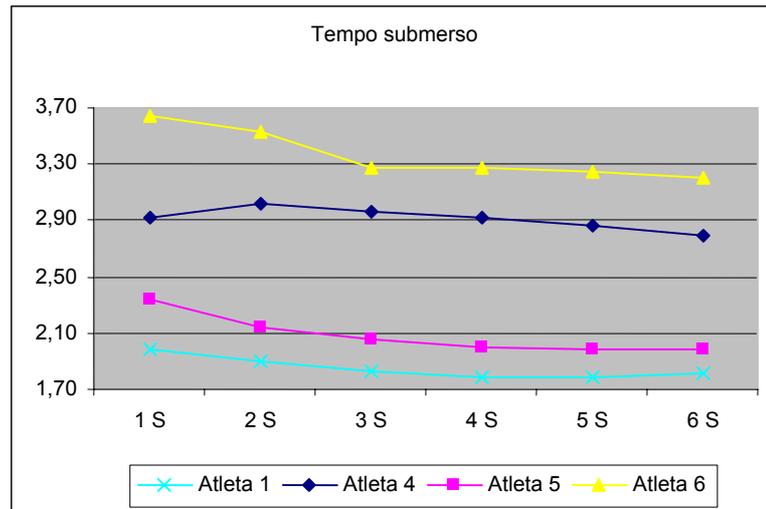


Figura 4 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo submerso

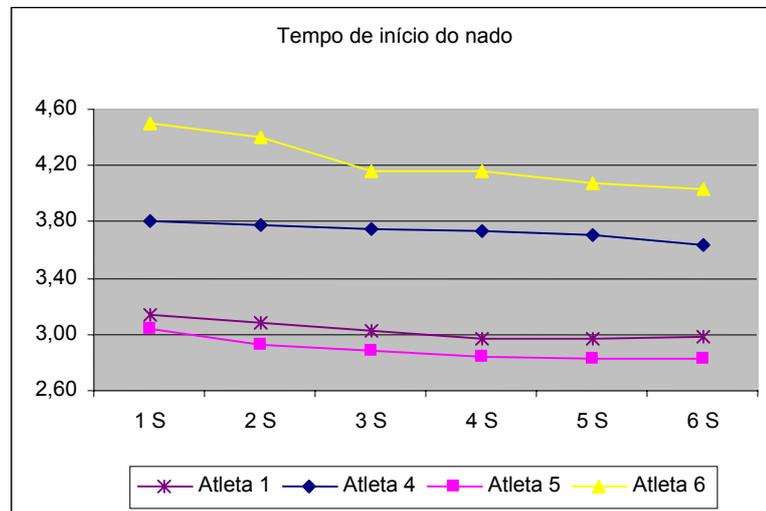


Figura 5 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo de início de nado

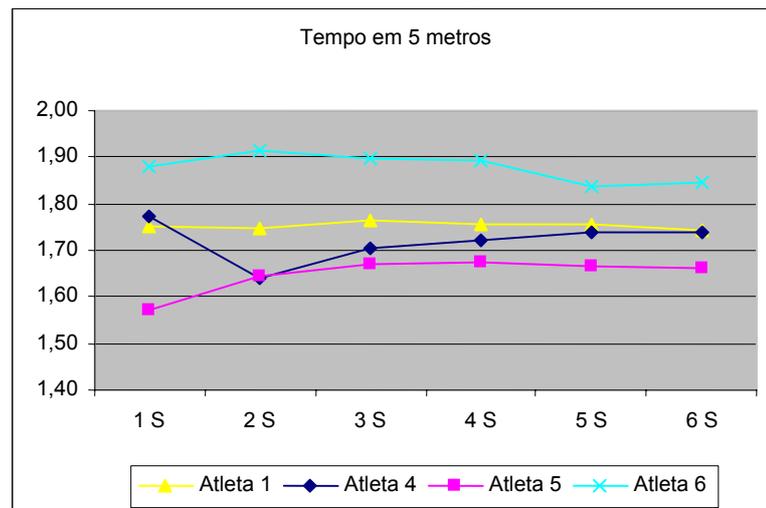


Figura 6 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo em 5 metros

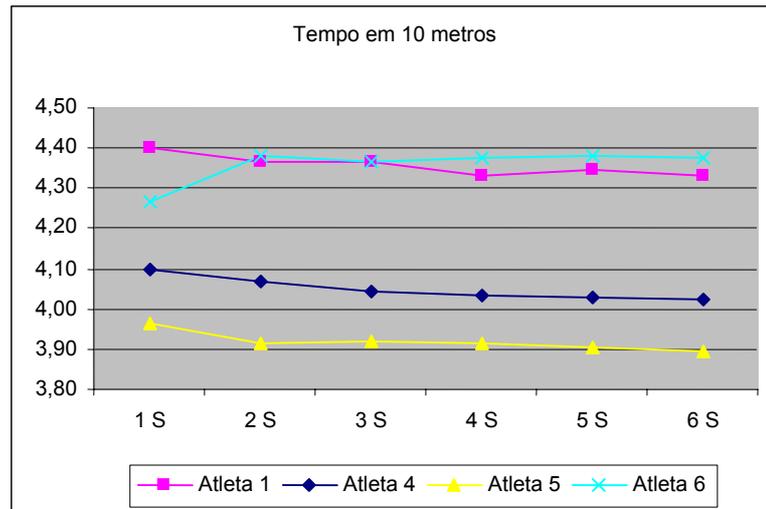


Figura 7 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo em 10 metros

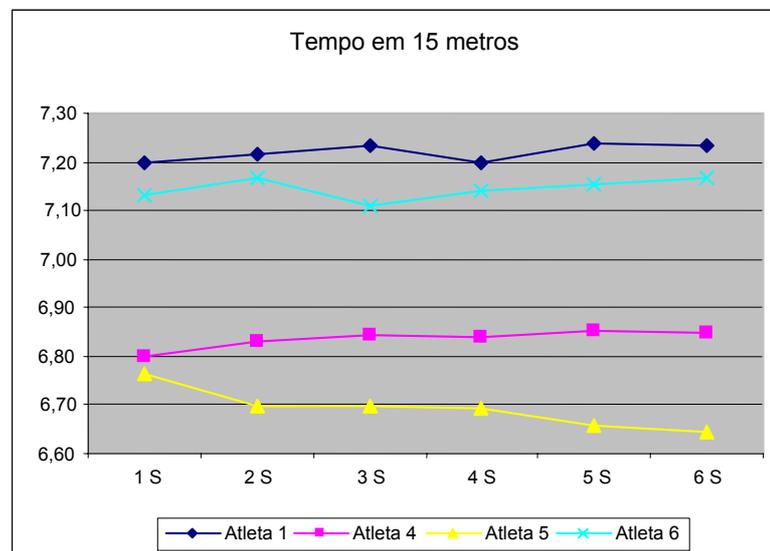


Figura 8 – Gráfico das médias acumuladas para o tempo em 15 metros

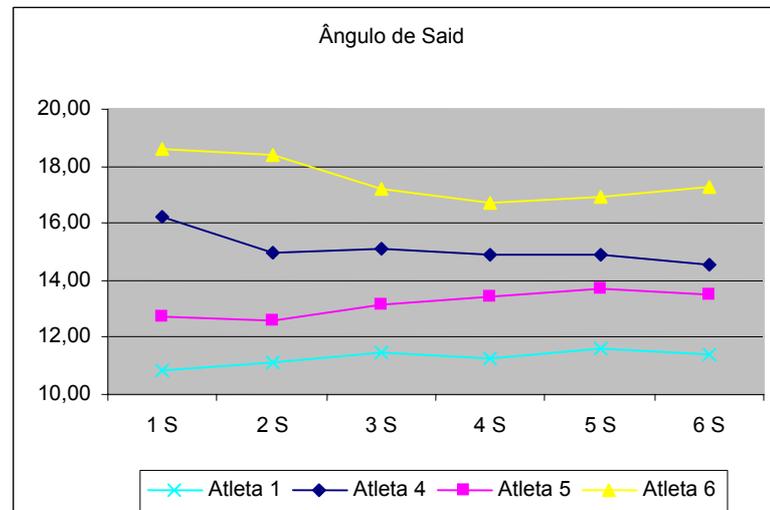
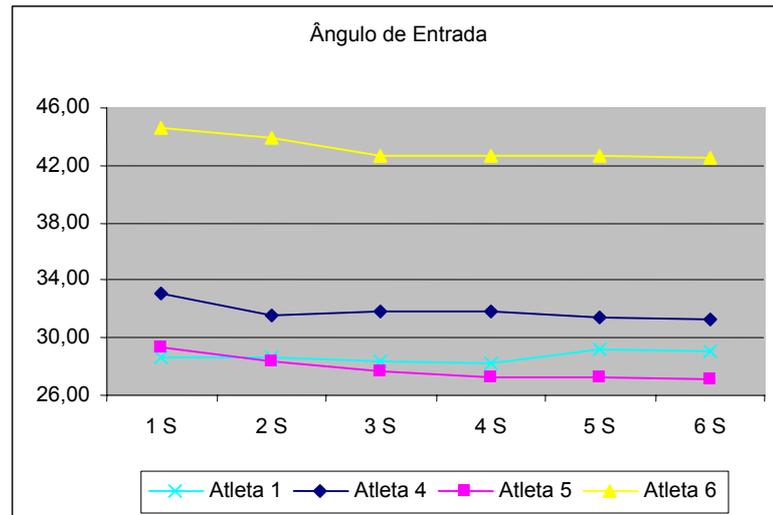
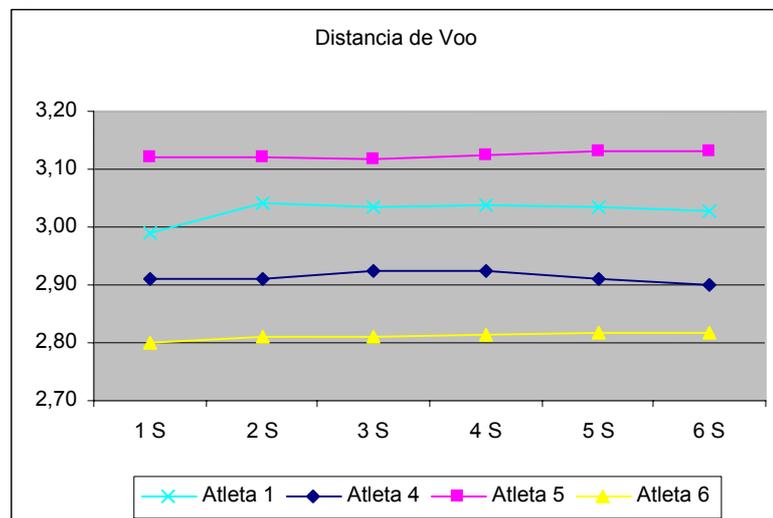


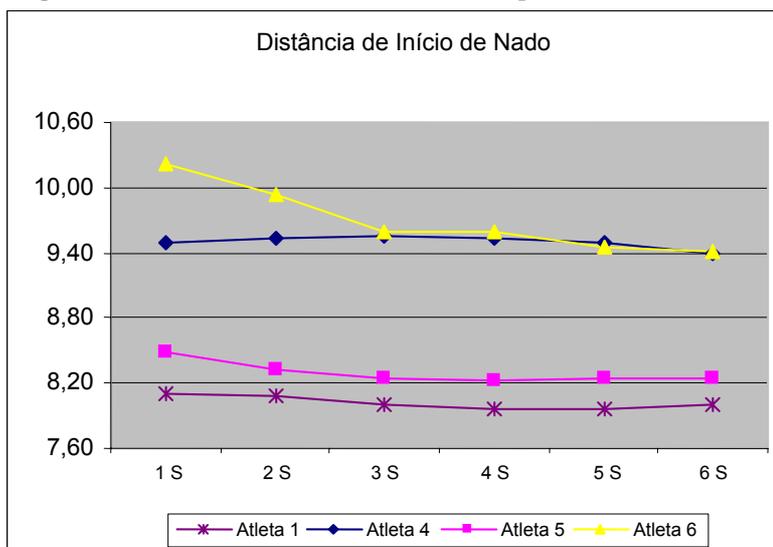
Figura 9 – Gráfico das médias acumuladas para o ângulo de saída



**Figura 10 – Gráfico das médias acumuladas para o ângulo de entrada**



**Figura11 – Gráfico das médias acumuladas para a distância de vôo**



**Figura 12 – Gráfico das médias acumuladas para o início de nado**

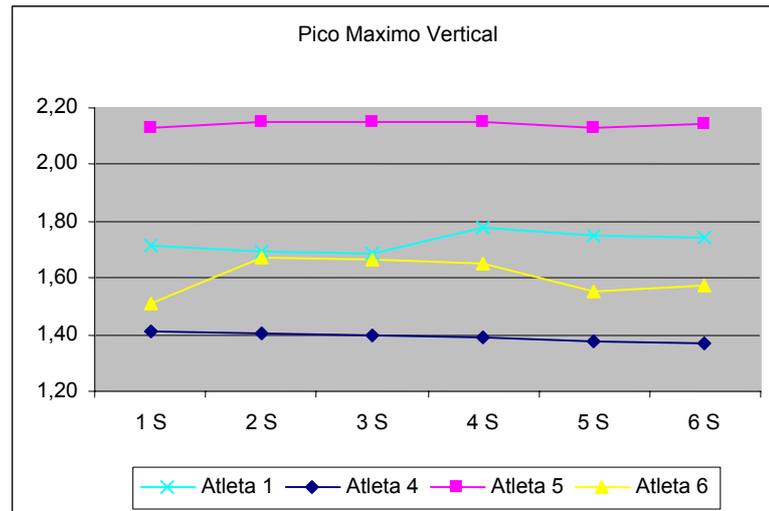


Figura 13 – Gráfico das médias acumuladas para o pico máximo vertical

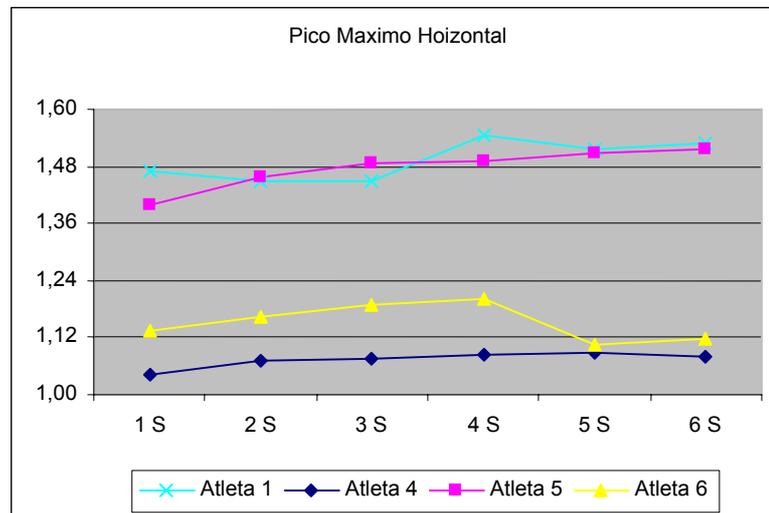


Figura 14 – Gráfico das médias acumuladas para o pico máximo horizontal

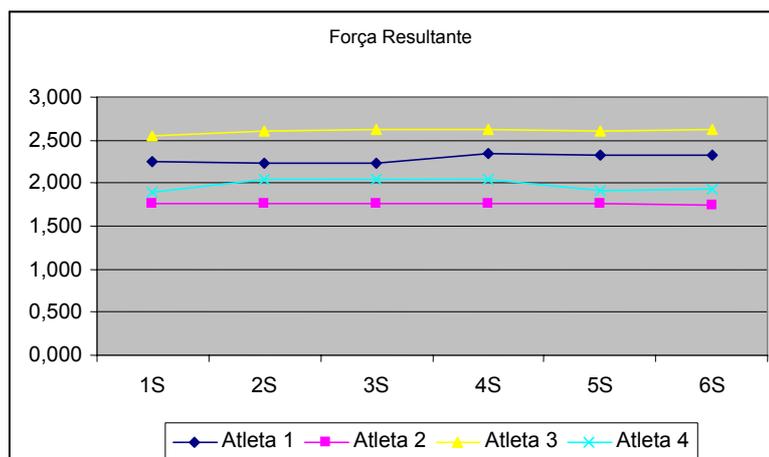


Figura 15 – Gráfico das médias acumuladas para a força resultante

APÊNDICE E – ESTUDO PILOTO

## “DETERMINAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS BIOMECÂNICOS DA SAÍDA NO NADO CRAWL”

### 1.1 LOCAL

O estudo piloto aconteceu nas instalações da piscina e Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática, do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos - CEFID, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

### 1.2 SUJEITOS

Participaram do estudo piloto dois nadadores de provas de nado Livre, executantes do nado Crawl, federados junto a Federação Aquática de Santa Catarina, sendo identificados como nadador 1 (N1) e nadador 2 (N2).

Quadro 1: apresenta as características individuais de cada nadador

<b>Características</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>
Idade (anos)	20	22
Sexo	Masc.	Fem.
Estatura (m)	1,80	1,77
Peso (N)	620,88	566,39
Categoria	Sênior	Sênior

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 OBJETIVO GERAL:

Investigar a viabilidade e identificar as necessidades para a realização desta pesquisa além de familiarizar os pesquisadores com os equipamentos, com o local da coleta e otimizar a execução dos procedimentos de coleta de dados.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- definir e testar o posicionamento das câmeras de vídeo para a obtenção das variáveis cinemáticas;
- testar a qualidade das imagens subaquáticas para a identificação da marcação dos pontos antropométricos;
- testar os marcadores dos pontos antropométricos;
- testar os procedimentos de Coleta de Dados;
- familiarizar os pesquisadores com a rotina e os procedimentos de coleta de dados.

## 1.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Foram utilizadas duas plataformas de força extensométricas ROESLER (1997), de dimensões 500 x 500 mm, com sensibilidade de 2 N, frequência natural de aquisição de 60 Hz e com erro menor que 1%, e um dispositivo eletrônico desenvolvido especificamente para utilização neste tipo de trabalho, com finalidade de gerar simultaneamente o sinal sonoro de partida e de sincronismo com a dinamometria, a plataforma, assim como o sincronizador de sinal, foi acoplada a uma placa condicionadora de sinal e esta a uma placa conversora analógico/digital instalada no computador usado para a coleta. Somente as componentes vertical ( $F_y$ ) e horizontal ( $F_x$ ) proveniente da plataforma de força foram utilizadas, servindo como referência sobre a movimentação do atleta sobre a mesma.

Como a profundidade nas cabeceiras da piscina é baixa (1,20m) para a execução das saídas com segurança, o local da coleta foi preparado para que a mesma ocorresse na parte central da piscina, que é mais funda com 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-se as faixas pretas originais e colocando-se uma outra faixa no sentido transversal, 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 e competições. A plataforma foi fixada no lado direito da borda da piscina em relação aos blocos de partida originais, em um suporte com o objetivo de deixá-la idêntica a um bloco de partida a uma

altura de 0,50 (m) da água com uma inclinação de 10° graus em relação a horizontal.

A calibração da plataforma foi feita um dia antes e no dia da coleta de dados, obtendo-se o coeficiente de calibração. Como conversor A/D foi usado o CIO-DAS-16Jr com capacidade para 16 canais e limite máximo de 60 KHz. Foram usados quatro canais, para medir as componentes de força vertical ( $f_y$ ) e horizontal ( $F_x$ ), para o tempo em 15 metros (segunda plataforma) e para o sincronizador de sinal. A taxa de aquisição em cada canal foi de 800 pontos/segundo. 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 força peso dos nadadores foi medida diretamente pela plataforma de força. A plataforma foi acoplada a um suporte para sua fixação ao piso no lado direito da piscina.

Na aquisição dos dados cinemáticos foi utilizada uma câmera de vídeo do tipo Super VHS, com frequência de aquisição de 30Hz e fita de vídeo S-VHS, colocada a 13,9m do centro da piscina, na borda a esquerda em relação aos nadadores. O foco da câmera forneceu um campo que incluiu o nadador sobre o bloco de partida, o led do sincronizador de sinal e mais 4m adiante da borda onde estava o nadador.

Foram usados marcadores nos pontos antropométricos pré-determinados confeccionados com fita *Super Tape*, apropriada para ser utilizada dentro da água, nas cores vermelha e preta. Os dados adquiridos foram analisados pelo sistema Peak Motus versão 4.03.

Os pesquisadores chegaram ao local de coleta com três 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 local antes da chegada dos nadadores.

Ao chegarem ao local de coleta os nadadores receberam explicação completa de todas as etapas da pesquisa, de forma a não deixar dúvidas sobre o modo que deveriam proceder. 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 nadadores foram marcados nos pontos antropométricos.

Após um período de aproximadamente 15 minutos destinado ao aquecimento

e à execução de algumas saídas do bloco de partida visando adaptação dos atletas ao local e ao instrumento, os atletas realizaram uma série de seis saídas, com dois minutos de intervalo passivo entre cada saída. Para a execução das saídas os atletas foram orientados a obedecer aos comandos, que foram dados por um árbitro oficial da CBDA, de forma idêntica a de uma competição.

A coleta de dados obedeceu ao seguinte procedimento:

- determinar data da coleta;
- agendar e reservar a piscina do CEFID/UFES;
- calibrar as plataformas de força subaquáticas;
- verificar o funcionamento do sistema de aquisição de dados;
- verificar o funcionamento do sistema de vedação da plataforma;
- posicionar as plataformas de força subaquática;
- posicionar as câmeras de vídeo;
- verificar o funcionamento do sistema de sincronizador de sinal;
- posicionar o sincronizador de sinal;
- remarcar as raias no fundo da piscina;
- posicionar o calibrador;
- receber e preparar os nadadores;
- aquecimento e adaptação dos nadadores;
- coleta de dados.

### **Coleta de dados**

\*15 minutos de aquecimento

\* série única: 6 tiros de 15m – 2 minutos de intervalo entre cada tiro

\* 10 minutos de desaquecimento

## **1.5 RESULTADOS**

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

- a qualidade das imagens é satisfatória para a identificação da marcação dos pontos antropométricos

- os marcadores de pontos antropométricos poderão ser utilizados na coleta de dados oficial;
- o procedimento de coleta de dados poderá ser usado na coleta de dados oficial, alterando-se o número de execuções e de séries, de acordo com os objetivos e com a estatística a ser utilizada;
- o sistema utilizado para a obtenção das variáveis dinâmicas e o tempo nos 15 metros foi eficiente, apresentando os seguintes resultados:

TABELA 1: apresenta os valores das variáveis pico de força vertical, pico de força horizontal e tempo nos 15 metros.

<i>Nadador / execução</i>	<i>Pico de força vertical [N/N]</i>	<i>Pico de força horizontal [N/N]</i>	<i>Tempo em 15 metros (s)</i>
N1/ 1	1,931	1,231	5,890
N1/ 2	2,048	1,230	5,850
N1/ 3	2,089	1,204	5,890
N1/ 4	2,062	1,220	5,856
N1/ 5	2,050	1,215	5,895
N1/ 6	2,015	1,200	5,898
N2/ 1	1,188	0,589	6,720
N2/ 2	1,208	0,626	6,780
N2/ 3	1,205	0,625	6,840
N2/ 4	1,201	0,618	6,820
N2/ 5	1,181	0,610	6,836
N2/ 6	1,193	0,595	6,844

TABELA 2: apresenta os valores das variáveis impulso vertical e impulso horizontal.

<i>Nadador / execução</i>	<i>Impulso vertical [N.s/N]</i>	<i>Impulso horizontal [N.s/N]</i>
N1/ 1	1,131	0,897
N1/ 2	1,106	0,891
N1/ 3	1,088	0,899
N1/ 4	1,100	0,893
N1/ 5	1,091	0,890
N1/ 6	1,082	0,886
N2/ 1	0,849	0,764
N2/ 2	0,835	0,749
N2/ 3	0,857	0,766
N2/ 4	0,840	0,754
N2/ 5	0,833	0,744
N2/ 6	0,830	0,741

-o sistema de cinemetria utilizado com uma câmera de vídeo deverá ser melhorado adicionando-se duas câmeras para obtenção do tempo em duas outras distâncias diferentes dos 15 metros, que é obtido através da dinamometria, isto para que se possa estabelecer uma comparação e decidir pelo procedimento mais adequado.

-também se identificou como necessária a inclusão no trabalho de uma revisão bibliográfica sobre fisiologia do esforço, no que diz respeito a tempos de recuperação das fontes energéticas em exercícios predominantemente anaeróbios aláticos, isto se faz necessário para a correta escolha do intervalo entre séries e execuções.

Através da realização deste estudo piloto foi possível identificar algumas das necessidades para a realização desta pesquisa e constatar sua viabilidade.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFID



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM  
SERES HUMANOS - CEP**

**FORMULÁRIO RELATO/PARECER DO PROJETO**

Título do Projeto	
<i>"ANÁLISE BIOMECÂNICA NA NATAÇÃO"</i>	
Relator	Referência No. Origem
Nomes dos Pesquisadores	
Helio Roesler, Suzana Matheus Pereira, Luciana Gassenferth Araujo, Caroline Ruschel, Marcel Hubert, Roberta Gabriela Oliveira Gatti e Leonardo Marmitt Dos Santos.	

**PROTOCOLO**

1. Objetivo(s) do Estudo	
<i>AVALIAR EFEITOS DE MÉTODOS DE MEDIDA BIOMECÂNICOS AS SAÍDAS TÉCNICA DE NAÇÃO EM NATAÇÃO</i>	
2. Material e Método	<input checked="" type="checkbox"/> Adequados <input type="checkbox"/> Inadequados <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Incompleto
3. Número de Indivíduos e Método de Seleção	<input type="checkbox"/> Adequados <input type="checkbox"/> Inadequados <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Incompleto
4. Medidas a Serem Obtidas	<input checked="" type="checkbox"/> Adequadas <input type="checkbox"/> Inadequadas <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Incompleto
5. Forma de Armazenamento e Avaliação dos Dados - Confidencialidade	<input checked="" type="checkbox"/> Adequadas <input type="checkbox"/> Inadequadas <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Incompletas
6. Tempo de Duração do Estudo	<input checked="" type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Inadequado <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Incompleto
7. Relação Risco-benefício	<input checked="" type="checkbox"/> Adequada <input type="checkbox"/> Inadequada <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/> Incompleto
8. Procedimentos de Desconforto e Distresse	<input checked="" type="checkbox"/> Adequados <input type="checkbox"/> Inadequados <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Incompleto
9. Grau de Risco	<input checked="" type="checkbox"/> Adequado <input type="checkbox"/> Inadequado <input type="checkbox"/> Ausente
10. Compensação/Arranjos Financeiros	<input type="checkbox"/> Adequados <input type="checkbox"/> Inadequados <input type="checkbox"/> Ausentes <input checked="" type="checkbox"/> Não se aplica
11. Indenização	<input type="checkbox"/> Adequada <input type="checkbox"/> Inadequada <input type="checkbox"/> Ausente <input checked="" type="checkbox"/> Não se Aplica



ANEXO B – CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFID



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Titulo do Projeto: "ANÁLISE BIOMECÂNICA NA NATAÇÃO"

<p>Gostaria de obter todas as informações sobre este estudo:</p> <p>a- Tempo que terei de ficar disponível;</p> <p>b- quantas sessões serão necessárias (com dia e horário previamente marcados);</p> <p>c- detalhes sobre todos os procedimentos (testes, tratamentos, exercícios, etc.);</p> <p>d- local onde será realizado;</p> <p>e- equipamentos ou instrumentos que serão utilizados;</p> <p>f- se preciso vestir alguma roupa ou sapato apropriado;</p> <p>e quaisquer outras informações sobre o procedimento do estudo a ser realizado em mim.</p>	<p>Trata-se de um estudo descritivo das saídas, viradas e da técnica de nado na Natação a realizar-se nas instalações da piscina e Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do CEFID/UDESC. Você, nadador integrante de uma equipe nacional, será o sujeito da amostra, independentemente de seu nível e/ou categoria.</p> <p>Para as análises de saídas e viradas serão utilizadas plataformas de força subaquáticas de ROESLER (1997), devidamente adaptadas e instrumentadas como bloco de partida e borda de virada. Simultaneamente, serão utilizadas câmeras de video VHS e MiniDV, posicionadas de forma a permitir visões lateral e superior na análise de saídas e visões subaquáticas lateral e inferior nas análises de viradas. Será utilizado um sincronizador para os sinais de dinamometria e de cinemetria. Na análise da técnica de nado, será realizada cinemetria com a utilização de câmeras VHS e MiniDV, que possibilitem visões lateral e frontal, tanto da fase aérea quanto da fase subaquática do nado. Para facilitar a visualização de variáveis de cinemetria, você será marcado com marcadores especiais em pontos anatômicos de seu corpo.</p> <p>Cada equipe terá dados coletados em dois dias, com horários e datas a definir conforme disponibilidade do treinador e nadadores.</p>
<p>Quais as medidas a serem obtidas?</p>	<p>Serão investigadas as seguintes variáveis:</p> <p><b>Análise das saídas:</b> tempo (de reação, de impulso e de bloco); força (vertical e horizontal); impulso (vertical, horizontal e resultante); ângulo (de saída do bloco e de entrada na água); e distância de voo.</p>



	<p><b>Análise das viradas:</b> tempo (total de virada e de contato com a borda), pico máximo de força e ângulo de flexão do joelho</p> <p><b>Análise da técnica de nado:</b> variáveis qualitativas relativas à execução dos movimentos.</p>
Quais os riscos e desconforto que podem ocorrer?	Os desconfortos poderão surgir com a colocação dos marcadores especiais em algumas regiões específicas do corpo.
Quais os meus benefícios e vantagens em fazer parte deste estudo?	Os resultados obtidos neste estudo fornecerão a você e a seu treinador detalhes técnicos das saídas, viradas e de seu nado, bem como a influência dos mesmos sobre sua performance numa prova de natação. Assim, posteriormente às análises, seu programa de treinamento terá maior especificidade em busca de melhores resultados.
Quais as pessoas que estarão me acompanhando durante os procedimentos práticos deste estudo?	Os membros pesquisadores, seu técnico e seus colegas de equipe.
Este estudo envolve tirar fotos ou filmar a minha pessoa?	Sim. Serão realizadas filmagens durante as coletas, sem que você seja identificado, a menos que você autorize tal procedimento por escrito.
Existe algum questionário que preciso preencher? Sou obrigado a responder a todas as perguntas?	Sim. Será necessário que você responda algumas perguntas referentes a sua trajetória enquanto nadador, como tempo de prática, principais resultados, etc.
Qual a maneira de se manter sob sigilo as minhas fotos, videos, questionários ou qualquer outro dado a meu respeito?	Todo este material ficará sob guarda de um pesquisador designado para esta tarefa, garantindo sigilo caso não haja autorização para revelar o material.
PESSOA PARA CONTATO (pesquisador responsável)	<p>Prof<sup>o</sup> Ms. SUZANA MATHEUS PEREIRA          Rua Pascoal Simone, 358, Coqueiros.          CEP. 88080-350  <a href="mailto:d2smp@yahoo.com.br">d2smp@yahoo.com.br</a>          48 – 244 2324 r/247</p>



### 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 C – VÍDEOS E GRAVAÇÕES



## 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 mesmos.

Nome do paciente/indivíduo: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome dos pais ou responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Se o indivíduo é menor de 18 anos de idade, ou é incapaz, por qualquer razão de assinar, o Consentimento deve ser obtido e assinado por um dos pais ou representante legal.

Equipe de pesquisadores:

HELIO ROESLER

SUZANA MATHEUS PEREIRA

LUCIANA GASSENFERTH ARAUJO

CAROLINE RUSCHEL

MARCEL HUBERT

ROBERTA GABRIELA OLIVEIRA GATTI

LEONARDO MARMITT DOS SANTOS

Data e Local onde será realizado o projeto: **Florianópolis, julho de 2004.**

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)