

**ROBERTO MELO DE LEMOS**

**ATLETAS DE IRONMAN APRESENTAM VARIAÇÃO DE PESO  
SIGNIFICATIVA ANTES DA PROVA**

**FLORIANÓPOLIS**

**2007**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA-UDESC  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS – CEFID  
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO  
LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO- LADEHU**

**ROBERTO MELO DE LEMOS**

**ATLETAS DE IRONMAN APRESENTAM VARIAÇÃO DE PESO  
SIGNIFICATIVA ANTES DA PROVA**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Pós-Graduação em Ciências do  
Movimento Humano, da Universidade do  
Estado de Santa Catarina, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Mestre

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco Rosa Neto

**FLORIANÓPOLIS, SC**

**2007**

**ROBERTO MELO DE LEMOS**

**ATLETAS DE IRONMAN APRESENTAM VARIAÇÃO DE PESO  
SIGNIFICATIVA ANTES DA PROVA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no curso de Ciências do Movimento Humano – sub-área de Fisiologia do Exercício, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

**Banca examinadora:**

---

**Prof. Dr. Francisco da Rosa Neto - Orientador  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC**

---

**Prof. Dr. Magnus Benetti - Membro  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC**

---

**Prof. Dr. Luis Guilherme Guglielmo- Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC**

---

**Prof. Dr. Tales de Carvalho - Membro  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC**

**Florianópolis, 13 de fevereiro de 2008**

Dedico este trabalho a todos os atletas que buscam no esporte não só a saúde e o bem estar. Buscam realizar o um sonho de conquista simples como completar uma prova de triathlon, mas na realidade grandioso pelo esforço e dedicação dispensado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha companheira Juliana pela dedicação, paciência e o indispensável amor incondicional. Sem o seu carinho, com certeza nenhum esforço seria justificado. Meu amor por você é infinito e sincero.

Ao meu orientador Professor Francisco que soube dar mais do que receber e me ensinou a mais importante das lições: A humildade. Seu conhecimento e paciência tornaram possível a realização deste e muitos outros feitos da minha vida acadêmica.

Ao meu co-orientador Professor Tales que incentivou e criou em mim a confiança necessária para que eu pudesse na pesquisa de campo. Você é realmente admirável.

A todos integrantes da Banca de qualificação e dissertação além dos já citados acima o professor Magnus que prontamente aceitou o meu convite e colaborou com muita objetividade e sinceridade. O professor Luis Guilherme que também aceitou do bom grado o convite para compor a banca e sempre manifestou interesse na pesquisa do nosso grupo.

A minha Mãe que além de me amar soube também me motivar a seguir sempre o meu sonho priorizando sempre a minha felicidade e os valores éticos.

Aos meus sogros que me mostraram através de atitudes como os valores humanos são importantes e como vale à pena segui-los. Vocês são exemplos para mim.

Aos meus colegas de curso e professores, em especial o Dr. Lourenço que sempre esteve do meu lado ajudando e motivando na minha vida acadêmica e pessoal.

Aos atletas que participaram da pesquisa e aqueles que eu tenho o prazer de dividir os meus ensinamentos e também aprender.

Aos organizadores do Ironman Brasil em especial o Carlos Galvão, Mauro Tonon e Naida Freitas, por permitir e incentivar as pesquisas dentro do evento.

Não basta que seja pura e justa a nossa causa. A pureza e a justiça devem estar dentro de nós.

**Agostinho Neto**

LEMOS, Roberto Melo de. Atletas de Ironman apresentam variação de peso significativa antes da prova. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desporto, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007

## **RESUMO**

O triathlon Ironman consiste em percorrer 3,8 km de natação, 180 km de ciclismo, seguidos de 42,2 km de corrida, com duração média de doze horas. A exposição prolongada aos fatores ambientais, dos quais o calor e a umidade trazem mais dificuldade para a manutenção do equilíbrio térmico, leva a uma substancial perda hídrica pelo suor, com taxas variando de 1 a 2 L/h. Portanto, é importante estimar estas perdas para prover estratégias corretas para organizadores e atletas quanto ao consumo de líquidos e eletrólitos durante a prova. A pesagem antes e após a prova tem sido o método mais aplicável para avaliar estas perdas hídricas. É importante observar, porém, que nem toda perda de peso no triathlon de longa duração reflete a verdade sobre a perda de líquidos. Alguns autores sugerem que a perda de peso absoluta durante uma prova de endurance superestima a perda líquida. De fato, 1 a 2 kg parecem ser perdidos de outras fontes que não fluidos, incluindo metabolismo da gordura e reservas de carboidrato e liberação de água intracelular associada ao glicogênio armazenado. O objetivo deste estudo é descrever as alterações hídricas e eletrolíticas encontradas em atletas no Ironman Brasil em Florianópolis no ano de 2006 e a possível correção destes valores. Com este intuito 26 atletas foram pesados 15,7 e 2 dias antes da prova, imediatamente antes e após a realização da mesma. Também foi feita avaliação da composição corporal através de dobras cutâneas 7 e 2 dias antes da prova. A análise de eletrólitos (Na e K) sanguíneos foi feita antes e após o evento. A variação positiva de peso ocorrida nos dias que antecederam a prova foi significativa nas 48 horas que



antecederam a largada ( $t = -8,00$ ) com um ganho médio de peso de 1,180 kg. O peso médio perdido pelo grupo foi de 3,023 kg que representa uma média de 4,23%. A concentração de Na aumentou na média 2,416 mEq (1,73%). Os valores médios de K de 4,7 mEq/l antes da prova e 4,49 mEq/l após a prova não obtiveram variação significativa. Os resultados mostraram que ao se aplicar o fator de correção o percentual de sujeitos que estariam desidratados baixou consideravelmente de 88,4 % para 46,15% sendo que destes nenhum com desidratação séria contra 7 ou 26,26 % assim classificados sem a correção. Houve correlação fraca entre o a concentração de Na final de a variação de peso ( $r = 0,263$ ) e  $p = 0,195$ . Concluiu-se que houve uma variação positiva no peso pré-prova. Isto evidenciou o acúmulo de glicogênio e água estocados no músculo. Desta maneira, esse peso extra não contribui para a avaliação da desidratação durante a prova.

---

Palavras – chave: Desidratação. Ironman. Triathlon.

LEMOS, Roberto Melo de. Ironman athletes show significantly weight changes before the competition. 61 p. Thesis (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desporto, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007

### **ABSTRACT**

The Ironman Triathlon consists in 3,8km of swimming, 180 km of cycling followed by 42,2 km of running, lasting an average of 12 hours. The extended exposition to the environmental factors, which the heat and humidity add more difficulty to the maintenance of the thermal equilibrium, brings a considerable dehydration by sweating. These values vary from 1 to 2 L/h. Therefore, it is important to estimate these losses in order to provide proper strategies to the races organizers and athletes themselves, as for the consumption of liquids and electrolytes during the race. The weighting before and after the race has been the method more useful to evaluate these hydric losses. However, it is important to note that not all the weight loss during an ultradistance triathlon reflects a truth fluid deficit. Some authors have suggested that absolute weight loss during an endurance race overestimates the actual fluid deficit. Indeed, 1 to 2 kg is likely to be lost from sources other than fluid, including the fat metabolism and carbohydrate reserves and intracellular water release associated with stored glycogen. The aim of this study is to describe the eletrolitic and hydric alteration found in athletes competing in the Ironman Brasil, held in Florianópolis, SC, Brasil, in the year of 2006 and the potential correction at these values. Data were collected with 26 athletes, which were weighted 15 days, 7 days and 2 days before the race, immediately before and after the race. It was also evaluated the body composition using skinfold technique 7 and 2 days before the race. The serum electrolytes analyses (Na and K) was done before and after the event. The positive weight variation at the days before the race was statistically

significant at the 48 hours before the race start ( $t = -8,00$ ) with an average of weight increase of 1,180 kg. The average weight loss by the sample group was of 3,023 kg, which represents an average of 4,23%. The Na concentration increased an average of 2,416 mEq (1,73%). The average values of K of 4,7 mEq/l before the race, and 4,49 mEq/l after the race, were not statistically significant. The results show that when the correction factor was applied, the percentage of subjects that were dehydrated, dropped considerable from 88,4 % to 46,15%. But none of these with a serious dehydration. This, against 7 or 26,26 % qualified as that, without the correction factor. There was a weak correlation between the final Na concentration and the weight loss ( $r = 0,263$ ) and  $p = 0,195$ . It is concluded that there was a positive variation at the weight before the race. This evidence the glycogen and water stored at the muscle. Therefore, this extra weight does not contribute to the dehydration during the race.

---

Key- words: Dehydration. Ironman. Triathlon.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índices de estado de hidratação.....	18
Tabela 2. Calculo de peso perdido durante exercício não requerendo reposição....	28
Tabela 3 – Valores de referência para eletrólitos.....	40
Tabela 4. Estatísticas descritivas dos dados utilizados na análise.....	43
Tabela 5 – Diferença de peso dos atletas de entre 15 e 7 dias antes da Competição.....	44
Tabela 6 – Diferença de peso dos atletas de entre 7 e 2 dias antes da competição.....	44
Tabela 7 – Diferença de peso dos atletas de entre 2 dias e pré competição.....	45
Tabela 8 – Diferença de peso dos atletas de entre pré e pós competição.....	46
Tabela 9 – Diferença de Sódio dos atletas pré e pós competição.....	47
Tabela 10 – Diferença de K dos atletas de entre pré e pós competição.....	48
Tabela 11 – Diferença da distribuição em graus de hidratação com e sem fator de correção.....	49

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	14
1.2 OBJETIVOS.....	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 HIPÓTESES .....	19
1.4 DEFINIÇÕES DE TERMOS .....	19
1.4.1 Triathlon.....	19
1.4.2 Sódio.....	20
1.4.3 Potássio.....	20
1.4.4 Hiponatremia .....	20
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1 Equilíbrio hídrico no exercício .....	21
2.2 Avaliação da hidratação em atletas .....	29
2.2.1 Água corporal total.....	30
2.2.2 Osmolaridade Plasmática.....	30
2.2.3 Concentração urinária.....	31
2.2.4 Massa Corporal.....	31
2.2.5 Bioimpedância.....	32
2.2.6 Saliva e sintomas.....	32
<b>3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>33</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	33
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	33
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	34
3.3.1 Avaliação Antropométrica.....	34
3.3.2 Avaliação Laboratorial .....	37
3.3.3 Tratamento dos Dados .....	39
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>
Anexo I – Termo de Consentimento .....	58
<b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP</b> .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O Triathlon de longa duração consiste em 3,8km de natação, 180km de ciclismo, seguidos de 42,2km de corrida, com duração média de doze horas. Estes eventos também chamados de Ironman surgiram no final década de 70 nos Estados Unidos e atualmente ocorrem nos cinco continentes, sendo que aproximadamente 50.000 competidores com idades entre 18 e 80 anos tentam superar limites, seja tentando baixar o seu tempo pessoal ou apenas completando a prova dentro do tempo limite de 17 horas.

No Brasil a prova é realizada em Florianópolis, Santa Catarina, desde 2001. Em 2007 o Ironman Brasil foi realizado com aproximadamente 1200 competidores de 37 países diferentes. Estes competidores treinam em média 18 a 24 horas por semana, sendo 11,5 km de natação, 360 km de ciclismo e 72 km de corrida (O'TOOLE, 1989; GULBIN e GAFFNEY, 1999).

O fator determinante para o sucesso neste esporte é a habilidade em sustentar altos níveis de energia por prolongados períodos de tempo (O'TOOLE e DOUGLAS, 1995). Entre os principais fatores que afetam a performance estão: o fornecimento de combustíveis e fluidos de acordo com o finito esvaziamento gástrico, bem como o desequilíbrio hidroeletrolítico (LAURSEN e Rhodes, 2001; JEUKENDRUP ET AL, 2005). A exposição prolongada aos fatores ambientais, em que o calor e a umidade trazem mais dificuldade em manter o equilíbrio térmico, leva a uma perda hídrica pelo suor substancial, com taxas variando de 1 a 2 L/h (SAWKA E MOUNTAIN, 2000). Se considerarmos o tempo médio de 12 horas de prova, o

atleta pode totalizar 12 litros ou mais de perdas pelo suor no final da prova. Além desta perda considerável de água pela transpiração ocorre também a perda de eletrólitos, dentre eles o sódio e o potássio. Se considerarmos que o suor possui uma margem variável de sódio de 30 a 60 mmol/l e cerca de 10 mmol/l de potássio, o atleta pode variar suas perdas entre 390 mmol a 780 mmol (8970 mg a 17940 mg) de sódio e 130 mmol (5070 mg) de potássio. Tais perdas são variáveis para cada atleta e reconhecer os níveis individuais é um desafio, porém o melhor caminho para a reposição.

Estas perdas associadas a uma reposição inadequada de fluidos tanto na quantidade quanto na composição, pode levar estes atletas a desenvolver problemas como hipertermia, devido à desidratação, seguido ou não de hiponatremia. A hiponatremia é caracterizada por níveis de sódio sérico iguais ou abaixo de 135 mEq/l, muitas vezes é subclínica com repercussões apenas na performance do atleta, mas níveis abaixo de 120 mmol/l podem significar complicações sérias e ou até mesmo óbito. As complicações devidas aos desequilíbrios hidroeletrólíticos são consideradas o principal distúrbio fisiológico durante estas provas (HILER, 1989; SPEEDY et al, 2000; SPEEDY et al, 2001; SPEEDY, 2000; HILLER et al, 1987; DALLAN et al, 2005). Como também levam ao decréscimo na performance dos competidores (SAWKA e MOUNTAIN, 2000).

Mesmo os atletas mais experientes estão sujeitos a estas alterações, sendo o iniciante muito mais susceptível aos desequilíbrios. Logo, traçar uma estratégia bem orientada e experimentada pelo atleta torna-se necessário em prol da sua performance e segurança.

O reconhecimento e caracterização da incidência de desidratação e hiponatremia, em atletas praticantes desta modalidade é importante para o

conhecimento das equipes de suporte médico. Reconhecer a alteração orgânica aguda em decorrência desta atividade é imprescindível ao médico uma vez que o agravo à saúde necessita de intervenção terapêutica imediata, cuja conduta difere uma da outra em função do diagnóstico.

O reconhecimento de um quadro de hiponatremia sem desidratação sugere a necessidade de um aporte maior de sódio na bebida de hidratação durante a prova que pode ser alcançada pelas bebidas isotônicas ou a ingestão de pastilhas de sódio. A abordagem terapêutica inicial neste caso é baseada na reposição do eletrólito de forma lenta e monitorizada.

Estimar estas perdas e através desta informação prover estratégias eficientes de hidratação tem sido um desafio de muitos pesquisadores em todo o mundo. Muitas pesquisas de campo têm sido realizadas em eventos de longa duração, e tem servido para elaborar diretrizes mais específicas para cada modalidade (SHAWOOD et al, 2002; ALMOND et al, 2005; CARVALHO et al 2003; ACSM, 2000).

Existem muitos métodos para determinar os níveis de hidratação. Variação de peso, índices urinários (cor, volume, conteúdo de proteínas e osmolaridade), marcadores hematológicos (hemoglobina, hematócrito, osmolaridade do plasma, concentração do sódio) (SHIRREFFS, 2000), bioimpedância elétrica, concentração do suor (SHIRREFFS et al, 2005) e taxas de pressão e batimento cardíaco. (SHIRREFFS, 2000).

Entretanto a variação de peso avaliada através da pesagem dos atletas antes e logo após a realização da prova tem sido reconhecida como um importante instrumento para a determinação do grau de desidratação desses atletas. (SHAWOOD et al, 2002)



Na National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes (CASA et al, 2000) recomenda-se a utilização da variação de peso através da pesagem antes e após o exercício físico sob a forma de percentual e classificando em quatro níveis de estado de hidratação conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Índices de estado de hidratação

<b>Condição</b>	<b>% de variação do peso corporal</b>
Eu- hidratação	-1 to +1
Desidratação mínima	-1 to -3
Desidratação significativa	-3 to -5
Desidratação séria	> 5

\*Desidratação normalmente é expressa em percentual de perda de peso ou em litros de fluido perdido (HILLER, 1989) utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Desidratação} = \frac{(\text{Pré} - \text{Pós})}{\text{Pré}} \times 100$$

Pré

Onde:

Pré = Peso pré prova

Pós = Peso pós prova

É importante observar, porém que nem toda perda de peso no triathlon de longa duração reflete a verdade sobre a perda de líquidos (SPEEDY et al, 2000; NOAKES, 2001). Rogers ET al.(1997) e Speedy et al (1999) sugerem que a perda de peso absoluta durante uma prova de endurance é na verdade superestimada. De fato, 1 a 2 kg parecem ser perdidos de outras fontes que não fluido, incluindo metabolismo da gordura e reservas de carboidrato e liberação de água intracelular associada ao glicogênio armazenado.

Isto sustenta a afirmação que competidores que apresentaram perdas menores que 1 a 2 kg poderiam estar eu-hidratados ou moderadamente super-hidratados (HILLER, 1989; SPEEDY et al,2001; SPEEDY et al , 2000; NOAKES et al 1990; NOAKES, 2001). Desta maneira também os atletas que poderiam estar moderadamente desidratados por apresentarem uma perda superior a 2% do seu peso corporal ou aqueles que por esta poderiam estar severamente desidratados, poderiam estar classificados erroneamente devido a esta superestimação que ocorre quando não se leva em consideração a variação positiva ocorrida nos dias que antecedem a prova.

Desde 2001 tem sido feita coleta de dados no Ironman Brasil, incluindo pesagem dos atletas pé e pós prova e amostras de sangue imediatamente antes e imediatamente após a realização da competição e ao se analisar estes dados de 2001 a 2005 verificou-se que o grau de desidratação encontrado não correspondia à condição clínica dos atletas. Porém foi aplicado um fator de correção a pesagem dos atletas que correspondeu a 1 kg para uma pessoa de 70 kg. Com esta correção os valores na graduação da desidratação apresentaram-se mais coerentes com a análise clínica (MARA, 2005).

## **1.2 OBJETIVOS**

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar através da variação peso, as perdas hídricas sofridas por atletas participantes de prova de Triathlon de Longa duração.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar o grau de desidratação dos atletas aplicando o fator de correção avaliado em cada atleta antes da prova;

Determinar e comparar a variação dos eletrólitos Na<sup>+</sup> (sódio) e K (potássio) séricos durante a prova;

Correlacionar à variação percentual do peso corporal com os níveis de Na<sup>+</sup> (sódio) sérico final.

Avaliar se a variação de peso ocorrida antes da prova tem significância na classificação do perfil de hidratação dos atletas.

### **1.3 HIPÓTESES**

HG: Atletas de Triathlon de Longa Duração apresentam alterações agudas hidroeletrólíticas.

H1: Atletas de Triathlon de Longa Duração apresentam alteração de peso proveniente de acúmulo de glicogênio e água antes da prova.

### **1.4 DEFINIÇÕES DE TERMOS**

#### **1.4.1 Triathlon**

O triathlon é um esporte olímpico que surgiu em 1974 em San Diego nos Estados Unidos e reúne três modalidades esportivas em uma só, seguindo sempre a mesma seqüência, ou seja, natação, ciclismo e corrida. Existem três formatos mais comuns de provas, O Sprint Triathlon onde os atletas nadam 750 metros no mar, pedalam 20 quilômetros e correm 5 quilômetros; o Triathlon Olímpico que é a distância disputada nos Jogos Olímpicos desde Sidney 2000 onde são percorridos 1500 metros de natação, 40 quilômetros de ciclismo e 10 km de corrida; Triathlon de Longa Duração dentre os quais o mais popular é o evento chamado Ironman onde o desafio é nadar 3800 metros, pedalar 180 quilômetros e percorrer a pé 42,2

kilometros.

#### 1.4.2 Sódio

É um dos minerais encontrados no nosso corpo dissolvido como partículas carregadas eletricamente e denominadas íons. Juntamente com o potássio e o cloro são denominados coletivamente de eletrólitos. O sódio é o principal mineral do plasma e no líquido extracelular e a sua principal função é modular a permuta de líquidos entre os vários compartimentos líquidos do corpo.

#### 1.4.3 Potássio

É o principal mineral intracelular. Tem juntamente com o sódio um papel importante no estabelecimento dos gradientes elétricos apropriados através das membranas celulares (MCARDLE, 2003).

#### 1.4.4 Hiponatremia

Também é chamada de “intoxicação pela água”. É uma complicação médica potencialmente significativa caracterizada por sintomas que variam de leves cefaléias, confusão, mal-estar, náuseas, câibras a intensas crises convulsivas, coma, edema pulmonar, e até mesmo morte. A hiponatremia é considerada como existindo quando a concentração de sódio sérico cai para 136 mEq/L. Sintomas graves são observados frequentemente com um sódio sérico abaixo de 130 mEq/L . (NOAKES, 2004)

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Equilíbrio hídrico no exercício**

A ingestão de água para um adulto razoavelmente sedentário em um meio ambiente normal é cerca de 2,5 litros. Essa água é fornecida pelos líquidos, nos alimentos e durante o metabolismo. A água dos líquidos consumida normalmente é 1,2 litros e varia de acordo com a atividade física e o estresse térmico podendo aumentar para cinco ou seis vezes acima do normal. A água nos alimentos é facilmente encontrada em frutas e vegetais que contem grande quantidade deste nutriente, porém alimentos com carne, ovos, bolos e doces possuem uma quantidade relativamente escassa. A água metabólica perfaz cerca de 25% da demanda hídrica diária de uma pessoa sedentária e é obtida quando as moléculas alimentares são degradadas para a obtenção de energia. O fracionamento de 6 gramas de carboidratos, de proteínas e de gorduras produz 55, 100 e 107 gramas de água metabólica, respectivamente. Cada grama de glicogênio armazenado no corpo humano é hidratado com 2,7 gramas de água. Conseqüentemente essa água se torna disponível quando o glicogênio é utilizado para a obtenção de energia (MCARDLE, 2003).

A água é perdida pelo corpo humano na urina, através da pele, como vapor de água no ar expirado e nas fezes. Destas a mais importante para o nosso estudo é a perda da água através da pele que pode ser uma pequena quantidade, cerca de 350 ml, que se infiltra a partir dos tecidos mais profundos e, através da pele, alcança a superfície do corpo. Esta perda continua de água recebeu a designação de transpiração insensível. Porém a água é perdida através da pele na forma de suor produzido por glândulas sudoríparas especializadas, localizadas debaixo da pele. A

evaporação do suor gera o mecanismo de refrigeração destinado a esfriar o corpo. A evaporação de um litro de água da pele removerá cerca de 580 kilocalorias (kcal) de calor do corpo. Variação no conteúdo de eletrólitos dentro de uma taxa normal de composição de suor tem pouco efeito no calor latente da vaporização, porém, o efeito pode se tornar significativo conforme o suor evapora e a concentração de sal deixada na superfície da pele aumenta com o tempo. Em uma maratona de 2 horas e 30 minutos para, um corredor com cerca de 70 kilos de massa corporal, equilibrar a taxa de produção de calor metabólico apenas por meio de perdas pela evaporação exigiria que o suor fosse evaporado da pele a uma taxa de aproximadamente 1,6 litros por hora (l/h); com uma taxa de sudorese tão alta, uma fração do suor secretado vai escorrer pela pele sem evaporar, e uma taxa de secreção de suor de cerca de 2 l/h será necessária para se alcançar essa perda de calor por evaporação. Isto resultaria na perda de cerca de 5 l de água, correspondendo a uma perda de mais de 7% do peso corporal para um corredor de 70 kg (MAUGHAN e SHIRREFFS, 2003). Estas perdas podem ainda ser mais altas quando a intensidade do exercício for alta ou a duração é longa chegando até 3,5 l/h (MAUGHAN, 1985). Sawka (2000) considera mais comuns em atletas, taxas de sudorese entre 1 e 2,5 l/h. Ele ainda acrescenta que adultos em situações de estresse físico e altas taxas de sudorese por tempo prolongado podem levar a uma desidratação de 2 a 8% de perda de peso corporal. Considerando que a água constitui cerca de 45 a 70% do peso corporal, um homem de 75 kg possui cerca de 45 l de água em seu corpo. O tecido adiposo é hidratado em cerca de 10% enquanto o tecido muscular em cerca de 75%, desta forma a quantidade de água corporal varia de acordo com a composição corporal. Em adição a isso se deve considerar que o glicogênio muscular armazena água, como foi dito antes. O que nos leva a concluir que atletas treinados possuem

reservas maiores de água no corpo, por possuir mais tecido muscular em relação ao tecido adiposo e por armazenarem mais glicogênio nos seus músculos.

Como o suor é hipotônico em relação aos fluidos corporais, o efeito da sudorese é aumentar a osmolaridade, a qual pode exercer um significativo efeito na habilidade de o corpo manter a sua temperatura. As alterações na concentração de eletrólitos individuais são mais variáveis, mas um aumento nas concentrações de sódio e cloro geralmente é observado em resposta tanto ao exercício de corrida como ao de ciclismo. (MAUGHAN e SHIRREFFS, 2003). A variação média na concentração de sódio no suor é de 35 mEq/l (10-70 mEq/l) e varia dependendo da dieta, nível de sudorese, nível de hidratação e aclimatação ao calor. A concentração de potássio média é de 5 mEq/l variando de 1 a 15 mEq/l (SWAKA e MOUNTAIN, 2001). Como o sódio é o principal íon do espaço extracelular, responsável por aproximadamente 50% de toda a osmolaridade, a manutenção do seu balanço requer que sua ingestão e sua perda sejam equiparadas à ingestão e perda de água.

Existem muitos relatos publicados sobre a queda no desempenho no exercício quando o indivíduo se apresenta desidratado, até mesmo em proporções tão pequenas quanto 2% do peso corporal, e que as perdas que excedem 5% do peso corporal podem diminuir acentuadamente a capacidade de trabalho. (SALTIN e COSTILL, 1988; HILLER et al, 1989; CRAIG e CUMMINGS, 1966; CALDWELL et al, 1984; SAWKA E MONTAIN, 2000 e WEBSTER et al, 1990) . Entretanto todos estes estudos foram conduzidos em laboratórios e com atividades inferiores há 2 horas o que limita a avaliação quanto à variação do fator ambiental e a prolongados períodos de exercício.

Hiller et al (1987) relata que em provas de triatlo de longa duração espera-se em torno de 20% dos atletas sejam atendidos na tenda médica e destes, cerca de, 45% com sintomas de desidratação. Quando se avalia a incidência alterações hidroeletrólíticas em provas de triatlo de longa duração observa-se que o problema mais sério relacionado a estas alterações não é a desidratação e sim a hiponatremia chegando a alguns relatos a 29% dos competidores atendidos no posto médico (O'TOOLE, 1988; O'TOOLE et al, 1995 e SPEEDY et al, 2000). A importância clínica desta condição é que um estado de hiponatremia profunda pode se tornar o maior risco a saúde em participantes de eventos de endurance muito prolongados (NOAKES et al, 1990; SPEEDY et al, 2000). Inúmeros estudos de campo têm sido realizados em eventos de longa duração e o objetivo principal destes estudos é caracterizar e avaliar a incidência destes casos em provas de longa duração (HILLER et al, 1989; SPEEDY et al, 2001; NOAKES et al; 1990 SHARWOOD et al; 2002 e ALMOND et al, 2005) e prover ao profissional de apoio condições de intervir com segurança no tratamento e prevenção destes casos já que os sintomas podem ser facilmente interpretados de maneira errônea devido à similaridade com os casos de desidratação. (SPEEDY et al, 2000). Segundo Speedy et al (2000) Rosner e Kirven (2007) e Noakes et al (2005) que avaliou 2135 atletas competindo em eventos de endurance, os fatores de risco para o desenvolvimento de hiponatremia associada ao exercício são: Alto consumo de líquidos durante a prova; ao tempo de prova; sexo (feminino) e a baixa estatura, ou seja, os atletas mais lentos e em particular as mulheres e pessoas de baixo índice corporal que se exercitam em uma intensidade mais baixa, e desta forma levam mais tempo para completar o percurso consumindo mais líquidos (mais de 1,5 l/h), tendem a aumentar de peso durante a prova devido a uma retenção de líquidos corporais, que leva a uma diluição do sódio



plasmático até níveis inferiores a 135 meq/l, o que caracteriza o estado de hiponatremia. SHARWOOD et al (2002) que avaliou 311 atletas competindo em um triatlo de longa distância (Ironman), além de ser um trabalho descritivo, também procurou relacionar a alteração de peso ocorrida durante a prova e alterações nos eletrólitos (sódio), temperatura retal e incidência de hiponatremia. Este estudo encontrou uma forte correlação entre e variação de peso, neste caso a perda, com a concentração final de sódio, porém não houve evidencia de aumento na temperatura retal e queda de desempenho associada a um maior grau de desidratação. Três atletas apresentaram ao final da prova valores de sódio sérico inferiores a 135 mEq/l.

Os atletas também têm sido impelidos a consumir altas quantidades de água e hidratantes através de informações de técnicos e profissionais da saúde que por sua vez basearam se em diretrizes como as da American College of Sports Medicine; American Dietetic Association; Dietitians of Canada (ACSM). Que em 1996 encorajava os atletas a consumir uma quantidade de líquidos durante a prova tal qual eles pudessem suportar ou em quantidades iguais a taxa de perda de líquidos pelo suor (NOAKES, 2001).

Noakes (2001) cita o estudo de Mountain e Coyle (1992) em que durante o exercício no calor, os efeitos da desidratação em varias funções fisiológica ocorrem de forma linear conforme o nível de desidratação. Assim sendo para cada litro não repostado de liquido perdido o batimento cardíaco e acrescentado em oito batimentos por minuto, o débito cardíaco cai para 1 litro por minuto e a temperatura retal sobe 0,3 graus centígrados. A lógica sugere que se estes efeitos prejudiciais são prevenidos, o desempenho poderia ser otimizado. Desta forma ingerindo uma taxa de fluidos igual ao perdido pelo suor o desempenho seria melhor. Porém segundo

Noakes (2001) existem alguns senões para esta afirmação. Primeiro como em outros trabalhos citados antes, este estudo foi realizado em laboratório sob condições ambientais as quais segundo as diretrizes da ACSM, as atividades competitivas não deveriam ser permitidas (32° C, umidade relativa de 50% e resfriamento por convecção inadequado). Em estudos de campo, atletas em situação de competição, não houve correlação entre o nível de desidratação e temperatura retal ao final da prova (NOAKES, ADAMS, et al. 1988; MYBURG, et al. 1990; NOAKES 2001).

Segundo, atletas que ingeriram quantidades suficientes de líquidos para repor suas taxas de sudorese (1,2 litros por hora) terminaram o exercício 2,3 kg mais pesados que atletas que não beberam durante o exercício e 1,4 kg mais pesados que aqueles que ingeriram 300 ml por hora. Como este estudo não incluiu uma prova de performance verdadeira não temos como saber se estes efeitos negativos deste ganho de peso ou perda de peso têm sobre os benefícios de manter mais baixo os batimentos cardíacos e a temperatura do corpo.

O terceiro senão e o mais importante para o nosso estudo é que não se teve ainda estabelecido como determinar com exatidão o nível de desidratação, particularmente em atletas envolvidos exercícios de longa duração. Uma parte do peso perdido durante exercícios mais prolongados não é constituído de perda de líquido que contribui para a desidratação. Os cientistas não decidiram se é uma pequena quantidade totalizando algumas centenas de gramas ou se é uma grande quantidade como 2 a 3 kg. (NOAKES et al. 1988; PASTENE et al. 1996; ROGERS et al. 1997; SPEEDY et al. 1999; COYLE et al,1986). Isto poderia alterar substancialmente a quantidade de líquidos que deveria ser aconselhado ingerir durante o exercício. Em Pastene et al. (1996) foi calculado que 1,8 kg a 2,0 kg de

perda de peso ocorrida por atletas correndo 42 km em esteira a uma média de 12,6 km por hora, durante os quais eles ingeriram em média cerca de 1,5 litros (aproximadamente 450 ml por hora), poderia se apresentado como segue:

**Tabela 2. Cálculo de peso perdido durante exercício não requerendo reposição.**

Oxidação de combustíveis (carboidrato e gordura)	557 g
Liberação de água estocada com glicogênio utilizado durante o exercício	1280 g
Total	1837 g
Água metabólica produzida pelo metabolismo e contribuindo para a perda pelo suor, mas não para perda de peso	402 g
<b>Total de peso perdido não requerendo reposição</b>	<b>2239 g</b>

De acordo com estes cálculos, os atletas que perdem 2 kg durante uma maratona poderiam finalizar a prova super-hidratados em 239 g. Ingerindo quantidades para evitar nenhuma perda de peso poderia então causar nestes atletas uma superidratação de 2,2 kg. Isto explica em parte porque taxas de ingestão livre de cerca de 500 ml por hora são tão comuns em atletas durante competições (NOAKES, 1988; NOAKES, 1993).

Ainda segundo Noakes (2001) durante eventos como o do Ironman do Hawaii, cerca de 800 g de carboidrato e 200 g de gordura devem ser queimados para completar o evento. Isto produziria cerca de 1,2 kg de água metabólica que contribuiria para perdas pelo suor sem requerer reposição. Outros 1 a 2 kg de água estocados no glicogênio muscular e hepático devem ser liberados e perdidos pelo corpo da mesma forma como a urina, o suor ou o glicogênio utilizado. Como resultado até 3 kg de peso perdido durante o exercício prolongado pode não representar perda de fluido que precisa ser repostado durante exercício prolongado para a desidratação ser prevenida.

Esta teoria é baseada em triatletas que completaram o Ironman e perderam cerca de 2,5 kg de peso corporal no período de 48 horas que foi imediatamente antes da largada da prova até um dia após a prova (SPEEDY, 1999; 2001). Porque poderiam estes atletas estar 2,5 kg mais leves após 24 horas do término da prova? A resposta é que talvez os seus estoques de glicogênio (800g) e com o seu conteúdo de água associado (1500 ml a 2000 ml) ainda não tenham sido repostos. Se isto está correto, então triatletas de Ironman que perdem 2,5 kg durante a prova estariam terminando a prova em estado de ótima hidratação e qualquer perda de peso menor indicaria um estado de superidratação.

Segundo a National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes (CASA et al, 2000), a reposição de fluidos deve se aproximar das perdas pelo suor e urina e manter estas perdas em até 2% do peso corporal. Calcular as taxas de suor para cada atleta através da pesagem antes e após a atividade, com ingestão de líquidos e a excreção da urina, é fundamental para se estabelecer um protocolo de hidratação.

Noakes (2001), no entanto chama atenção para taxas de ingestão de líquidos iguais ou superiores a 700 ml por hora, que segundo estudos com triatletas que ingeriram tais quantidades de líquidos, cerca de 75 % relataram sensação de inchaço após a prova contra 29% em atletas que ingeriram até 400 ml por hora. Isto levou a afirmar que não é possível repor taxas de fluido igual às taxas de suor quando esta taxa excede cerca de 600 ml por hora. Isto é devido em parte a estresse gastrointestinal causado por altas taxas de ingestão de fluidos durante provas competitivas (COSTILL, COTE et al. 1970; MITCHELL, VOSS 1991). Além disso a ingestão de líquidos em quantidades iguais ou acima da taxa de sudorese é um fator importante nos casos de hiponatremia durante o exercício de longa duração

como já foi explanado antes (HILLER et al, 1989; SPEEDY et al, 2001; NOAKES et al; 1990 SHARWOOD et al; 2002 e ALMOND et al, 2005).

## **2.2 Avaliação da hidratação em atletas**

Existem publicados na literatura vários métodos que têm sido utilizados para determinar níveis de hidratação. Atualmente não existe ainda um “padrão ouro” para marcadores de hidratação particularmente para níveis moderados de desidratação (SHIRREFFS, 2000).

A escolha do método de avaliação de hidratação em atletas tem sido um tema controverso, sendo necessárias mais pesquisas para haja um equilíbrio entre a confiabilidade e a aplicabilidade em larga escala (OPPLIGER e BARTOK, 2002).

Técnicas de avaliação clinica da hidratação, para se detectar suas mudanças, dependem muito das alterações químicas dos líquidos corporais. Cheuvront e Sawka (2005) avaliaram e classificaram os métodos mais utilizados levando em consideração a confiabilidade, simplicidade e exatidão. Também são considerados dois termos que servem de base para esta revisão devido a sua ampla utilização em muitos estudos. A euidratação é um processo dinâmico, e tem como melhor definição a quantidade de liquido corporal total normal que apresenta variações muito pequenas, enquanto a desidratação se refere a um déficit destes líquidos corporais.

Cheuvront (2005) classificou as técnicas de avaliação em marcadores complexos (água corporal total, osmolaridade plasmática), marcadores simples (concentração urinária e massa corporal) e outros marcadores (Bioimpedância e “Saliva e sintomas” )

### 2.2.1 Água corporal total.

Este método mede a diluição de quantias-traço de um isótopo (óxido de deutério) onde o volume e concentração conhecidos de um isótopo são inseridos no organismo e uma nova concentração do isótopo é determinada posteriormente em uma amostra de líquido corporal após a distribuição do elemento em todos os fluidos corporais. O volume de água corporal total é calculado depois sabendo-se que uma baixa concentração em uma amostra significa que o volume de líquidos corporais deve ser relativamente alto ou vice-versa. O erro total deste método é tão baixo quanto 1%%, com isso permitindo medir pequenas variações nos líquidos corporais.

### 2.2.2 Osmolaridade Plasmática.

A osmolaridade é controlada para valores próximos ao set-point de euidratação, de aproximadamente 285 mOsm/kg. Perdas pelo suor causadas pela atividade física reduzem o volume de líquidos corporais. O volume plasmático e o líquido extracelular diminuem porque são a fonte de líquidos para a formação de suor, e a osmolaridade plasmática aumenta porque o suor é hipotônico comparado ao plasma. O suor remove relativamente mais água dos líquidos corporais que solutos como sódio e cloro, e esses solutos osmoticamente ativos acumulam-se no plasma sanguíneo. O aumento na pressão osmótica plasmática é proporcional à redução no líquido corporal total. Sob condições bem controladas, a osmolaridade plasmática aumenta em aproximadamente 5 mOsm/kg para cada 2% (aproximadamente) da perda de massa corporal pelo suor. De maneira importante, também mostraram que a osmolaridade plasmática volta aos valores normais durante a reidratação. Apesar de os estudos de campo algumas vezes não apontarem esta relação, a discrepância pode ser explicada por fatores ambientais que causam confusão, tais como a altitude ou por pequenas mudanças no estado de

hidratação (< 2% da massa corporal) que podem estar dentro da variação normal para euidratação.

### 2.2.3 Concentração urinária.

Os marcadores urinários para a desidratação incluem volume reduzido de urina, alta densidade urinária, alta osmolaridade e cor escura. A urina é uma solução de água e diversas outras substâncias, e a concentração dessas substâncias aumentam com a redução no volume urinário, que é associado com a desidratação. A excreção da urina é de aproximadamente 1 a 2 litros por dia, mas pode aumentar em 10 vezes quando se consome um grande volume de líquidos (Sawka et al. 2005). A grande capacidade de variação na excreção urinária representa a principal maneira para se regular o equilíbrio hídrico corporal. Apesar de não ser prático medir o volume urinário diariamente, a avaliação quantitativa ou qualitativa da sua concentração é muito mais simples. Como ferramenta de triagem, para se diferenciar a euidratação da desidratação, a concentração urinária é uma técnica de avaliação confiável com limiares razoavelmente definíveis.

Também é provável que a composição das bebidas influencie esta resposta. Shirreffs e Maughan (1996) demonstraram que a ingestão de grandes volumes de líquidos diluídos (hipotônicos) resultam em acentuada produção de urina, antes mesmo de se atingir a euidratação.

### 2.2.4 Massa Corporal.

A massa corporal ou peso é usado para avaliar as mudanças rápidas na hidratação do atleta, tanto no laboratório quanto em campo. Alterações agudas na hidratação são calculadas como a diferença da massa corporal pré e pós exercício. O grau de desidratação é mais bem representado como uma porcentagem da massa corporal inicial em vez da porcentagem de água corporal total porque a última varia

muito (Sawka et al. 2005). Assume-se que 1 g de massa perdida é equivalente a 1 mL de líquido perdido. Segundo Cheuvront (2006) as alterações agudas na massa corporal é freqüentemente o padrão contra o qual a resolução de outros marcadores de avaliação da hidratação são comparados no laboratório. Homens jovens e saudáveis que se exercitam diariamente e que enfrentam o estresse pelo calor mantêm a massa corporal estável quando medida logo cedo pela manhã, desde que façam um esforço consciente para repor a perda de suor durante a atividade física (CHEUVRONT et al. 2004).

#### 2.2.5 Bioimpedância.

A análise de bioimpedância elétrica é um método usa a corrente de baixa amperagem que passa entre dois eletrodos colocados na pele onde a resistência da corrente (impedância) varia de maneira inversamente proporcional ao líquido presente nos tecidos e ao teor de eletrólitos. A Bioimpedância pode ser sensível para a detecção da hipovolemia hipertônica, porém ela subestima o grau de perdas absolutas de líquidos de maneira significativa e é modificada, de maneira independente, pelas alterações no volume e tonicidade dos líquidos corporais (O'Brien et al, 2002). As trocas de líquidos corporais entre os compartimentos intra e extracelular durante o exercício, suor, reidratação e outras variáveis comuns a situações de atividade física também interferem com sua exatidão e desta forma torna este método impraticável para medir desidratação.

#### 2.2.6 Saliva e sintomas.

Apesar de não ser tão utilizada para um possível monitoramento da hidratação, a osmolaridade salivar pode rastrear alterações na hidratação causadas pelo suor. Segundo Walsh et al (2004) as respostas individuais da osmolaridade da saliva às mudanças na hidratação variam mais que as medições na urina e muito



mais que aquelas do plasma. A densidade da saliva aumenta com a desidratação, porém segundo Cheuvront (2004) a variabilidade é grande demais para análises quantitativas. A desidratação apresenta sinais e sintomas como tontura, cefaléia, taquicardia e outros gerais demais para serem usados como preditivos. A sede surge apenas depois que a desidratação já está presente e diminui antes de atingir a euidratação, mas é um sintoma útil para chamar a atenção para programar melhor a ingestão de líquidos antes, durante e depois da atividade física.

### **3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS**

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

O estudo foi de natureza exploratório-descritiva, prospectivo longitudinal escolha intencional da amostra. Exploratório-descritivo no sentido de produzir essencialmente descrições da realidade da população em estudo por meio dos eventos investigados. Longitudinal: devido o estudo descrever a realidade dessa determinada população em um período de tempo determinado para comparação dos resultados.

#### **3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A população trata de atletas participantes da prova de triathlon Ironman Brasil 2006 que foi realizada em Florianópolis da qual participaram cerca de 1200 inscritos de 44 países. Os critérios de inclusão foram: Estar inscrito no Ironman Brasil 2006; residir em Florianópolis onde foram feitas as coletas de dados.

A amostra intencional deste estudo foi composta por 26 atletas, limite estabelecido pelo convênio com o Laboratório Santa Luzia que fez a coleta e análise sanguínea nos atletas. Os indivíduos que após o convite aceitarão participar do

estudo, mediante assinatura do termo de consentimento (anexo I), foram devidamente informados da natureza da pesquisa e dos procedimentos que seriam aplicados.

### 3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

#### 3.3.1 Avaliação Antropométrica

##### **Instrumentos:**

- Compasso da marca Lange<sup>®</sup> (Cambridge Scientific Instruments, USA), com precisão de 1mm;
- Balança eletrônica da marca Plenna<sup>®</sup> modelo Lithium Digital Sport, com precisão de 100 gramas.

##### **Procedimentos:**

**Dobras cutâneas:** Os atletas foram submetidos avaliação antropométrica através da medição das dobras cutâneas do tríceps, abdominal e coxa conforme o protocolo e formula desenvolvido por Evans et al(2006). Esta coleta se deu 15 dias, sete dias e dois dias antes da prova. A primeira e a segunda coleta foram feitas no local de treinamento dos atletas, a terceira coleta foi feita no local da prova, junto ao Clube Doze de Agosto uma hora antes do congresso técnico.

Foi utilizado um Compasso de Dobras Cutâneas: instrumento que permite a mensuração da gordura corporal através da coleta de pregas (dobras) cutâneas.

Para a mensuração das dobras cutâneas foram observados os seguintes critérios:

- a) Separar o tecido adiposo e subcutâneo do tecido muscular, através dos dedos polegar e indicador da mão esquerda;
- b) Ajustar as extremidades do equipamento cerca de um centímetro do ponto anatômico; fazer a pegada da dobra cutânea a um centímetro acima do ponto

anatômico;

c) Aguardar dois segundos para fazer a leitura; realizar duas medidas e se houver diferenças nos resultados, fazer uma terceira medida;

d) medir sempre no hemicorpo direito, estando o avaliado numa posição cômoda e com a musculatura relaxada.

Com exceção da mensuração da dobra da coxa, todas as outras medidas foram realizadas com o avaliado em posição ortostática (PETROSKI, 1999).

A descrição do procedimento para a avaliação das dobras cutâneas é a seguinte:

**Tríceps:** A referência anatômica para mensurar a dobra do tríceps é a face posterior do braço, no ponto médio entre o processo acromial da escápula e o processo do olecrano da ulna, onde se traça uma linha horizontal e imaginária até a face posterior do braço (tríceps), onde se marca o ponto, devendo-se pinçar a dobra verticalmente.

**Coxa:** Para a medida da coxa o examinador posiciona-se do lado direito do indivíduo na parte lateral da coxa. O joelho deste é flexionado em ângulo reto, colocando o pé direito sobre uma caixa ou permanecendo sentado. O local é marcado paralelamente ao longo do eixo do fêmur, no ponto médio da distância entre a dobra inguinal e a margem superior da patela (enquanto a perna esta flexionada). A medida de dobra cutânea pode ser feita enquanto o joelho estiver flexionado ou com o joelho estendido, repousando sobre uma caixa. Por exemplo, se for difícil destacar a dobra, o indivíduo pode ser requisitado a estender levemente o joelho, movendo o pé para frente a fim de liberar a tensão da pele. Se ainda houver dificuldade, ele ajuda levantando aparte de baixo da coxa para liberar a tensão da pele. O compasso é então colocado a um cm do polegar da mão esquerda do examinador.

**Abdominal:** Para a medida da dobra abdominal a referência anatômica é a três centímetros da borda direita e um centímetro abaixo da cicatriz umbilical. O indivíduo deve estar na posição ereta, com os pés afastados o peso corporal distribuído nos membros inferiores. A dobra é pinçada horizontalmente. A medida deve ser realizada com o abdômen relaxado ao final de uma expiração (LOHMAN, 1998).

Após serem lançados em uma planilha os dados foram usados para calcular o percentual de gordura usando a seguinte fórmula, elaborada e validada em atletas por Evans et al (2005):

$$\% \text{ GC} = 10.566 + 0.12077.(3\text{DC}) - 8.057.(\text{SEXO}) - 2.545.(\text{RAÇA})$$

Onde (% GC) é percentual de gordura corporal, (3DC) é o somatório das três dobras cutâneas (tríceps, abdominal e coxa), (SEXO) equivale ao fator zero para mulheres e um para homens e (RAÇA) esta codificada pra zero para brancos e um para negros.

**Pesagem:** Os indivíduos foram pesados descalços usando trajes de banho. Para a pesagem a balança foi posicionada em uma superfície dura e plana. A pesagem foi feita 15 dias, sete dias, dois dias e 1 hora antes da prova. Também foi feita a pesagem logo após o termino da prova. A primeira e a segunda pesagem foram feitas no local de treinamento dos atletas, na praia de Jurerê. A pesagem dois dias antes foi feita por ocasião do congresso técnico junto ao Clube Doze de Agosto e a pesagem após a prova também foi feita neste local que ficou a aproximadamente 50 metros da linha de chegada. Os dados foram representados em kilogramas (Kg) com uma casa decimal.

### **3.3.2 Avaliação Laboratorial**

Foi feita também a coleta de sangue venoso na fossa cubital, equivalente a cerca de 10 ml, dois dias antes da prova, por ocasião do congresso técnico dentro do clube Doze de Agosto e logo após o término da prova, onde os atletas foram conduzidos por um pesquisador até a unidade móvel do Laboratório que estava cerca de 50 metros da linha de chegada. O material de laboratório foi coletado pela unidade móvel do laboratório Santa Luzia sob a responsabilidade da bioquímica Leila Brochi, e então armazenado e transportado sob condições propícias para realização das avaliações. O processamento e avaliação das amostras se deu na matriz do laboratório Santa Luzia em Florianópolis.

A metodologia para a análise laboratorial seguiu as seguintes etapas:

#### a) Cadastro

Na primeira etapa da coleta (coleta basal) o cadastro foi realizado pelo processo manual, gerando etiquetas de identificação manuais. A seguir, os protocolos foram recadastrados pelo sistema automatizado, gerando as etiquetas de identificação com os respectivos códigos de barra.

#### b) Punção venosa

Realizada através do sistema de coleta a vácuo na fossa cubital, e utilizando-se dos seguintes materiais: Tubos de coleta Sarstedt com anticoagulante EDTA K<sub>2</sub> – volume 1,2 ml, lote 4094001, validade 04/2007. Tubos de coleta Sarstedt sem anticoagulante SST soro gel – volume 4.9 ml, lote – 5090501, validade 10/2007. Agulhas coleta múltipla – Sarstedt, lote 4074801, validade 11/2007.

#### c) Centrifugação.

Após a coleta do material biológico, e transcorrido o tempo necessário para a coagulação do sangue (no mínimo 15 minutos), os tubos de soro gel foram centrifugados durante 15 minutos a 1.500 rotações por minuto em centrífuga calibrado.

d) Armazenamento e transporte

Os tubos contendo soro foram acondicionados no refrigerador e transportados em maleta térmica apropriada e com gelo reciclável.

e) Metodologia e controle de qualidade das análises realizadas.

Automação, através do aparelho ADVIA – BAYER.

Utilizada para as seguintes análises: sódio, potássio.

O ADVIA-BAYER é um analisador imunológico automático capaz de realizar testes em soro, plasma, urina e líquidos.

O módulo fotométrico realiza métodos bioquímicos e imunoturbidimétricos

O módulo ISE (eletrodos seletivos) para íons mede as concentrações de sódio e potássio em amostras de soro, plasma ou urina.

Controle de qualidade:

O controle de qualidade compreende as técnicas e atividades operacionais destinadas a monitorar os processos e eliminar as causas de desempenho insatisfatório em todas as etapas do ciclo da qualidade, visando atingir a eficiência e a confiabilidade. É, portanto, o sistema que avalia o desempenho ou o resultado das ações tomadas através da implementação dos procedimentos da qualidade assegurada.

e) Controle de qualidade interno

Análise diária de controles estáveis comerciais, com a finalidade de determinar se o sistema analítico está estável. Os valores obtidos são plotados em

gráficos de Levey - Jennings e as regras da Westgard são interpretadas pelo próprio aparelho.

f) Controle de Qualidade Externo

Teste de proficiência PELM/SBPC e CAP.

g) Valores de referência do laudo.

**Tabela 3 – Valores de referência para eletrólitos**

<b>Análise</b>	<b>Valores de referência</b>
Sódio	135 a 145 mEq/l
Potássio	3,5 a 5,0 mEq/l

### **3.3.3 Tratamento dos Dados**

Após a coleta e armazenamento dos dados em planilhas do Excel estes receberam tratamento estatístico utilizando o programa SPSS.

Foi feita primeiramente uma análise descritiva dos dados com o objetivo de observar a variação de peso antes de durante a prova. Foi usado o teste t para amostras em par com um intervalo de confiança de 95%, onde foi feita uma análise comparativa das médias de variação do peso nas cinco coletas de peso sendo 4 pré prova e uma pós prova. Com isto foi avaliada a significância desta alteração no resultado da avaliação de perda hídrica durante a prova, ou seja, se o valor do peso que o atleta supostamente pode ou não ganhar antes da prova foi grande o suficiente para alterar a classificação de hidratação ocorrida durante a prova.

Foram também analisados os dados sangüíneos que foram correlacionados a variação de peso.

O fator de correção foi aplicado através da diferença entre o peso ganho nas coletas pré prova, neste caso 48 horas antes e imediatamente antes da prova. Na análise estatística foram comparados dois grupos, sendo um com o fator de correção e outro sem o fator de correção utilizando o teste de diferença entre proporções em par.



## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Discussão do método**

Dentre os inúmeros métodos já abordados na revisão deste trabalho, a escolha da pesagem dos atletas antes e após a prova juntamente com a avaliação de eletrólitos séricos foi escolhida por apresentar maior aplicabilidade e praticidade, além de obter ótimos resultados quando se deseja medir alterações rápidas na hidratação (CHEUVRONT et al. 2004). Os outros métodos possuem algumas vantagens quanto à acurácia quando realizados em laboratório com condições controladas (NOAKES,2000). As pesquisas de campo realizadas com esta população têm utilizado este método com bastante sucesso, dentre elas destacamos as pesquisas lideradas principalmente por Noakes, Speedy e Sharwood, onde os achados tem colaborado para a aplicação pratica destes conhecimentos por parte de organizadores e atletas de eventos de triathlon de longa duração (SPEEDY,2000).

O protocolo de avaliação da composição corporal foi escolhido devido a sua validação ter sido feita com atletas adultos de diversas modalidades, dentre elas as de endurance e desenvolvida usando o modelo de quatro componentes, o que foi um avanço em relação aos protocolos anteriores. A formula foi desenvolvida usando sete dobras cutâneas, porém a formula utilizando três dobras obteve resultados com acurácia similar, conseqüentemente aumentando a sua aplicabilidade e praticidade para a pesquisa de campo (EVANS, 2005).

A amostra estudada foi composta de 26 atletas que completaram a prova do Ironman Brasil 2007 dentro do tempo limite de 17 horas sendo 24 homens (92,3%) e duas mulheres (7,3 %).

Os dados estatísticos descritivos das variáveis estudadas estão representados na tabela 4.

**Tabela 4. Estatísticas descritivas dos dados utilizados na análise n = 26**

<b>Variáveis</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Peso 15 dias antes (kg)	57,5	69,1	88,8	69,3	7,57
Peso 7 dias antes (kg)	57,5	68,9	88,1	69,5	7,418745
Peso 2 dias antes (kg)	57,6	69,2	88,2	69,4	7,281581
Peso pré prova (kg)	57,5	70,2	89,8	70,61	7,474614
Peso pós prova (kg)	57,2	66,4	85,2	67,5	6,902308
% gordura 7 dias antes	7,45	11,78	23,65	12,36	3,651018
% gordura 2 dias antes	7,33	11,94	23,79	12,25	3,81
Na pré prova (mEq/l)	137	139	141	138,88	1,27
Na Pós prova (mEq/l)	135	142	145	141,3	2,60
K pré prova (mEq/l)	3,4	4,7	5,8	4,7	0,50
K pós prova (mEq/l)	3,5	4,6	5,8	4,59	0,46

Para a variação de peso nos dias que antecederam a prova foi utilizado o Teste t para amostras em par. Os dados apresentaram uma distribuição normal. O percentual de gordura que foi coletado 7 dias e dois dias antes da prova serviu para mostrar que se uma possível variação de peso poderia acontecer esta seria no tecido magro.

**Tabela 5 – Diferença de peso dos atletas de entre 15 e 7 dias antes da competição. n=26**

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Peso 15 dias (kg)	69,3385	7,5791
Peso 7 dias (kg)	69,5538	7,4187
<b>Diferença</b>	-0,215385	0,456677

Intervalo de confiança de 95%. t-valor = -2,40 p = 0,024 . Como o valor p Valor foi inferior 0,05 então se rejeita a hipótese nula de que a diferença entre as médias dos pesos sejam iguais. Os atletas ganharam peso entre os dias 15 e 7 que precedem a prova. O peso médio ganho pelo grupo foi de 0,215 kg. Esta variação, apesar de ser estatisticamente significativa não interferiu na análise do presente trabalho, pois a variação aconteceu em um período anterior a prova não interferindo no objetivo do trabalho.

**Tabela 6 – Diferença de peso dos atletas de entre 7 e 2 dias antes da competição. N= 26**

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Peso 7 dias (kg)	69,5538	7,4187
Peso 2 dias (kg)	69,4308	7,2816
<b>Diferença</b>	0,123077	0,679593

Intervalo de confiança de 95% t = 0,92 p = 0,365. Como o valor p Valor foi superior 0,05 então não se rejeita a hipótese nula de que a diferença entre as médias dos pesos sejam iguais. Os atletas não ganharam peso entre os 7 e 2 dias que

precedem a prova. Apesar de em trabalhos anteriores os autores sugerirem que a variação de peso proveniente de um acúmulo de glicogênio no tecido muscular poderia acontecer pela diminuição da atividade física na semana que precede a prova (SPEEDY,2000) os resultados encontrados nesta pesquisa não corroboram esta afirmação.

**Tabela 7 – Diferença de peso dos atletas de entre 2 dias e pré competição.**

**n= 26**

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Peso 2 dias (kg)	69,4308	7,2816
Peso Pré (kg)	70,6115	7,4746
<b>Diferença</b>	-1,18077	0,75261

Intervalo de confiança de 95%  $t = -8,00$   $p = 0,000$ . Como o valor p Valor foi inferior 0,05 então se rejeita a hipótese nula de que a diferença entre as médias dos pesos sejam iguais. Os atletas ganharam peso entre os 2 dias e pré prova. O peso médio ganho pelo grupo foi de 1,180 kg. Este resultado foi de importância significativa para esta pesquisa, pois ao contrário do que se esperava, a maior variação de peso anterior a prova ocorreu nas 48 horas anteriores a largada da prova contrariando a afirmação feita por Speedy et al, em que ao se fazer a pesagem dois dias antes e imediatamente antes da largada encontraram diferenças de zero e 0,1 kg, indicado que a primeira pesagem poderia ser utilizada como referência de peso pré prova devido a facilidade para avaliar os atletas. Já Sharwood (2002) encontrou na sua pesquisa uma variação de 0,9 kg representando 1,1% de ganho de peso. Estes

resultados indicam também que a variação positiva no peso devido ao acúmulo de glicogênio e água do tecido muscular ocorre quando a atividade física cessa totalmente. Portanto para que a avaliação deste fenômeno seja mais efetiva é necessário fazer a pesagem dois dias antes e no dia da largada. Deve-se considerar também que este fenômeno não ocorreu em todos os atletas, em dois casos houve variação negativa, ou seja, perda de peso impossibilitando que se aplique uma média para todos.

**Tabela 8 – Diferença de peso dos atletas de entre pré e pós competição. n = 26**

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Peso Pré (kg)	70,6115	7,4746
Peso Pós (kg)	67,5885	6,9023
<b>Diferença</b>	3,02308	1,21369

Intervalo de confiança de 95%  $t = 12,70$   $p = 0,000$ . Como o valor p Valor foi inferior 0,05, então se rejeita a hipótese nula de que a diferença entre as médias dos pesos sejam iguais. Os atletas perderam peso entre a pré e pós prova. O peso pré-prova reduziu significativamente de 70,61 kg para 67,58. O peso médio perdido pelo grupo foi de 3,023 kg que representa uma média de 4,23%, o que classificaria este grupo como tendo desidratação significativa. Este resultado é similar a outros estudos de campo, principalmente aqueles que foram feitos em provas com a mesma distância (SHARWOOD et al, 2002; NOAKES et al, 1990,1999 e 2004; SPEEDY et al, 1999 e 2000; MARA,2005). As pesquisas feitas no Ironman Brasil nos anos de 2001 ,2002, 2003 e 2004 relatadas por Mara (2005) encontraram um valor médio de 5,35% de perda de peso durante estas provas. Sharwood (2002) encontrou uma redução

média de 3,7 kg que representou 5,2 % do peso dos atletas participantes do Ironman da África do Sul de 2000.

Apenas um sujeito ganhou peso durante a competição o valor desta variação positiva foi 1,39% do peso total.

Comparação entre a concentração de Na pré e pós prova

**Tabela 9 – Diferença de Sódio dos atletas pré e pós competição. n = 26**

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Na Pré (mEq/l)	138,885	1,275
Na Pós (mEq/l)	141,346	2,607
<b>Diferença</b>	-2,46154	2,58040

Intervalo de confiança de 95% t-valor = -4,86 p-valor = 0,000. Como o valor p Valor foi inferior 0,05 então se rejeita a hipótese nula de que a diferença entre as médias de Na sejam iguais. Os atletas aumentaram a concentração de Na entre a pré e pós prova. A concentração de Na aumentou na média 2,416 mEq (1,73%). Vinte e três atletas (88,46%) mostraram um aumento na concentração de sódio pós prova e três (11,53%) sujeitos apresentaram uma diminuição no sódio final. Apenas um sujeito apresentou uma concentração igual ou inferior a 135 mEq/l este sujeito foi o mesmo que apresentou ganho de peso ao final da prova o que caracterizou um estado de Hiponatremia assintomática. Estes dados também confirmam os achados no Ironman da África do Sul (2000) onde os atletas tiveram um acréscimo médio de 2%

durante a prova e no Ironman Brasil (2001 à 2004 ) onde a variação foi de 2,4% de acréscimo de sódio ao final da prova.

**Tabela 10 – Diferença de K dos atletas de entre pré e pós competição. n= 26**

	<i>Média</i>	<i>Desv Pad</i>
K Pré (mEq/l)	4,7	0,50912
K Pós (mEq/l)	4,49231	0,46983
<b>Diferença</b>	0,107692	0,701383

Na comparação entre a concentração de k pré e pós prova foi usado um intervalo de confiança de 95% ( $t = 0,78$ ) ( $p-v = 0,441$ ). Como o valor p foi superior 0,05 então não rejeita-se a hipótese nula de que a diferença entre as médias de K sejam iguais. Em outras palavras os atletas não aumentaram concentração de K entre a pré e pós prova. Os valores médios de 4,7 mEq/l antes da prova e 4,49 mEq/l após a prova também foram similares aos resultados de Mara (2005) que encontrou valores médios de 4,64 mEq/l antes da prova e 4,65 mEq/l após a prova. Estes dados confirmam a afirmação de Cunnigham(1997) que a depleção do potássio em eventos esportivos não representa um risco importante devido a quantidade abundante do eletrólito no compartimento extracelular.

**Tabela 11 – Diferença da distribuição em graus de hidratação com e sem fator de correção. n= 26**

	<i>Grupo de desidratados</i>	<i>Grupo de não desidratados</i>
% sem correção	23(0.8846)	3(0.1154)
<b>% com correção</b>	12(0.4615)	14(0.5385)

Além de observar a variação percentual ocorrida nos atletas durante a realização do Ironman, os mesmos foram avaliados de acordo com classificação da NATA onde são observados 4 níveis para o estado de hidratação durante o exercício (tabela1).

Ao aplicar o fator de correção individual onde a variação positiva ocorrida nos atletas no período que antecedeu a prova foi acrescida a variação ocorrida durante a prova.

Foi feita a mesma classificação anterior. Para comparar os 4 grupos foram divididos em dois:

1-2: bem hidratado e desidratação mínima

3-4: desidratação significativa e séria

1 e 2 recebem o código de 0; grupo de não desidratados

3 e 4 recebem o código de 1; grupo de desidratados

O teste para comparar os dois grupos foi o de diferença entre proporções em par. Este teste segue uma distribuição binomial com hipótese nula de diferença igual a zero. A diferença entre proporções:  $0.8846 - 0.4615 = 0.423077$  onde  $(t = 1,997)$  e  $(p = 0.02866)$ . Desta forma se rejeita a hipótese nula de proporções iguais. Portanto uma classificação é estatisticamente diferente da outra.

Sendo o estado de hidratação um fator determinante para a prática de atividades físicas, principalmente quando estas forem intensas ou de longa duração, conhecer os níveis corretos deste estado tem se tornado fundamental para



pesquisadores, atletas e treinadores. Conseqüentemente a sua correção através da hidratação antes e durante o exercício também tem ocupado muitos pesquisadores. Alguns estudos alertam para um possível erro ao superestimar a perda de líquidos em exercício prolongado e mais especificamente em provas de triathlon de longa duração (NOAKES,2000; SPEEDY et al,2000; SHARWOOD et al,2002) com isso algumas criticas foram feitas as recomendações da ACSM ( 2000) e NATA ( 2000) com respeito a ingestão de líquidos durante o exercício.

Este estudo buscou identificar este possível erro ao superestimar as perdas usando a pesagem como método não-invasivo e prático para a maioria dos organizadores e profissionais da saúde envolvidos.

Os resultados mostraram que ao se aplicar o fator de correção o percentual de sujeitos que estariam desidratados reduziu consideravelmente de 88,4 % para 46,15% sendo que destes nenhum com desidratação séria contra 7 ou 26,26 % assim classificados sem a correção.

Desta forma podemos confirmar com este estudo os dados os que os autores sugerem como perdas provenientes de fontes que não contribuem para a desidratação e que segundo Pastene et al, Brouns (1991), Karlsson e Saltin (1971) J e também citado por Noakes (2000), Sharwood (2002) e Speedy (2002) provem da oxidação da gordura corporal e do glicogênio armazenado no músculo juntamente com água, contribuindo substancialmente para a variação do peso corporal durante o exercício prolongado. Desta forma classificando atletas com perdas de ate 2 kg como eu-hidratados ou super-hidratados. Isto é de relevante importância devido ao risco de atletas desenvolverem hiponatremia ao tentar manter o peso ingerindo quantidades iguais ou superiores a perda de peso durante a prova.

### **Correlação entre perda de peso (variação percentual) e concentração de Na**

Observou-se que quanto maior a perda percentual de peso maior é a concentração de Na. Na variação percentual com correção encontramos  $r = 0,263$  e  $p = 0,195$  com a hipótese nula de correlação igual à zero. Portanto não existe correlação entre a perda de peso e a concentração de sódio no organismo. Na variação percentual sem correção temos  $r = 0,423$   $p = 0,031$  com hipótese nula de correlação igual à zero. Portanto se for utilizado o critério sem correção existe correlação entre a perda de peso e a concentração de sódio no organismo. Esta correlação é positiva, isto é a variação percentual sem correção, porém não segue uma distribuição normal fazendo com que o teste seja duvidoso.

Estes resultados são similares aos encontrados por Mara (2005) onde o aumento do percentual delta de mudança de peso provoca uma diminuição no nível de sódio final. Porém ao se observar os resultados com o fator de correção a correlação não existe.

Um estudo recente de Noakes et al (2005), onde 2135 pesagens de atletas participantes de provas de longa duração mostrou forte correlação entre o sódio final e a variação de peso, no entanto para estes cálculos não foram feitas nenhuma ratificação quanto as perdas de fontes que não contribuem para a desidratação. Com isso discute-se também a ingestão de sódio durante eventos de longa duração. Com um maior número de evidências correlacionando a hiponatremia com ganho de peso devido à alta ingestão de líquidos e conseqüentemente a diluição do eletrólito no espaço extracelular, houve um aumento na recomendação de ingestão de sódio durante eventos de longa duração por parte de instituições como a NATA e ACSM. Tais recomendações foram criticadas recentemente por Hew-Butler (2005) ao questionar através da sua pesquisa a suplementação de sódio durante o Ironman,

ao não encontrar evidências desta suplementação para manter os níveis adequados deste eletrólito. Também Noakes (2005) alerta que o ganho de peso juntamente com a baixa ingestão de sódio durante o exercício prolongado não indicativo para o aumento de risco de desenvolvimento hiponatremia induzida pelo exercício. A diluição do sódio para níveis hiponatremicos pode ser devida também a uma capacidade excretora dos rins muito baixa, ou seja, mesmo consumindo baixas quantidades de líquido durante a prova pode ocorrer uma retenção de líquidos possivelmente devido a uma inadequada supressão do hormônio anti-diurético, ou baixa circulação de sódio osmoticamente inativo ou falha na mobilização deste sódio osmoticamente inativo das assim chamadas reservas internas retornáveis vindas dos ossos e cartilagens.

## **5. CONCLUSÃO**

O presente estudo buscou através da pesquisa de campo responder principalmente algumas dúvidas surgidas e sugeridas como limitações de estudos anteriores. Baseado nos objetivos propostos chegou-se as seguintes conclusões:

1. As perdas hídricas ocorridas durante a prova foram evidenciadas neste estudo através da pesagem dos atletas antes e depois da prova.
2. Houve variação significativa na quantidade de sódio sérico sendo os resultados semelhantes à literatura;
3. Não houve evidência significativa na variação de potássio sérico nos atletas durante o evento de Ironman;
4. Houve correlação fraca do sódio sérico com a variação de peso ocorrida durante a prova;
5. Houve evidência de ganho de peso significativo proveniente do acúmulo de glicogênio e água, nas 48 horas que antecederam o evento;
6. Com aplicação do fator de correção, houve uma modificação significativa na classificação do perfil de hidratação;

Podemos concluir que com um grande aumento no número de participantes de provas atléticas de longa duração houve uma generalização das recomendações feitas a atletas e organizadores, no entanto alguns estudos como este estão sendo feitos usando critérios específicos para cada tipo de evento. Apesar deste estudo ter avançado no sentido de fornecer mais dados referentes as alterações fisiológicas ocorridas , faz se necessário mais estudos usando outros métodos para avaliar as perdas hídricas e sua implicação na performance e saúde dos atletas.

O método aqui utilizado (pesagem) foi avaliado e houve forte evidência de que a sua utilização continua sendo um bom referencial para eventos deste tipo, desde que sejam adotados critérios de avaliação do perfil hidroeletrólítico levando em consideração a variação de peso ocorrida ou não antes da prova.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ALMOND CS; SHIN AY; FORTESCUE EB; et al. **Hyponatremia among runners in the Boston marathon** N Engl J Med 2005;352:1550-6
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION; DIETITIANS OF CANADA. **Joint Position Statement: nutrition and athletic performance.** American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. Med Sci Sports Exerc. 2000 Dec;32(12):2130-45.
3. BROUNS F. **Heat-sweat-dehydration-rehydration: a praxis oriented approach.** J Sports Sci 1991; 9:143–152.
4. CARVALHO T; RODRIGUES T; MEYER F; et al. **Modificações dietéticas, reposição hídrica suplementos alimentares e drogas comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde.** Rev Bras Méd Esporte. 2003; 9(2):43-55
5. CASA DJ; ARMSTRONG LE; HILLMAN SK; MONTAIN SJ; REIFF RV RICH BS; ROBERTS WO; STONE JA . **National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes.** Journal of Athletic Training 2000;35(2):212–224
6. CHEUVRONT S N, SAWKA MN, **Hydration assessment of athletes.** Sports Science Exchange, 2005 97(18) 2.
7. COSTILL D L , COTE R, MILLER E, MILLER T, WYNDER S. **Water and electrolyte replacement during days of work in the heat.** 1970 Aviation, Space and Environmental Medicine 46, 795–800.
8. COYLE, E.F., et al., **Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate.** J Appl Physiol, 1986. 61(1): p. 165-72
9. CUNNINGHAM, J.J., **Is potassium needed in sports drinks for fluid replacement during exercise?** Int J Sport Nutr, 1997. 7(2): p. 154-9.

10. DA SILVA AI; FERNANDEZ R. **Dehydration of football referees during a match.** Br J Sports Med. 2003 Dec;37(6):502-6.
11. DALLAM GM; JONAS S; MILLER TK. **Medical considerations in triathlon competition: recommendations for triathlon organisers, competitors and coaches.** Sports Med. 2005;35(2):143-61.
12. DUGAS J. **Sodium ingestion and hyponatraemia: sports drinks do not prevent a fall in serum sodium concentration during exercise.** Br J Sports Med. 2006 Apr;40(4):372
13. EVANS EM, ROWE DA, MISIC MM, PRIOR BM, ARNGRIMSSON SA. **Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model.**2005.Med Sci Sports Exerc.Nov;37(11):2006-11.
14. GARRETT, William E.; KIRKENDALL, Donald T.. **A ciência do exercício e dos esportes.** Porto Alegre: Artmed, 2003
15. GULBIN JP; GAFFNEY PT. **Ultraendurance triathlon participation: typical race preparation of lower level triathletes.** Sports Med Phys Fitness. 1999 Mar;39(1):12-5.
16. GUYTON AC, HALL JE, **Tratado de Fisiologia Médica.** Em Guyton AC, Hall JE. Os compartimentos dos Líquidos Corporais: Líquidos Extracelular e Intracelular; Líquido Intersticial e Edema. Décima Edição Rio e Janeiro.Guanabara Koogan,2002. pp 250-255.
17. HEW-BUTLER TD, SHARWOOD K, COLLINS M, SPEEDY D, NOAKES TD.**Sodium supplementation is not required to maintain serum concentrations during an Ironman triathlon.** Br J Sports Med 2006;40:255–259
18. HEYWARD VH; STOLARCZYCK LM. **Avaliação da Composição Corporal Aplicada.** Manole.2000
19. HILLER WD. **Dehydration and hyponatremia during Triathlons.** Med Sci Sports Exerc.1989;21(5)(suppl): S219-22.
20. HILLER WD; O'TOOLE ML; FORTRESS EE; et al. **Medical and physiological considerations in triathlons.** Am J Sports Med 1987;15(2):164-167.
21. JEUKENDRUP AE; JENTJENS RL; MOSELEY L. **Nutritional considerations in triathlon.** Sports Med. 2005;35(2):163-81.
22. KARLSSON, J; SALTIN B. **Diet, muscle glycogen, and endurance performance.** J. Appl. Physiol. 3 l(2): 203-206.1971.
23. LAURSEN PB; RHODES EC. **Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon.** Sports Med. 2001;31(3):195-209.

24. LOHMAN TG; ROCHE AF ; MARTORELL R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Human Kinetics, 1998; (5):55-70.
25. MACHADO-MOREIRA CA; VIMIEIRO-GOMES A C; SILAMI-GARCIA E *et al.* **Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente?**. *Rev Bras Med Esporte*, Nov./Dec. 2006, vol.12, no.6, p.405-409. ISSN 1517-8692.
26. MARA, LS. **Alterações Hidroeletrólíticas Agudas no Triatlon Ironman Brasil**. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desporto, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2005.
27. MAUGHAN RJ. **Termoregulation and fluid balance in marathon competition at low ambient temperature**. *Int J Sports Med* 1985;6:15-19.
28. MCARDLE, William D; KATCH, Frank I; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003
29. MITCHELL, J.B., VOSS, K.W. **The influence of the volume of fluid ingested on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise**. 1991 *Medicine and Science in Sports and Exercise* 23, 314–19.
30. MONTAIN, S.J., COYLE, E.F. **Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume**. 1992 *Journal of Applied Physiology* 73, 903–10.
31. NOAKES TD, SHARWOOD K, SPEEDY D, HEW T, REID S, DUGAS J, ALMOND C, WHARAM P, WESCHLER L: **Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia: Evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances**. *Proc Natl Acad Sci U S A* 102: 18550–18555, 2005.
32. NOAKES, K SHARWOOD, M COLLINS AND D R PERKINS. **The dipsomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete**. 2004. *Br J Sports Med*. Aug;38(4):E16
33. NOAKES, T.D., **The hyponatremia of exercise**. *Int J Sport Nutr*, 1992. 2(3): p. 205-28.
34. NOAKES TD. **Lore of running**. 4<sup>th</sup> Ed. Southern Africa: Human Kinetics, 2001
35. NOAKES TD, MYBURGH KH, DU PLESSIS J, et al. **Metabolic rate, not percent dehydration, predicts rectal temperature in marathon runners**. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23:443–449

36. NOAKES TD; NORMAN RJ; BUCK RH; et al. **The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise.** Med Sci Sports Exerc. 1990 Apr;22(2):165-70.
37. O'TOOLE ML, DOUGLAS PS, LAIRD RH, HILLER DB. **Fluid and electrolyte status in athletes receiving medical care at an ultradistance triathlon.** Clin J Sport Med. 1995;5(2):116-22.
38. O'TOOLE ML. **Training for ultraendurance triathlons.** Med Sci Sports Exerc. 1989 Oct; 21(5 Suppl):S209-13.
39. O'TOOLE ML;DOUGLAS PS. **Applied physiology of triathlon.** Sports Med. 1995 Apr;19(4):251-67.
40. O'TOOLE, ML . **Prevention and treatment of electrolyte abnormalities.** In medical Coverage of Endurance Athletic Events. Columbus Ross Laboratories, 1988, pp93-96.
41. OPPLIGER, R.A. AND C. BARTOK. **Hydration testing for athletes.** Sports Med. 2002 32: 959-971.
42. PASTENE, J., GERMAIN, M., ALLEVAR, A.M., GHARIB, C., LACOUR, J.-R. (1996). **Water balance during and after marathon running.** European Journal of Applied Physiology 73, 49–55. 1996
43. PEREIRA, AM; LIMA, AJ; MARENGO, L; et al. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos da UDESC.** Florianópolis, SC. 2005
44. ROGERS G; GOODMAN C; ROSEN C. **Water budget during ultra-endurance exercise.** Med Sci Sports Exerc. 1997 Nov;29(11):1477-81.
45. ROSNER MH, KIRVEN J. **Exercise-Associated Hyponatremia.** Clin J Am Soc Nephrol 2: 151–161, 2007.
46. SAWKA MN, MOUNTAIN SJ, LATZKA WA. **Hydrataion effects on termoregulation and performance in the heat.** Comparative Biochemistry and Physiology, 2001. Part A 128:679-690
47. SAWKA MN; MONTAIN SJ. **Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress.** Am J Clin Nutr 2000;72(suppl):564S-72S.
48. SAWKA, M.N., S.N. CHEUVRONT S.N, CARTER R. **Human water needs.** 2005 Nutrition Reviews. 63(6): S30-39, 2005
49. SHARWOOD, K., et al., **Weight changes, medical complications, and performance during an Ironman triathlon.** Br J Sports Med, 2004. 38(6): p. 718-24.



50. SHARWOOD K; COLLINS M; GOEDECKE J; et al. **Weight Changes, sodium levels, and performance in the South African Ironman Triathlon.** Clin J Sport Med 2002;12:391-399.
51. SHIRREFFS SM. **Markers of hydration status.** J Sports Med Phys Fitness. 2000 Mar;40(1):80-4.
52. SHIRREFFS SM; ARAGON-VARGAS LF; CHAMORRO M; et al. **The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat.** Int J Sports Med. 2005 Mar;26(2):90-5.
53. SPEEDY DB, CAMPBELL R, MULLIGAN G, et al. **Weight changes and serum sodium concentrations after an ultraendurance multisport triathlon.** Clin J Sport Med 1997; 7:100–103
54. SPEEDY DB; NOAKES TD, KIMBER NE ET AL. **Fluid balance during and after Ironman Triathlon.** Clin J Sport Med. 2001; 11:44-50.
55. SPEEDY DB; ROGERS I; SAFIH S; ET AL. **Hyponatremia and seizures in an ultradistance triathlete.** J Emerg Med.2000;18(1):41-44
56. SPEEDY DB; ROGERS IR;NOAKES TD; ET AL **Diagnosis and prevention of hyponatremia at an ultradistance triathlon.** Clin J Sport Med 2000;10;52-58
57. SPEEDY, D.B., ET AL., **A prospective study of exercise-associated hyponatremia in two ultradistance triathletes.** Clin J Sport Med, 2000. 10(2): p. 136-41.
58. SPEEDY DB;NOAKES TD; ROGERS IR; THOMPSON JM; et al. **Hyponatremia in ultradistance triathletes.** Med Sci Sports Exerc. 1999 Jun;31(6):809-15.
59. NOAKES, K SHARWOOD, M COLLINS AND D R PERKINS. **The dipsomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete.** 2004. Br J Sports Med. Aug;38(4):E16
60. WALSH, N.P., S.J. LAING, S.J. OLIVER, J.C. MONTAGUE, R. WALTERS AND J.L.J. BILZON. **Saliva parameters as potential indices of hydration status during acute dehydration.** 2004 Med. Sci. Sports Exerc. 36:1535-1542.

## ANEXOS

## Anexo I – Termo de Consentimento



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

Título do Projeto: Fator de Correção para Perdas Hídricas em Triatlo de Longa Duração

Caro atleta,

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa, devido ao fato de estar inscrito na prova do Ironman Brasil 2006 (28/05/2006) e ser morador de Florianópolis . Sendo que você deverá disponibilizar-se nesta ocasião (contato inicial -2ª quinzena de Abril-1ª quinzena de Maio) , durante 30 minutos, onde responderá um questionário e logo em seguida irá submeter-se a pesagem da massa corporal usando trajes de banho e avaliação antropométrica , com um medidor de dobras cutâneas. Esta avaliação será repetida uma semana antes da prova do Ironman Brasil 2006 (20/05/2006) , e dois dias antes da prova (26/05/2006) antes ou após o congresso técnico, e um dia depois da mesma (29/05/2006) antes da cerimônia de premiação . Dois dias antes da prova será feita também a coleta de amostra sanguínea no laboratório móvel Santa Luzia, sendo que cerca de 10 ml de sangue serão retirados e armazenados para posterior processamento e análise. O

laboratório se posicionará próximo ao local de pintura. Quando você cruzar a linha de chegada, será identificado e conduzido, por um pesquisador ao laboratório móvel, o qual estará a cerca de 10 metros da mesma, devendo então, dispor 10 minutos de seu tempo para nova coleta de sangue, medida de pressão arterial, verificação de mucosas oculares e pesagem de massa corporal.

Informações adicionais: Serão obtidos parâmetros laboratoriais de eletrólitos, como  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , bem como o registro de peso corporal antes e depois da prova.

Você deverá se submeter a retirada de amostragem sanguínea, para isso pode sofrer o desconforto de punção venosa por agulha fina. Todo o material é descartável e estéril sem riscos de contaminações ao atleta.

Assim sendo, você poderá se beneficiar obtendo informações sobre o perfil hidroeletrolítico ao final da prova permitindo avaliar a adoção de estratégia de hidratação correta ou não. Obter informações sobre o stress ou lesão muscular que ficou exposto.

A avaliação antropométrica se dará através das medidas de dobras cutâneas na perna tronco e braço, esta medida será feita com um aparelho específico (plicômetro) onde o pesquisador puxará com uma das mãos a sua pele e em seguida pinçará com o aparelho que possui uma mola, esta ação será sentida por você como um leve beliscão. Através desta medida poderemos acompanhar as modificações na composição corporal (quantidade de gordura e massa muscular) antes e durante a realização da prova. Com isto poderemos saber com mais precisão se a perda de peso durante a prova foi devida a uma perda de líquidos ou não, e se esta perda foi significativa ou não

Todo atleta que participar deste estudo receberá as instruções, bem como

acompanhamento durante os procedimentos práticos pela equipe de pesquisadores previamente articulada e organizada sob orientação do professores orientadores Dr. Francisco da Rosa Neto, Dr. Tales de Carvalho e os pesquisadores Roberto Lemos e Lourenço Sampaio de Mara .

Todos os dados colhidos serão sigilosos e avaliados apenas pelos pesquisadores e informados a você.

Pessoa para contato ( Roberto Lemos)

Francisco da Rosa Neto - orientador- Cefid – UDESC.

Tales de Carvalho - orientador- Cefid – UDESC.

Roberto Melo de Lemo – Mestrando 33690273/ 96022556

[roberlemos@ig.com.br](mailto:roberlemos@ig.com.br)

Lourenço Sampaio de Mara – pesquisador 91025672

## 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 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,

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ .