1- Introdução

A resistência pertence à natureza humana. Resistir contra o cansaço, às adversidades e às situações psicológicas são exemplos de ações cotidianas que realçam esta capacidade. Ela é uma característica motora, mas também de caráter. Sua qualidade é determinada pelo sistema cardiocirculatório, pelo sistema muscular, pelo sistema nervoso, pelo metabolismo e por componentes psicológicos. No esporte, ela sempre exerceu um certo fascínio dada a busca incessante de estender os limites humanos.

A capacidade de resistência do organismo contra a fadiga entra diferentemente nas várias modalidades esportivas, dependendo de sua duração, intensidade e ações desenvolvidas.

Em função de suas diferentes formas de manifestação, a resistência pode ser subdividida em diversos tipos, sendo esses relacionados à quantidade de massa muscular envolvida no exercício, à utilização de substratos energéticos, ao trabalho muscular, à especificidade da modalidade esportiva, à duração da atividade e formas de exigências motoras (HOLLMAN e HETTINGER, 2005).

Nas modalidades cíclicas de longa duração como as corridas de fundo, o ciclismo de estrada, a natação de longas distâncias, bem como a junção dessas atividades, o *triathlon*, a resistência manifesta-se de forma dinâmica, geral e de longa duração, onde a via metabólica prioritária de produção de energia é a oxidação de substratos energéticos (carboidratos e ácidos graxos), cujos produtos são utilizados pela cadeia de transporte de elétrons e fosforilação oxidativa.

O t*riathlon* é uma modalidade esportiva que reúne num só evento três modalidades cíclicas (natação, ciclismo e corrida) realizadas consecutivamente. Apesar de recente, quando comparada a outros esportes, essa modalidade tem se difundido com grande rapidez no cenário mundial e alcançou o *status* de esporte olímpico nos Jogos Olímpicos de Sidney, no ano de 2000. As distâncias percorridas em provas oficiais variam entre 0,75, 20 e 5 Km (*short triathlon*) e 3,8; 180 e 42,2 Km (*ironman*) para natação, ciclismo e corrida, respectivamente. Nas provas de longa

duração, o esforço realizado pelos atletas de nível elevado pode durar cerca de 4 horas para o meio *Ironman* e 10 horas para o *Ironman* (SCOTT, 2004).

O treinamento para provas de *triathlon* produz alterações fisiológicas nos atletas, de forma que eles consigam manter altas taxas de dispêndio energético durante intervalos de tempo prolongados, sendo que tais modificações ocorrem tanto em estruturas centrais quanto locais. Essas alterações são induzidas pela rotina de exercícios, que tem por finalidade a melhora da capacidade do atleta suportar longos períodos em atividade muscular sem interrupção (BARBANTI, 2000; POWERS e HOWLEY, 2000).

O exercício representa um *stress* físico que provoca alterações no equilíbrio dinâmico do organismo (MASTORAKOS, PAVLATOU, DIAMANTI-KANDARAKIS e CHROUSOS, 2005), caracterizando-se assim como o fator primordial para a adaptação do organismo ao treinamento. Somente o estímulo específico e devidamente controlado é capaz de elevar a prontidão física do atleta independente da modalidade esportiva, ou seja, as adaptações ao treino só ocorrem quando as estruturas (sistemas e músculos) envolvidas no exercício são devidamente estimuladas durante as sessões de treinamento.

Com base nessas afirmações, a proposta desse estudo foi estudar a dinâmica das alterações ocorridas durante a preparação e após uma competição de meio *ironman*. Para tanto, foram avaliados indicadores plasmáticos e sorológicos (lesões musculares, resposta inflamatória, *shift* metabólico e *stress* oxidativo), urinários (densidade, pH, creatinina, potássio, hemácias e leucócitos), de ansiedade e percepção de esforço (estado de ansiedade e escala RPE de Borg) para verificar o comportamento dos sistemas fisiológicos envolvidos nas respostas promovidas pelo exercício de resistência.

Muitos desses fatores são estudados em atletas que apresentam sinais de fadiga. Acredita-se que esses indivíduos necessitem de maior atenção, não apenas para a compreensão dos mecanismos envolvidos no *stress* imposto pelo exercício, mas também para a identificação dos marcadores desses eventos (FRY, MORTON e KEAST, 1991; HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

O *stress* imposto pelo exercício pode ser caracterizado de duas formas: o *stress* de curta duração ou *overreaching* e o *stress* de longa duração ou *overtraining*

(FRY et al., 1991). A busca por alterações que indiquem o surgimento do *stress* de curta duração *(overreaching)* deve ser um componente de rotina no programa de treinamento e necessita ser incorporada de forma que o *overreaching* não seja confundido com o *overtraining*. A incorporação de um sistema de rastreamento da fadiga induzida pelo treino poderia ser uma ferramenta importante para a rotina de trabalho dos treinadores, sendo útil na prevenção do processo de *overtraining* e importante para o controle das cargas diárias de exercício a que os atletas devem ser submetidos.

Muitos estudos examinaram os efeitos do treinamento intenso no *overreaching*, em inúmeros marcadores fisiológicos, bioquímicos, psicológicos, imunológicos e endócrinos (URHAUSEN e KINDERMAN, 2002). Porém, atualmente não existe um único indicador que seja capaz de identificar isoladamente o *overreaching* e o *overtraining*. Possíveis indicadores incluem fatores neuroendócrinos, imunossupressão, indicadores de lesão muscular, redução do conteúdo de glicogênio muscular, da capacidade aeróbia (muscular, ventilatória e cardíaca), alterações bruscas de humor e do rendimento. Assim sendo, o reconhecimento do *overtraining* pode ocorrer através da identificação de indicadores que não retornam a sua linha de base após do devido período de recuperação (BORG, 1982; FRY et al., 1991).

São inúmeras as limitações à utilização dos indicadores classicamente estudados na literatura isoladamente, isso torna necessário o estudo simultâneo desses indicadores, tornando possível verificar a sua eficácia na determinação do *stress* induzido pelo treinamento e competição. Outras limitações importantes são generalizações a partir de estudos *in vitro* e em modelos animais, as quais não consideram o treinamento como processo duradouro e que o estado de treinamento dos indivíduos estudados pode afetar esses resultados e a necessidade de encontrar indicadores que reflitam a condição do organismo como um todo (direta ou indiretamente) e não apenas em sistemas isolados.

Este estudo teve por finalidade fornecer dados acerca do estado de *stress* em atletas de *triathlon* em diferentes momentos de treino e após uma prova de meio *Ironman.* Para tanto, foram estudados 12 atletas, dos quais foram obtidos dados de composição corporal, plasma, soro, urina, estado de ansiedade pré-competitiva e

percepção de esforço na tentativa de ilustrar a resposta ao treinamento de volume crescente e após uma prova de meio *ironman*.

2- Objetivos

2-1- Objetivos gerais

Verificar as alterações induzidas pelo *stress* produzido pelo treinamento e por uma prova de meio *ironman* (1,9 Km de natação, 90 Km de ciclismo e 21 Km de corrida) em atletas dessa modalidade esportiva utilizando-se de diversos indicadores simultaneamente com a finalidade de observar as alterações dos diferentes sistemas frente a situações de treinamento e competição.

2-2- Objetivos específicos

Estudar as alterações fisiológicas no *stress* induzido pelo treinamento e após uma prova de meio *ironman* por meio de indicadores de composição corporal (massa corporal, dobras cutâneas e bioimpedância elétrica), lesões musculares (creatina cinase e lactato desidrogenase), indicadores inflamatórios (proteína C reativa, interleucina-6 e interleucina-10), *stress* oxidativo (α-tocoferol e ferro), *shift* metabólico (cortisol e ácidos graxos plasmáticos), urina tipo-1. Examinar ainda o estado de ansiedade (através do inventário Competitive State Anxiety Inventory - 2 - SCAI-2 -) e a percepção subjetiva de esforço (escala de medida do esforço percebido - RPE - de Borg).

3- Justificativa

Apesar de inúmeros estudos anteriores terem contemplado os efeitos do treinamento em modalidades aeróbias, tais resultados não podem ser extrapolados para o *triathlon* em função de suas peculiaridades. Atualmente, o crescimento do número de praticantes e da quantidade de eventos permite o estudo dos efeitos da prática do *triathlon* tanto em situação de treino quanto de competição. Assim sendo,

existe a necessidade de reconhecimento dos sintomas associados ao *overreaching* que permitirá o repouso adequado para a recuperação do atleta.

Outro fator importante é a escassez de estudos publicados acerca da alteração de indicadores de *stress* em atletas de *triathlon* em condições reais de treino e competição, de forma que poucos trabalhos refletem os efeitos do treinamento e da participação de competições de longa distância em condições ambiente.

Portanto, a proposta foi desenvolver um estudo das alterações fisiológicas induzidas pelo *stress* em triatletas como um fenômeno que decorre de fatores intrínsecos e extrínsecos ao treino e à competição. O estudo do *stress* por meio de inúmeras variáveis permitirá entender as modificações que ocorrem no organismo durante o treinamento e após uma prova de meio *ironman* através do estado fisiológico dos atletas em condições reais de treino e competição.

4- Revisão de Literatura

4-1- Stress e Exercício

Por definição, o *stress* é uma interferência no bem-estar físico e mental que pode ser provocada tanto por fatores internos quanto externos ao organismo. Esse evento fisiológico não é considerado uma patologia, já que as reações do organismo ao *stress* podem ser tanto positivas como negativas (SELYE, 1976).

O *stress* ocorre quando estímulos físicos e emocionais excedem a capacidade do indivíduo em tolerá-los, sendo que o mecanismo preciso para o desenvolvimento do *stress* ainda não foi totalmente estabelecido. Quando o balanço entre o treinamento e a recuperação é inadequado, o *stress* causado pelas cargas de treinamento e a tolerância do indivíduo aos programas diários de exercícios pode desencadear o fenômeno denominado *overtraining* (KUIPERS e KEIZER, 1988; FRY et al., 1991).

Muitos fatores podem levar ao *stress*, entre eles: fatores periféricos relacionados à capacidade do músculo esquelético em repor os estoques de energia

(glicogênio muscular), as microlesões causadas pelo treinamento, fatores centrais associados aos sistemas nervoso central e endócrino, além de outros fatores como variáveis sociais, materiais, emocionais, treinamento monótono, lesões, infecções e intenso calendário de competições (FRY et al., 1991).

Apesar das evidências de aparecimento de *overtrainig* parecerem óbvias e relativamente fáceis de serem evitadas, não existem indicadores fisiológicos ou psicológicos precisos que confirmem que ele esteja se instalando (LEHMANN, FOSTER e KEUL, 1993; HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Atualmente, a pesquisa relacionada à resposta aguda e crônica ao exercício é composta por muito poucos estudos controlados, provavelmente por aspectos éticos e pela dificuldade em detectar tal fenômeno. Estudos sistemáticos ainda são necessários para entender o *stress*, o *overreaching* e o *overtraining*. Além da busca por marcadores e por mecanismos que causam a fadiga com conseqüente redução do rendimento.

O *overreaching* é o acúmulo de fatores de *stress* relacionados e não relacionados ao treino, que resulta em reduções temporárias no rendimento com ou sem sintomas fisiológicos e psicológicos de *overtraining*, de forma que a recuperação do desempenho pode levar dias ou semanas. Enquanto que o o*vertraining* é o acúmulo de fatores de *stress* relacionados ou não ao treino, que resulta em reduções crônicas de rendimento com ou sem sintomas fisiológicos e psicológicos de *overtraining*, de forma que a recuperação do desempenho pode levar de semanas a meses (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

A indução de *stress* de curto prazo ou *overreaching* é considerada parte constituinte do programa de treinamento, porém, esse processo é distinto do *stress* de longa duração ou *overtraining*. Quando a recuperação do atleta é adequada, o *overreaching* desaparece e o estado conhecido como supercompensação deverá ocorrer com conseqüente incremento do rendimento (ZATSIORSKY, 1999). Esse fenômeno é muito conhecido na prática do treinamento desportivo e está esquematizado na Figura 1.

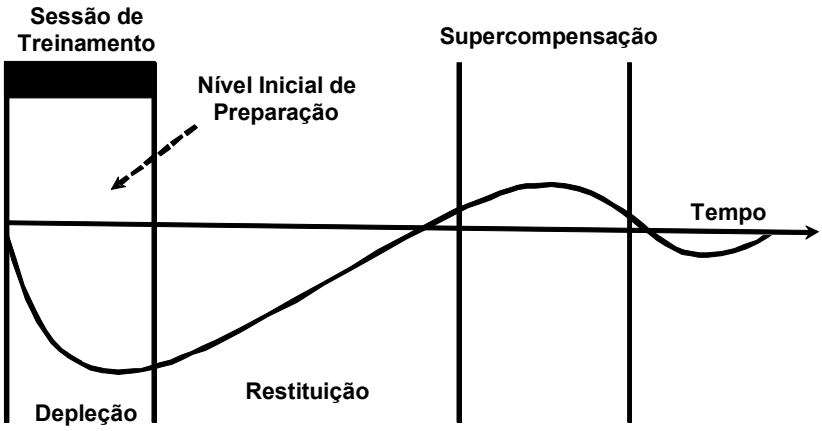

FIGURA 1- Tempo de restauração da capacidade de desempenho do atleta após uma sessão de treino de acordo com a teoria de um fator. O eixo vertical representa a reserva de substratos energéticos de repouso ou o nível de preparação do atleta e a linha curvilínea a dinâmica da alteração desses indicadores em função do treino (Modificado de ZATSIORSKY, 1999).

Se a devida recuperação não ocorrer, o estado de *overreaching* progressivamente irá ceder e o *overtraining* irá se instalar. Esse fenômeno pode ser confundido com a estabilização da resposta do atleta ao treino, podendo levar à intensificação ou à modificação do conteúdo do treinamento, com conseqüente piora do estado de *overtraining* e redução ainda mais acentuada do rendimento e de indicadores psicossomáticos.

O *overtraining* é extremamente prejudicial ao atleta, principalmente pela impossibilidade de continuação do programa de treinamento, podendo levar à conseqüências fisiológicas associadas à saúde do indivíduo (LEHMANN, LORMES, OPITZ-GRESS, STEINACKER, NETZER, FOSTER e GASTMANN, 1997). A evolução do estado de *overreaching* para o *overtraining* está esquematizada na figura 2.

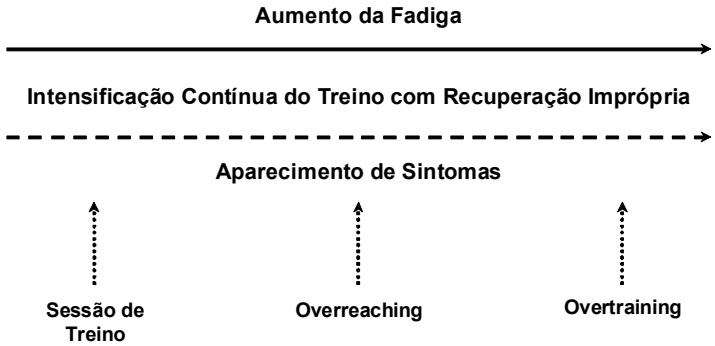

FIGURA 2- Esquema do desenvolvimento do *Overtraining*. Em caso de não modificação ou intensificação dos conteúdos de treino, o estado de fadiga do atleta aumenta (de aguda para crônica) e pode conduzi-lo ao *overtraining* (Modificado de HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Atualmente, duas teorias são utilizadas para explicar o *stress* induzido pelas cargas de treino (SELYE, 1976) e o estabelecimento do *overtraining* (ISRAEL, 1976):

De acordo com SELYE (1976), a resposta do organismo ao *stress* ocorre de modo trifásico e a habilidade do corpo suportá-lo é finita. A primeira fase é denominada estágio de “alarme”; caracterizada pela redução generalizada da resistência aos fatores estressores. O segundo estágio, denominado estágio de “resistência” é caracterizado pela estabilização dos indicadores de *stress* abaixo do normal e, finalmente, o terceiro estágio é denominado fase de “exaustão”, definido pela redução brusca da capacidade do indivíduo suportar o *stress*.

Segundo ISRAEL (1976) a síndrome do *overtraining* é o resultado da predominância da atividade do sistema nervoso simpático ou parassimpático sobre o outro, sendo aceito que a forma em que há dominância do sistema parassimpático seja o estágio mais avançado de *overtraining*.

Assim sendo, o *stress* é considerado como parte integrante do treinamento e da evolução do rendimento atlético, podendo ser classificado de acordo com o tipo de esforço realizado e com o metabolismo predominante.

4-2- Triathlon, Treinamento e Stress

O *triathlon* é uma modalidade esportiva de resistência que apesar de cíclica, apresenta peculiaridades no que diz respeito à preparação e competições. Tais particularidades decorrem da modificação do gesto técnico em dois momentos da prova (natação para ciclismo na primeira transição e ciclismo para corrida na segunda transição). Apesar das modalidades de natação, ciclismo e corrida não terem relação mecânica entre si, o fato de serem realizadas consecutivamente faz com que os atletas realizem praticamente toda a prova com cansaço acumulado das etapas anteriores (WENDY, KHORTH, MORGAN e SKINNER, 1987; OKAWARA, HAGA, HA, OH-ISHI, TOSHINAI, KIZAKI, JI, SUZUKI e OHNO, 2003).

Durante o treinamento ou uma prova de *triathlon*, o atleta modifica a posição do seu corpo, o que resulta em alterações hemodinâmicas em decorrência da postura e nova solicitação muscular. Outro aspecto a ser considerado, é o fato de que os atletas realizam as etapas de ciclismo e corrida com acúmulo dos produtos de degradação metabólica (lactato) produzidos na etapa de natação, o que pode modificar a mecânica do gesto como ele foi treinado, resultando num estado de fadiga ainda maior por ineficiência técnica (SLEIVERT e ROWLANDS, 1996).

A preparação para uma prova *triathlon* prioriza o aumento da capacidade de realizar contrações musculares específicas prolongadas em maior intensidade possível, sendo necessários, em média, 3 a 5 horas de natação, 6 a 10 horas de ciclismo e 4 a 6 horas de corrida, por semana, na fase de preparação específica (DE VITO, BERNARDI, SPROVIERO e FIGURA, 1995; HAUSSWIRTH, BIGARD e GUEZENNEC, 1997; SCOTT, 2004; SOWELL e MOUNTS, 2005), sendo que para tanto, utiliza-se dos métodos de treinamento de carga contínua e/ou intervalado (BARBANTI, 1997; GOMES, 1999).

Durante o período de preparação, um atleta de *triathlon* de nível elevado pode chegar a percorrer 450 Km/semana (média de 12 Km de natação, 365 Km de ciclismo e 73 Km de corrida) para completar uma prova de *ironman* (O'TOOLE, 1989).

De acordo com HEGEDUS (1992), um exemplo de organização do treinamento é o esquema utilizado pelos treinadores e atletas do leste europeu, onde o volume de treino é dividido na seguinte proporção:

- 43% de treinamento contínuo ou *fartlek* no segmento da natação;
- 98% de treinamento contínuo ou *fartlek* no segmento do ciclismo e
- 85% de treinamento contínuo ou *fartlek* no segmento da corrida.

Essas características de treino se fazem necessárias para o aprimoramento técnico dos atletas e ajuste da via metabólica envolvida, que é a produção de adenosina trifosfato (ATP) pela via oxidativa (BARBANTI, 2000; POWERS e HOWLEY, 2000).

Essas características de carga de treino promovem inúmeras modificações metabólicas e morfológicas nos atletas envolvidos nessas atividades. Essas adaptações ocorrem tanto em estruturas locais (músculo esquelético) quanto centrais, correspondendo principalmente aos sistemas cardio-circulatório, respiratório e endócrino (KHORTH, O´CONNOR e SKINNER, 1989; FARBER, SCHAEFER, FRANEY, GRIMALDI e HILL, 1991).

Em função das características do *triathlon*, freqüentemente são necessárias estratégias bem definidas de realização de sessões de treino e competição; tais como hidratação constante e suplementação de carboidratos, sendo que em certos casos pode ocorrer à utilização de analgésicos. Estudos anteriores encontraram alterações de parâmetros fisiológicos como freqüência cardíaca, pressão arterial, capacidade vital forçada e capacidade expiratória forçada após uma prova de *triathlon* de longa distância (SHARWOOD, COLLINS, GOEDECKE e NOAKES, 2003; SEEDHOUSE, WALSH e BLABER, 2006).

Durante uma prova de *triathlon*, um dos fatores que mais se altera é o estado de hidratação do indivíduo. Consensualmente, essas alterações podem ser perigosas a partir do momento em que a perda líquida for igual ou superior a 7% do peso corporal dos atletas (SHARWOOD et al., 2003).

A tabela 1 evidencia resumidamente algumas alterações fisiológicas sofridas pelos atletas em função do *stress* físico e emocional decorrentes dessa competição.

TABELA 1- Sumário das alterações fisiológicas em triatletas depois de provas de *Ironman* (modificado de SHARWOOD et al.; 2003).

VARIÁVEL	ANTES DA PROVA	DEPOIS DA PROVA
Peso Corporal (Kg)	75,5	72,5
Pressão Arterial (mmHg)	133 / 78	114 / 74
Temperatura Corporal (°C)	--	37,3

Atualmente, existem poucos estudos controlados que evidenciem os efeitos do treinamento sistemático nos indicadores de *stress* e na resposta aguda e crônica ao exercício em atletas de *triathlon*. Assim, torna-se necessário o estudo das variáveis importantes acerca das condições fisiológicas e emocionais dos atletas que se submetem ao treinamento e competem nessa modalidade.

No caso do *triathlon*, estudos têm detectado alterações em parâmetros de *stress* em atletas dessa modalidade (KHORTH et al., 1989; FARBER et al., 1991; LEHMANN et al., 1993; DE VITO et al., 1995). Porém, torna-se importante salientar que esses trabalhos abordaram os eventos fisiológicos promovidos pelo treinamento e pela competição como fatores isolados e em diferentes sistemas do organismo.

No caso de indicadores de lesões musculares, SUZUKI, PEAKE, NOSAKA, OKUTSU, ABBISS, SURRIANO, BISHOP, QUOD, LEE, MARTIN e LAURSEN (2006) encontraram aumento significante da atividade da creatina cinase (CK) e da lactato desidrogenase (LDH) imediatamente após uma prova de *Ironman*. Porém, os valores dessas enzimas mostraram-se menores que os encontrados em atletas de maratona e ultramaratona, o que pode indicar que o maior índice de lesões musculares durante uma prova de *triathlon* ocorre durante o segmento de corrida, e que o estado de treinamento dos atletas pode interferir nesses resultados (FARBER et al., 1991).

As enzimas creatina cinase e lactato desidrogenase são responsáveis pela ressíntese do ATP e pela conversão do piruvato a ácido lático no final da via glicolítica, respectivamente. Essas enzimas são encontradas no plasma ou soro de atletas quando ocorre a perda da integridade da membrana da célula muscular, que

geralmente é resultado de contrações musculares vigorosas (VAN RENSBURG, KIELBLOCK e VAN DER LINDE, 1986; MARGARITIS, TESSIER, VERDERA, BERMON e MARCONNET, 1999). Dessa forma, a atividade da CK e da LDH é utilizada para detecção de lesões musculares decorrentes do exercício, bem como, de patologias associadas à estrutura muscular. Torna-se importante salientar, que existem três isoformas de CK; a CK-BB ou CK-1, encontrada no cérebro; a CK-MB ou CK-2, encontrada no miocárdio e a CK-MM ou CK-3, que está presente no músculo esquelético, que é a isoforma habitualmente mensurada no soro ou no plasma como indicador de lesão muscular (SUZUKI et al., 2006).

O exercício de resistência também promove reações nos sistema nervoso autônomo e no eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, que atuam na manutenção da homeostase do organismo. Isso inclui a elevação do hormônio do crescimento (GH), do cortisol e das catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) no plasma (MASTORAKOS et al., 2005).

Em resposta ao *stress* imposto pelo exercício, o córtex adrenal secreta glicocorticóides, dos quais o cortisol representa 95% do total. Nos tecidos periféricos, o cortisol estimula a lipólise (no tecido adiposo), aumenta a degradação e reduz a síntese de proteínas musculares. Após sessões de treino e/ou competições, ocorre o aumento agudo da concentração plasmática de cortisol (VOLEK, KRAEMER, BUSH, INCLEDON e BOETES, 1997). No caso de atletas de provas de resistência, a curva de aumento de cortisol plasmático parece correlacionar com a curva do VO_2, sendo que a linha de base desse hormônio no plasma desses atletas é levemente elevada em relação a indivíduos não treinados, o que pode representar um efeito adaptativo às cargas de treinamento. Esse efeito parece ocorrer também em relação às catecolaminas e a interleucina–6 (KRAEMER e RATAMES, 2005; VOLEK et al., 1997; MASTORAKOS et al., 2005).

O exercício de resistência aeróbia também possui um potente efeito no sistema imunológico. Durante o exercício prolongado, citocinas pró-inflamatórias como a interleucina-6 (IL-6) são secretadas. A IL-6 é responsável por muitos aspectos da resposta inflamatória aguda. Além disso, a síntese de IL-6 é regulada em parte pelo *stress* oxidativo (exercício com maior utilização de ácidos graxos pelo

músculo esquelético) (SACHECK, CANNON, HAMADA, VANNIER, BLUMBERG e ROUBENOFF, 2006).

Originalmente, a IL-6 foi descoberta em células mononucleares suspensas em cultura. Porém, estudos recentes demonstraram que a IL-6 é produzida e secretada também por músculos em contração durante o exercício (STEENSBERG, 2003).

Essa liberação está relacionada ao processo de contração e com baixo conteúdo de glicogênio. A IL-6, proveniente do músculo em contração (miocina), parece ter um papel importante na sinalização entre o músculo e tecido adiposo, cujo objetivo é aparentemente manter o suprimento energético. Portanto, a IL-6 parece estar envolvida com a lipólise em humanos e pode ser importante na economia de glicose durante o exercício. Em adição, a IL-6 muscular parece ser responsável pelo início de muitas alterações da função imune induzidas pelo exercício, como aumentar a concentração plasmática de IL-1, IL-10 e cortisol (PEDERSEN, STEENSBERG, KELLER, KELLER, FISCHER, HISCOCK, VAN HALL, PLOMGAARD e FEBBRAIO, 2003; STEENSBERG, 2003; SUZUKI et al., 2006).

A proteína C reativa (PCR) é outro indicador muito utilizado na detecção da resposta inflamatória aguda após o exercício e no diagnóstico de doenças coronarianas. A PCR possui uma função importante no reparo de células danificadas, se ligando aos fosfolípides de membrana e atraindo macrófagos para a região danificada, ela atua também na ativação de células endoteliais para a produção de moléculas de adesão (PIHL, ZILMER, KULLISAR, KRAINE, PULGES e ZILMER, 2003; KASAPIS e THOMPSON, 2005). Devido a sua função, a PCR é um indicador comumente utilizado em associação com as enzimas indicativas de lesão muscular (CK-MM e LDH) e citocinas, no estudo dos efeitos do exercício no índice de lesões musculares e processo inflamatório induzido pelo exercício.

Outro importante marcador que pode ser medido no sangue é a concentração de ferro sérico. O ferro é um mineral necessário para mecanismos fisiológicos como transporte de oxigênio, sendo utilizado como marcador de distúrbios como anemia e *stress* oxidativo. Aproximadamente, 65% do ferro presente no corpo está presente na hemoglobina (glóbulos vermelhos), 4% é encontrado na mioglobina (isoforma da hemoglobina presente no músculo esquelético), 30%, no fígado (armazenado como

ferritina), medula óssea e células reticuloendoteliais do baço. E uma pequena porcentagem é transportada entre diversos compartimentos ou faz parte da composição de enzimas (SUEDEKUM e DIMEFF, 2005).

Em atletas de provas de longa duração, é comum a redução do conteúdo de ferro sérico após treinos de grande volume e competições. Esse efeito se deve a isquemia induzida pelo exercício, hemólise decorrente do impacto, hemólise por aumento de temperatura e sudorese, sendo que os maiores índices de perda ocorrem em mulheres (HALLIWELL e GUITTERIDGE, 1999).

A vitamina E (alfa-tocoferol) também é um indicador sorológico de *stress* oxidativo muito utilizado em esportes de longa duração. Tem-se relatado na literatura inúmeros casos de redução da concentração de alfa-tocoferol no sangue de atletas após competições ou mesmo sessões de treino extenuantes. A vitamina E atua especificamente na proteção contra radicais livres gerados pela peroxidação lipídica, impedindo a interação destes com lipídeos de membrana (fosfolípides) ou cadeias de ácidos graxos adjacentes. Sendo assim, é comum a prática de suplementação de vitamina-E em esportes como o *triathlon*, na tentativa de reduzir os efeitos do *stress* oxidativo produzido em decorrência da grande utilização de ácidos-graxos (gordura) para fornecimento de energia (HALLIWELL e GUITTERIDGE, 1999; VIITALA e NEWHOUSE, 2004).

O exercício de longa duração pode levar à ocorrência de várias anormalidades na urina, sendo que a hematúria e a proteinúria são as mais freqüentemente descritas. Outras possibilidades, não tão comuns, são a pigmentúria como a hemoglobinúria e mioglobinúria. Até o momento, essas anormalidades foram encontradas apenas em atletas de levantamentos olímpicos e militares submetidos a programas intensos de exercícios e competições. As alterações decorrentes do esforço parecem ser freqüentes, porém, elas devem desaparecer depois de um período de repouso de 24 à 72h e são geralmente associadas aos efeitos do esforço e não como indicadores de *stress* (CLERICO, GIAMMATTEI, CECCHINI, LUCCHETTI, CRUSCHELLI, PENNO, GREGORI e GIAMPIETRO, 1990).

A proteinúria parece ser mais relacionada com a intensidade do esforço do que com sua duração e, como descrito anteriormente, é uma resposta transiente. O aumento da excreção de proteínas plasmáticas é resultado do aumento da permeabilidade glomerular e uma redução parcial da inibição tubular às macromoléculas (POORTMANS, 1984). Provavelmente, esses efeitos também são resultados das alterações na hemodinâmica renal e excreção de eletrólitos.

O fluxo sanguíneo renal efetivo é reduzido durante o exercício, essa redução é relacionada à intensidade do exercício e pode atingir 25% dos valores de repouso quando o exercício extenuante é realizado. A combinação entre a atividade do sistema nervoso simpático e a liberação de catecolaminas parece estar envolvida nesse processo (CLERICO et al., 1990). A redução do fluxo sanguíneo renal durante o exercício produz um concomitante efeito na taxa de filtração glomerular, porém, o estado de hidratação tem uma importante parcela de contribuição para este evento.

De acordo com POORTMANS, (1984) e CLERICO et al. (1990) as principais alterações que podem ser encontradas na urina em decorrência do exercício são:

Densidade – A densidade da urina é um indicador que pode ajudar a avaliar a função de filtração renal e concentração da urina, bem como o estado de hidratação do organismo. Esse dado é obtido a partir da proporção de solutos urinários como cloreto, creatinina, glicose, fosfatos, proteínas, sódio, sulfatos, uréia e ácido úrico. O valor de referência da densidade da urina é de 1.015 a 1.030 g/mL.

Valores baixos de densidade podem refletir o excesso de consumo de líquidos, insuficiência renal crônica, hipotermia e hipertensão. Ao passo que um valor elevado de densidade pode ser encontrado em casos de desidratação, diarréia, vômitos, febre, *diabetes mellitus*, glomerulonefrite, insuficiência cardíaca congestiva, insuficiência supra-renal, proteinúria, síndrome de secreção inapropriada de hormônio antidiurético e uropatias obstrutivas.

pH – Esse indicador avalia a capacidade renal de manutenção da concentração de íons hidrogênio no plasma e líquidos extracelulares. Essa regulação é importante para o equilíbrio ácido-base do organismo. Sabidamente, o exercício altera o balanço ácido-base do organismo pela produção de compostos ricos em hidrogênio pelos músculos durante contrações intensas.

Em condições normais, os rins excretam o excesso de hidrogênio na urina. Sendo assim, o pH da urina reflete o pH plasmático e é tido um indicador da função tubular renal. O pH da urina varia entre 5,0 a 7,0.

Valores alterados de pH podem ser encontrados em diversas situações como alcalose respiratória, diferentes dietas, presença de cálculos renais, infecção das vias urinárias e em função do exercício.

Proteínas – Em condições normais, uma pequena quantidade de proteínas como albumina, alfa-1 e alfa-2-globulinas são filtradas no glomérulo, sendo que a maior parte é reabsorvida pelos túbulos e eliminada em pequenas quantidades pela urina, sendo considerados valores de referência até 150 mg/ 24 h.

O aumento da quantidade de proteínas na urina, inicialmente, é indicador de doença renal. Porém, o aparecimento de proteínas na urina (proteinúria) nem sempre é indicador de patologia. Um exemplo é a proteinúria induzida pelo exercício, que é resultado do aumento da pressão arterial com conseqüente aumento da taxa de filtração glomerular.

As proteínas são excretadas em velocidades diferentes e em momentos variáveis durante o período de 24 horas, sendo maior durante o dia e menor durante a noite.

Hemácias – Em condições normais, a ocorrência de hemácias na urina (hematúria) é de 3 a 10 por campo. A hematúria é indicativa de lesões inflamatórias, infecciosas ou traumáticas dos rins ou vias urinárias. O exercício extenuante pode levar a hematúria discreta, essa ocorrência é comum em atletas de corridas de longas distâncias, onde associado ao aumento do fluxo sanguíneo pela estrutura renal, associa-se o impacto das sucessivas passadas cujas forças podem alterar a estrutura renal.

Dependendo da forma como se apresentam, as hemácias podem indicar sua origem, servindo como um diagnóstico diferencial de hematúria de origem glomerular e não-glomerular. Quando se apresentam em sua forma esférica habitual, seriam de origem mais distal no trato urinário; quando crenadas (irregulares), teriam origem glomerular.

Leucócitos – Podem aparecer em pequenas quantidades na urina (5 a 10 por campo), sendo mais comuns os neutrófilos. Quantidades aumentadas podem indicar

a presença de lesões inflamatórias, infecciosas ou traumáticas em qualquer nível do trato urinário.

Percepção Subjetiva de Esforço – A percepção de esforço físico é um constructo psicológico que inclui sentimentos de esforço, tensão, desconforto e/ou fadiga, sentidos durante exercícios físicos. Várias escalas de medidas categóricas foram desenvolvidas, para medir a percepção do esforço físico, usando como base um continuum de respostas numéricas. Estas escalas permitem ao indivíduo escolher um número que corresponda à intensidade percebida de seu esforço. As respostas numeradas são denominadas medidas da percepção do esforço. A primeira escala para medir a percepção do esforço foi desenvolvida e validada em 1962 por (BORG, 1982) e consistia de 15 categorias. Sua estrutura baseia-se no uso de ¨âncoras¨ verbais que permite a obtenção de níveis de esforço. Ela também permite que funções psicofísicas sejam avaliadas de acordo com o pressuposto de que a tensão fisiológica acompanha o aumento relativo da carga de esforço e que a percepção do indivíduo acompanha esses indicadores.

Estado de Ansiedade Competitiva – Outra variável importante é o estado emocional do atleta em relação à prova, que pode ser reflexo da sua ansiedade em relação à aproximação da prova e ao treinamento realizado para esta. A definição mais comum deste estado emocional é de um sentimento de apreensão desagradável, vago, acompanhado de sensações físicas, palpitações, transpiração, dor de cabeça e falta de ar.

A ansiedade competitiva é geralmente vista como um constructo multidimensional específico de uma situação, com um componente cognitivo e um somático que afetam a performance cognitiva e motora durante a competição. Enquanto que a ansiedade cognitiva refere-se a uma auto-avaliação negativa e dúvidas próprias sobre a capacidade do atleta em relação ao seu desempenho, a ansiedade somática é caracterizada pela percepção do atleta dos elementos fisiológicos da ansiedade, tais como a tensão muscular e a freqüência cardíaca aumentada. Após vários estudos, uma terceira componente foi adicionada ao SCAI-2, o chamado estado de auto-confiança (MARTENS et al., 1990).

O estado de *stress* pode ser avaliado pelo Inventário de Estado de Ansiedade Competitiva - 2 (SCAI-2, sigla de *Competitive State Anxiety Inventory* – 2) proposto por MARTENS, VEALEY e BURTON (1990), que foi elaborado com a finalidade de avaliar a ansiedade cognitiva, somática e a autoconfiança, e permite compreender os efeitos do programa de treinamento e da própria competição no estado emocional dos atletas.

5- Materiais e Métodos

5-1- Tipo do Estudo

Este trabalho caracteriza-se como um estudo descritivo, pelo fato de todas as variáveis estudadas nos atletas de *triathlon* terem sido realizadas sem nenhuma intervenção. Cabe salientar que a única exigência feita aos atletas foi a não utilização de nenhuma substância ou fármaco que pudesse mascarar os resultados do estudo.

Foi adotada a estratégia de medidas repetidas em diferentes momentos do programa de treinamento e trinta minutos após a competição de *triathlon* para que os objetivos do estudo fossem alcançados.

5-2- Procedência dos Materiais e Equipamentos

- Amersham Pharmacia Biotech® (Piscataway, EUA): Espectrofotômetro Ultrospec 3100 Pro;
- Atago® (Tóquio, Japão): Refractômetro Uricon N;
- Baty International® (Burgess Hill, Reino Unido): Harpenden Skinfold Caliper HSB-BI;
- Becton, Dickinson and Company® (Franklin Lakes, EUA): Adaptador para Vacutainer, Agulha Siliconizada 21G, Human IL-6 OptEIA™, Human IL-10 OptEIA™, Tubo a Vácuo Amarelo e Tubo a Vácuo Vermelho;
- Biobrás Diagnósticos® (Belo Horizonte, Brasil): Urofita 10 DL;
- Bioliquid® (Pinhais, Brasil): CK-NAC e LDH;

- Bioclin® (Belo Horizonte, Brasil): Ferro Sérico *K017*, Proteína C Reativa *K059-2*;
- DPC Medlab® (São Paulo, Brasil): Cortisol CAC;
- Fisher Scientific® (Loughborough, Reino Unido): Centrífuga Accuspin™ 3R;
- GMI® (Ramsey, EUA): Savant Speed Vac sc110;
- Graph Pad® (San Diego, EUA): *"Softwares"* Prism 2.0 e InStat;
- Labline Scientific Instruments® (Maharashtra, Índia): Shaking Bath;
- Maltron International Ltda® (Rayleigh, Reino Unido): Body Fat Analyzer BF900;
- Molecular Devices® (Sunnyvale, USA): SpectraMAX Plus;
- Perkin Elmer® (Waltham, EUA): Automatic Gamma Counter Wallac Wizard;
- Shimadzu Biotech® (Jangbogo, Japão): HPLC SIL-10ADvp;
- Sigma Aldrich® (St. Louis – EUA): Hexano 95%, Ácido Ascórbico;
- Techline® (São Paulo, Brasil): Balança Digital T120;
- Wako Chemicals® (Neuss, Alemanha): NEFA C.

5-3- Comitê de Ética em Pesquisa

Todos os procedimentos realizados, bem como os métodos de análise utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo em reunião realizada em 27/03/2008.

5-4- Seleção dos voluntários

Para a realização do estudo, foram selecionados 12 (doze) atletas voluntários junto à equipe *Huka Team*® de Ubatuba, SP. Eles foram questionados sobre a disponibilidade de participar do trabalho, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram submetidos aos procedimentos, de acordo com o protocolo proposto.

TABELA 2- Características da amostra e resultado no meio *ironman* dos indivíduos que participaram do estudo.

N	12 atletas
Idade	32,6 ± 5,1 anos
Sexo	Masculino
Experiência de treino	6,5 ± 4,9 anos
Resultado no meio *ironman*	5h07'±38'

5-4-1- Critérios de Inclusão:

Foram selecionados para compor o grupo, os atletas que:

- treinavam e competiam em provas de *triathlon* de longa duração há pelo menos dois anos sem interrupção;

- haviam completado ao menos uma prova de *meio Ironman* abaixo de seis horas, exigência essa feita como índice de rendimento mínimo proposto para o trabalho.

5-4-2- Critérios de Exclusão:

Foram excluídos do estudo os atletas que:

- não concordaram com os termos propostos pelo estudo;

- não compareceram em qualquer um dos momentos de avaliação propostos no trabalho;

- não completaram a prova escolhida para as coletas em menos de seis horas e

- fizeram uso de qualquer substância ou fármaco capaz alterar as análises de sangue, urina ou percepção de esforço propostos para o trabalho.

5-5- Design experimental

Os atletas foram avaliados em quatro momentos:

1) no início do planejamento do treinamento para o meio *ironman* de Ubatuba (M-1);

2) após dez semanas de preparação (M-2);

3) 24 horas antes da prova (M-3) e

4) 30 minutos após o atleta ter finalizado a competição (M-4).

As coletas e os momentos em que elas foram realizadas, bem como os objetivos das avaliações estão ilustrados na FIGURA 3.

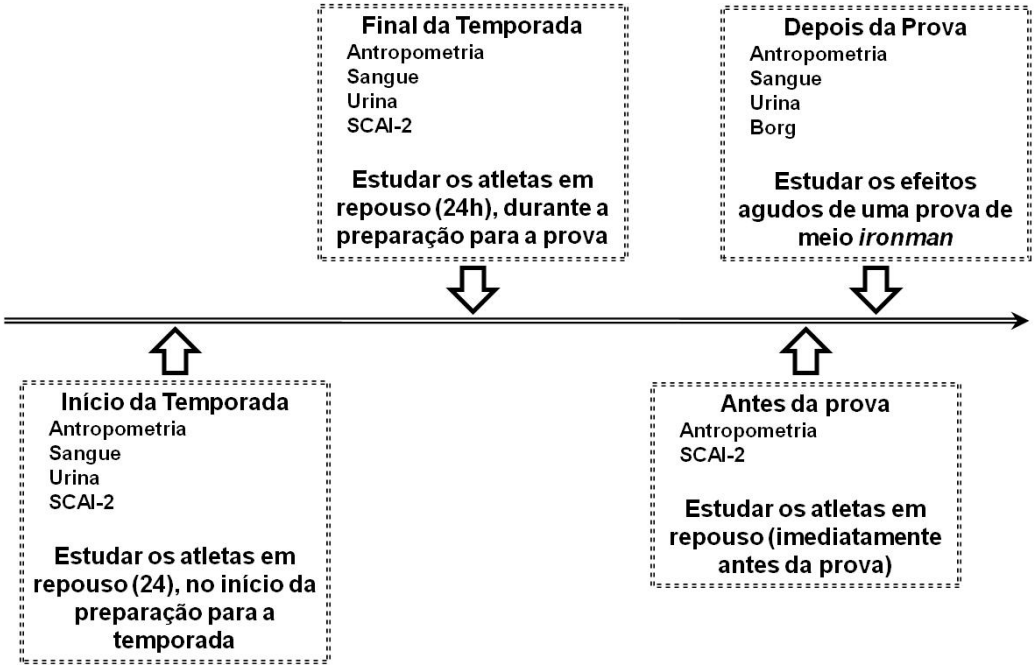

FIGURA 3- Esquema do *design* experimental realizado para as coletas de sangue, urina, ansiedade pré-competitiva e percepção de esforço.

Todas as coletas foram realizadas no mesmo horário, tomando-se como referência, o horário previsto para o término da prova, ou seja, entre 12h30min e 14h00min, com a finalidade de evitar variações endócrinas e urinárias decorrentes do período em que as avaliações foram realizadas.

5-6- Treinamento

Todos os atletas que fizeram parte do estudo seguiram o mesmo regime de cargas de treinamento, que consistiu de 80% de treinamento contínuo e *fartlek* em intensidade do limiar de lactato, e 20% composto por treinamento intermitente.

A preparação para a prova durou doze semanas, sendo que o volume de treinamento foi mensurado em cada um dos momentos em que os atletas foram avaliados. Na primeira avaliação (início da preparação), o volume médio de treino, somados a natação, o ciclismo e a corrida, foi de 213,8 Km/semana; na segunda avaliação (após dez semanas de treinamento) 248,1 Km/semana e, na mensuração realizada antes da competição, obteve-se média de 239 Km/semana.

5-7- Antropometria e Composição Corporal

5-7-1- Determinação da Massa Corporal

A massa corporal foi mensurada com uma balança digital com precisão de 100 g, modelo TEC 130 da marca *Techline*®.

5-7-2- Avaliação da Composição Corporal por Dobras Cutâneas

A mensuração das dobras cutâneas foi realizada com um compasso da marca *Harpenden*® com capacidade de 80 mm e precisão de 0,2 mm. Esse equipamento foi manuseado por um profissional que possui o devido treinamento e experiência nesse tipo de avaliação.

Foram mensuradas três dobras cutâneas: peitoral, abdominal e região média da coxa. Cada dobra foi mensurada três vezes, sendo que o valor da mediana foi utilizado para o cálculo da densidade corporal pela equação de JACKSON e POLLOCK (1978) para brancos com idades entre 18 e 61 anos. Após a obtenção dos valores de densidade corporal, foi utilizada a equação de SIRI (1961) para o cálculo do porcentual de gordura. Ambas as equações estão descritas a seguir.

$$DC\ (g/cc)^{a} = 1{,}09380 - 0{,}0008267\ (\Sigma\ 3\ dobras)^{2} - 0{,}0002574\ (idade)$$

DC = densidade corporal;
Σ 3 dobras = somatório das dobras peitoral, abdominal e região média da coxa.

E para a conversão de DC em % de gordura:

$$\%\ de\ gordura = [(4{,}95/DC) - 4{,}50] \times 100$$

5-7-3- Avaliação da Composição Corporal por Bioimpedância Elétrica

A determinação da composição corporal por bioimpedância elétrica foi realizada com um equipamento da marca *Maltron*® modelo BF900 de quatro eletrodos.

Inicialmente, os quatro eletrodos foram posicionados, sendo dois (positivo e negativo) na região posterior do punho e mão e dois na face anterior do tornozelo e pé (em relação à posição anatômica) com posterior inicialização do equipamento. Antes do acionamento, o equipamento foi programado com informações relacionadas à idade (anos), peso (Kg), altura (m), sexo (masculino ou feminino) e o estado de treinamento (sedentário, ativo ou atleta) do avaliado.

Após a passagem da corrente elétrica pelo corpo do atleta, o instrumento nos forneceu os dados de reactância (relativo à resistência dos tecidos à passagem da corrente elétrica), taxa metabólica basal e porcentagem de gordura do indivíduo.

5-8- Coleta de Sangue

A coleta de sangue venoso foi realizada por uma profissional da área de enfermagem em um recinto previamente preparado para o procedimento. O acesso ao vaso sanguíneo foi feito pela face anterior do antebraço e o sangue retirado por punção venosa. Antes do acesso ao vaso sanguíneo, a região onde a coleta foi realizada foi devidamente higienizada com etanol a 70%.

Em cada ocasião foram coletados 40 mL de sangue de cada atleta, sendo 30 mL em tubos com anti-coagulante, e 10 mL em tubos sem adição de anticoagulante. As amostras coletadas com anticoagulante foram imediatamente armazenadas entre 0 e 4ºC, enquanto que os tubos sem adição de anti-coagulante foram deixados em temperatura ambiente por 15 minutos para formação do coágulo e, posteriormente, armazenados nas mesmas condições das demais amostras.

Os tubos com adição de anticoagulante foram utilizados para obtenção de plasma, o qual foi utilizado para os experimentos para mensuração de CK, LDH, IL-6, IL-10, PCR, Cortisol e α-Tocoferol, e os tubos sem adição de anticoagulante para mensuração de Ferro.

Todo o procedimento foi realizado com a devida proteção do profissional (luvas, máscaras e aventais) e dos atletas (agulhas, adaptador, v*acun tainer* novos e descartáveis).

O processamento e as análises do material obtido a partir do sangue dos triatletas foram realizados no laboratório de Fisiologia Celular, situado no Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas I da Universidade de São Paulo.

5-9- Indicadores de Lesão Muscular

5-9-1- Determinação da Atividade da Creatina Cinase (CK) Plasmática

A atividade da creatina cinase plasmática foi determinada com *kits* comerciais da *Bioliquid*® (Pinhais, Brasil), que seguem o método proposto pela manufaturadora, que utiliza a inclusão de N-Acetil-Cisteína (NAC) na reação de forma a assegurar a total ativação de CK-MM (isoforma muscular).

O princípio do método utilizado utiliza-se da formação de NADH para obter a atividade da CK na amostra. A reação CP + ADP → ATP + creatina (catalisada pela CK), é seguida da reação ATP + Glicose → Glicose-6-Fosfato (catalisada pela Hexoquinase). Em seguida, NAD^+ + Glicose-6-Fosfato → Gliconato-6-Fosfato + NADH (catalisada pela Glicose-6-Fosfato Desidrogenase), onde a velocidade de aumento de NADH mensurado a 340 nm é proporcional à atividade da creatina

cinase, que foi mensurada por espectrofotometria a 340 nm e 27ºC, utilizando-se um espectrofotômetro modelo *Ultrospec 3100 Pro* da *Amersham Pharmacia Biotech®* (Piscataway, EUA).

5-9-2- Determinação da Atividade da Lactato Desidrogenase (LDH) Plasmática

A determinação da atividade da enzima lactato desidrogenase (LDH) plasmática foi realizada com *kit* comercial da *Bioliquid®* (Pinhais, Brasil).

A LDH catalisa a reação Piruvato + NADH → Lactato + NAD e a velocidade de consumo de NADH é proporcional à atividade da lactato desidrogenase, que foi determinada por espectrofotometria a 340 nm e 27ºC utilizando-se um espectrofotômetro modelo *Ultrospec 3100 Pro* da *Amersham Pharmacia Biotech®* (Piscataway, EUA).

5-10- Indicadores da Resposta Inflamatória

5-10-1-Determinação da Proteína C Reativa (PCR) Plasmática

A determinação da concentração da proteína C reativa (PCR) plasmática foi realizada com *kit* comercial da *Bioclin®* (Belo Horizonte, Brasil).

O método permite quantificar, mediante um método turbidimétrico, a concentração de PCR presente na amostra. As partículas de poliestireno presentes no reagente de trabalho são recobertas com anticorpos anti-PCR, que formam agregados na presença de PCR presente na amostra. O processo de aglutinação que provoca aumento do tamanho das partículas e conseqüentemente aumento da absorbância foi medida por comparação com um calibrador de concentração conhecida a 550 nm e 37ºC utilizando-se de um espectrofotômetro modelo *Ultrospec 3100 Pro* da *Amersham Pharmacia Biotech®* (Piscataway, EUA).

5-10-2-Determinação da Concentração das Interleucinas 6 e 10 no Plasma

A concentração de citocinas foi avaliada utilizando-se do *kit* de *Elisa OptEIA*™ da *Becton, Dickinson*® (Franklin Lakes - EUA).

O soro foi colocado em placas de 96 poços e sensibilizado com anticorpos de captura à temperatura de 4°C *"overnight"*. A placa foi lavada com tampão de lavagem (tampão salina-fosfato com 0,05% de tween 20) e os anticorpos bloqueados com diluente de ensaio (solução salina fosfatada com 10% de soro fetal bovino) por 1 hora, à temperatura ambiente.

Posteriormente, as placas foram lavadas com tampão de lavagem e incubadas com 100 μL de cada amostra ou padrões de citocinas por 2 horas à temperatura ambiente. Após a incubação, as placas foram novamente lavadas com tampão de lavagem e incubadas por 1 hora à temperatura ambiente com a solução de detecção (diluente de ensaio + anticorpo de detecção + anticorpo avidina/peroxidase). Novamente, as placas foram lavadas e incubadas com 100 μL de solução substrato (TMB) por 30 min, sob abrigo da luz.

Finalmente a reação foi interrompida com adição de 50 μl de H_2SO_4 2N e a concentração das IL-6 e 10 foram determinadas em leitor de placa multicanal SpectraMAX Plus da *Molecular Devices*® (Sunnyvale, USA) a 450 nm.

5-11- Indicadores de "Shift" Metabólico

5-11-1-Determinação da Concentração do Cortisol Plasmático

Para a determinação quantitativa do cortisol nas amostras colhidas dos atletas, foi utilizado o *kit* comercial *Cortisol Coat-A-Count* da *DPCMedlab*® (São Paulo, Brasil). Trata-se de um procedimento de radioimunoensaio em fase sólida, onde o cortisol marcado com ^{125}I (Iodo 125) compete por um período fixo de tempo (30 minutos, a 37º C) com o cortisol da amostra para os sítios do anticorpo.

Pelo fato do anticorpo ficar imobilizado na parede de tubo de polipropileno, a decantação do sobrenadante é suficiente para terminar a competição e isolar a fração ligada ao anticorpo do cortisol radiomarcado. Para a obtenção dos valores de cortisol no soro dos triatletas, foi utilizado um contador de radiação gama, modelo *Automatic Gamma Counter Wallac Wizard* da *Perkin Elmer*® (Waltham, EUA).

5-11-2-Determinação da Concentração de Ácidos Graxos Livres no Plasma

A concentração de ácidos graxos livres ou não esterificados foi realizada com amostras de plasma utilizando-se do *kit* comercial *Nefa C* da *Wako Chemicals*® (Neuss, Alemanha). A técnica consiste em um método enzimático colorimétrico, que se baseia na acilação da coenzima A (CoA) pelos ácidos graxos na presença da acil-coA sintetase. A acil-coA produzida é oxidada pela adição de acil-coA oxidase com geração de peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio, na presença de peroxidase (POD) permite a condensação oxidativa de 3-metil-N-etil-N-(β-hidroxietil)-anilina (MEHA) com 4-aminoantipirina, formando um composto de coloração roxa que pode ser quantificado em leitor de placa multicanal SpectraMAX Plus da *Molecular Devices*® (Sunnyvale, USA) a 550 nm, cuja quantificação foi realizada por comparação com um calibrador de concentração conhecida.

5-12- Indicadores de Stress Oxidativo

5-12-1-Determinação da Concentração de α-Tocoferol Plasmático

A determinação de α-tocoferol foi realizada pela técnica de cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). Essa técnica de separação é baseada na distribuição dos componentes em uma solução entre duas fases que não se misturam: uma fase líquida e outra fase estacionária contida em uma coluna. As separações são realizadas por partição, absorção, troca iônica, exclusão por tamanho ou interações estereoquímicas dependendo do tipo de fase estacionária utilizada.

Para tanto, o equipamento utilizado para a análise consiste em um reservatório que contém a fase móvel, uma bomba para impelir a fase móvel pelo sistema cromatográfico, um injetor para introduzir a amostra no sistema, uma coluna cromatrgráfica, um detector e um computador. Nesse experimento, foi utilizado um HPLC modelo *10ADvp* da *Shimadzu Biotech*® (Jangbogo, Japão).

O α-tocoferol foi extraído de acordo com o método proposto por (ARNAUD, FORTIS, BLACHIER e FAVIER, 1991). Para o procedimento foi utilizado hexano e 100 µL plasma do sangue dos atletas, que foi submetido ao procedimento de quantificação.

5-12-2-Determinação da Concentração de Ferro Sérico

O Ferro sérico foi determinado utilizando *Kit* comercial da *Bioclin*® (Belo Horizonte, Brasil). A amostra de soro foi adicionada ao reagente de trabalho, o ferro foi liberado da transferrina e reduzido ao seu estado ferroso por ação da hidroxilamina. Durante a reação, as amostras foram incubadas por dez minutos em banho-maria a 37ºC, nesse intervalo de tempo, o ferro reage com ferrozine, levando à formação de um complexo de cor violácea.

As absorbâncias das amostras e do calibrador foram mensuradas por espectrofotometria com um equipamento modelo *Ultrospec 3100 Pro* da *Amersham Pharmacia Biotech*® (Piscataway, EUA) a 560 nm, de acordo com o método proposto por HENRY e CANNON (1974).

5-13- Coletas e Exames de Urina

As coletas de urina foram realizadas nos mesmos momentos das coletas de sangue, ou seja, no início, durante o período de preparação e após a prova de meio *ironman*. As amostras foram analisadas por um laboratório especializado previamente contatado, com a finalidade de padronizar as análises e reduzir a margem de erro das medições (BURTIS e ASHWOOD, 1998).

A urina foi colhida após assepsia da região genital, no intervalo de quatro horas da última micção. No ato da coleta, o primeiro jato de urina foi desprezado e foi coletado o volume de aproximadamente 40 mL. Após a coleta, as amostras foram imediatamente refrigeradas entre 2 e 8ºC (gelo) e transportadas para o laboratório para as análises. Foi tomado o cuidado para que o horário da coleta fosse o mesmo estimado para o término da prova, esse procedimento foi adotado para evitar variações nos resultados das análises por conta da alteração da excreção de metabólitos em função do período do dia.

O teste de urina foi realizado com fitas reagentes urofita 10DL da *Biobrás Diagnósticos*® (Belo Horizonte, Brasil) para determinação manual e leitura visual de amostras de urina em relação a padrões fornecidos pela manufaturadora. A análise de densidade foi realizada com refractômetro modelo *Uricon N* da *Atago*® (Tóquio, Japão) e as demais análises como proteinúria, creatinina e potássio em amostras isoladas por técnicas colorimétricas padronizadas e utilizadas rotineiramente no laboratório de análises clínicas que realizou as análises das amostras.

Os testes realizados foram;

- Análise física: densidade;

- Análise Química: pH, proteínas, creatinina e potássio;

Análise Microscópica de Sedimentos: hemácias, leucócitos.

5-14- Indicadores de Ansiedade Pré-Competitiva e Percepção Subjetiva de Esforço

5-14-1-Inventário de Estado de Ansiedade Competitiva Para Adultos (Competitive State Anxiety Inventory - SCAI-2)

O SCAI-2 é um questionário que foi concebido para avaliação de ansiedade somática, cognitiva, o medo do atleta de se machucar e a ansiedade generalizada. Esse método foi inicialmente construído com 102 itens, porém, foi modificado e atualmente é composto por 27 questões (MARTENS et al., 1990).

Neste estudo, o SCAI-2 foi aplicado no início da temporada de treinamento, após dez semanas de preparação e imediatamente antes da competição.

5-14-2-Escala RPE (Rating of Perceived Exertion) de Borg

A escala RPE de Borg é um instrumento que foi desenvolvido para a determinação de esforço percebido de maneira rápida e não invasiva. Este instrumento apóia-se em escalas numéricas de níveis que são apontadas por "âncoras verbais" utilizadas para estimar o grau de intensidade da atividade muscular realizada (BORG, 1982).

Essa escala foi aplicada para a percepção do esforço realizado após prova de meio *ironman* sobre o esforço percebido em três momentos: da natação para o ciclismo (primeira transição), do ciclismo para a corrida (segunda transição) e depois da prova.

5-15- Tratamento Estatístico

Os resultados obtidos nos experimentos foram analisados através dos programas estatísticos *GraphPad* e *Prism*® (San Diego, EUA). Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilcox, após passarem pelo teste de normalidade os resultados foram analisados a partir dos testes de *One-Way* ANOVA seguido pelo teste de *Tukey-Kramer*, sendo considerados significantes valores de $p < 0,05$.

6- Resultados e Discussão

6-1- Antropometria e Composição Corporal

Os dados relativos à antropometria foram coletados em quatro momentos: no início da preparação para a competição (M-1), após dez semanas de preparação (M-2), antes da prova (M-3) e trinta minutos após a prova (M-4).

6-1-1-Massa Corporal

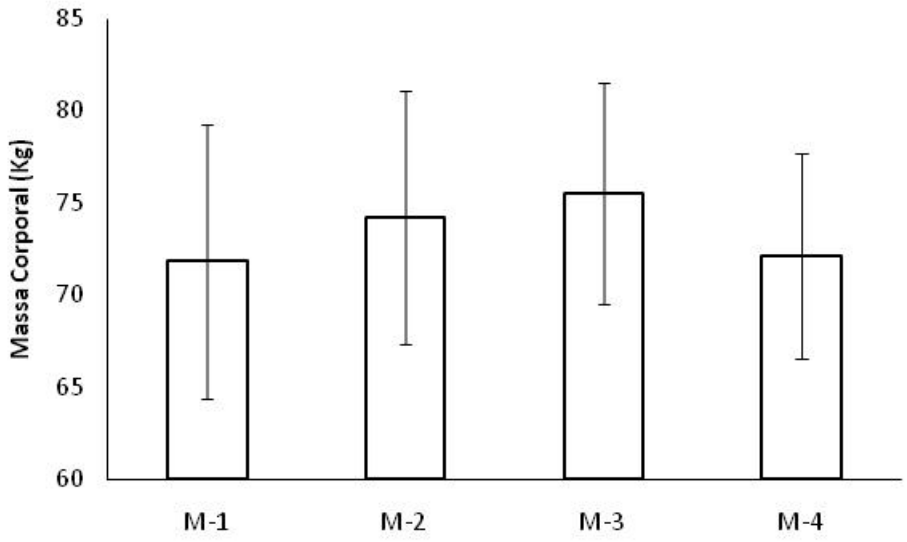

FIGURA 4- Massa corporal (Kg) nos quatro momentos de coleta.

No momento M-1 encontrou-se média de 71,83 ± 7,42 Kg, em M-2; 74,22 ± 6,84 Kg, que representa um aumento de 4,17% em relação à primeira mensuração. Já em M-3, obteve-se o valor de 75,52 ± 5,99 Kg, elevação de 5,13% em relação à M-1 e de 1,13% em relação a M-2. Finalmente em M-4: a média obtida foi de 72,15 ± 5,58Kg aumento de 0,44% comparado a M-1, de 2,86% a M-2 e redução de 4,47% em relação à M-3. Não foram detectadas diferenças significantes na massa corporal entre os momentos da avaliação, sendo F= 0,728 e GL (graus de liberdade)= 3, 42.

As alterações da massa corporal geralmente são resultado da alteração da composição corporal após o programa de treinamento e do estado de hidratação dos atletas durante a competição (LAURSEN, SURRIANO, QUOD, LEE, ABBISS, NOSAKA, MARTIN e BISHOP, 2005). Porém, de acordo com OLSON e SALTIN (1970); PASTENE, GERMAIN, ALLEVARD, GHARIB e LACOUR (1996); SAWKA (1999) e LAURSEN et al. (2005), a alteração da massa corporal também pode ser resultado de variáveis como a liberação de líquidos hepáticos e do músculo esquelético devido a oxidação dos estoques de glicogênio e triacilgliceróis (cada grama de glicogênio e triacilgliceróis requer 2 a 3 gramas de água para sua estocagem).

Os resultados encontrados nesse estudo não estão de acordo com os achados de SHARWOOD et al. (2003), que encontraram alterações significantes na massa corporal de 872 atletas que realizaram o *ironman* da África do Sul nos anos de 2000 e 2001. Porém, torna-se importante salientar que as alterações descritas pelos trabalhos citados foram detectadas após uma prova de *ironman*, onde as distância e o tempo de duração da prova são duas vezes maiores que a do meio *ironman*, que foi o evento utilizado nesse trabalho.

Em outro estudo, SHARWOOD, COLLINS, GOEDECKE, WILSON e NOAKES (2002) também detectaram alterações na massa corporal de triatletas após uma prova de *ironman*. Porém, o objetivo do trabalho foi correlacionar esse indicador com os índices de rendimento e concentração de sódio no plasma dos atletas em cada um dos segmentos (natação, ciclismo e corrida), bem como na prova como um todo. Concluiu-se que as perdas de peso corporal apresentaram boa correlação apenas com a concentração de sódio, que aparentemente parece ser um importante indicador de desidratação após a prova.

No trabalho realizado por KNECHTLE, SALAS FRAIRE, ANDONIE e KOHLER (2008) com dezessete atletas que participaram do campeonato mundial de deca *ironman* (38 Km de natação, 1800 Km de ciclismo e 420 Km de corrida realizados em dez dias consecutivos), foram encontradas alterações da massa corporal com concomitante manutenção da porcentagem de tecido livre de gordura. Ainda no mesmo estudo, pode-se detectar que a redução da massa corporal deveu-se à redução de tecido adiposo, e não à perda de líquidos e redução da massa muscular.

Já no estudo realizado por HEW-BUTLER, COLLINS, BOSCH, SHARWOOD, WILSON, ARMSTRONG, JENNINGS, SWART e NOAKES (2007) com 181 atletas durante o *ironman* da África do Sul do ano de 2000, foi detectada redução significante na massa corporal após uma prova de *ironman*. Também foram mensurados o volume plasmático e a concentração de sódio plasmático antes e depois da prova, sendo que após a normalização dos valores encontrados após a prova, não houve alteração de nenhum dos indicadores citados. Finalmente, os autores concluíram que a medida da massa corporal isoladamente parece não ser um bom indicador do estado de hidratação dos atletas de *triathlon*, já que a perda de

líquidos e conseqüentemente de massa corporal é concomitante ao consumo de substratos energéticos intramusculares.

Pode-se, também, inferir que as alterações encontradas nos estudos anteriores sejam decorrentes das diferentes distâncias das provas em que os trabalhos foram realizados, de condições atmosféricas como temperatura, pressão e umidade relativa, de diferentes estratégias de hidratação, utilização de suplementos e da ingestão de alimentos durante as provas em que tais estudos foram realizados.

Dessa forma, nesse estudo, atribui-se a não alteração dos valores de massa corporal a fatores ambientais (temperatura e unidade) associados às estratégias de hidratação e suplementação adotadas pelos atletas, bem como à distância da prova, que é relativamente menor que a percorrida pelos atletas que participaram dos estudos citados acima, onde foram encontradas alterações desse indicador.

6-1-2- Composição Corporal por Dobras Cutâneas

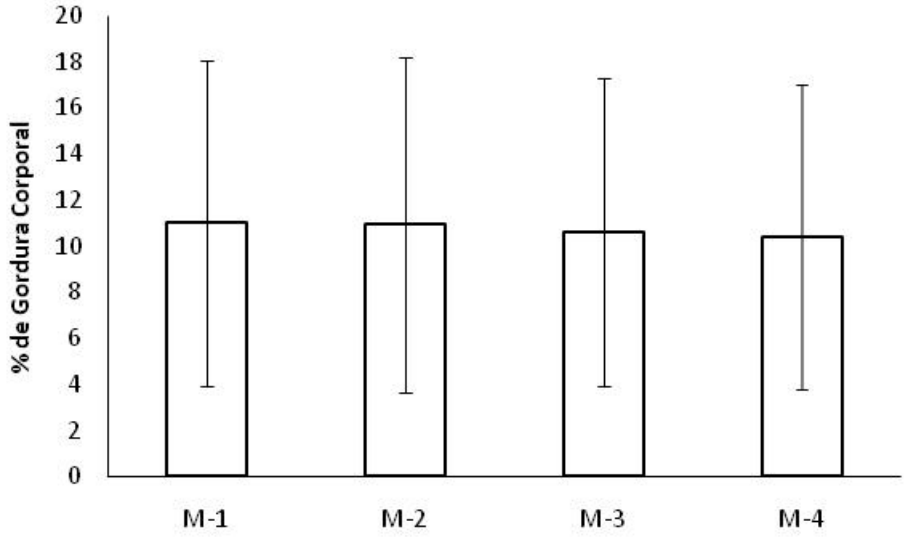

FIGURA 5- Porcentagem de gordura por dobras cutâneas nos quatro momentos de coleta.

Com relação à composição corporal por dobras cutâneas, em M-1 obteve-se média de 10,98 ± 7% de gordura. Em M-2; 10,92 ± 7,25%, redução de 0,55% em relação a M-1. Já em M-3 foram mensurados valores de 10,62 ± 7%; redução de

3,28% em relação a M-1 e de 2,75% em relação à M-2. Em M-4; encontrou-se valores médios de 10,4 ± 6,63%; redução de 5,29% em relação a M-1, de 4,77% quando comparado a M-2 e de 1,13% em relação a M-3., também não ocorreram diferenças significantes entre os valores encontrados (F= 0,015 e GL= 3 41).

A medida da composição corporal por dobras cutâneas, da mesma forma que no estudo realizado por KNECHTLE e KOHLER (2008) em 17 triatletas que realizaram o *ultraman* (11,6 Km de natação, 540 Km de ciclismo e 126,6 Km de corrida) da Alemanha em 2006, não revelou diferenças significantes tanto durante o período de preparação quanto ao final da competição de meio *ironman*. Mesmo quando comparado ao *ultraman*, uma prova mais longa do que a estudada neste trabalho, os resultados encontrados nesse estudo parecem ser semelhantes aos encontrados por KNECHTLE e KOHLER (2008).

Essas descobertas confirmam o fato de que a maior parte da energia utilizada pelos atletas para a realização de esforços dessa natureza é proveniente dos estoques intramusculares de glicogênio e ácidos graxos, o que explica a não alteração dos estoques subcutâneos de gordura dos atletas nos diferentes momentos da avaliação (LAURSEN et al., 2005).

Em outro trabalho realizado por KNECHTLE, SCHWANKE, KNECHTLE e KOHLER (2007) com o mesmo grupo de atletas e na mesma prova, foi possível detectar alterações significantes na composição corporal por dobras cutâneas quando essa variável foi associada à intensidade de realização da prova, bem como à perda de líquidos intramusculares pela degradação dos estoques intramusculares de energia.

Num estudo de caso realizado no mundial de Deca *Ironman* por KNECHTLE, KNECHTLE, SCHÜCK, ANDONIE e KOHLER (2008), detectou-se a redução da composição corporal mensurada por dobras cutâneas de um atleta que finalizou a prova em terceiro lugar. Nesse caso, mais uma vez atribuiu-se o consumo de gordura subcutânea à distância e tempo de prova (128 horas 22’42”), bem como ao consumo de energia estimado para a mesma (89.112 Kcal).

Sendo assim, pode-se inferir que nesse trabalho, a não alteração da composição corporal por dobras cutâneas deve-se à duração do meio *ironman* e à utilização prioritária de reservas intramusculares de produção de energia.

6-1-3- Composição Corporal por Bioimpedância Elétrica

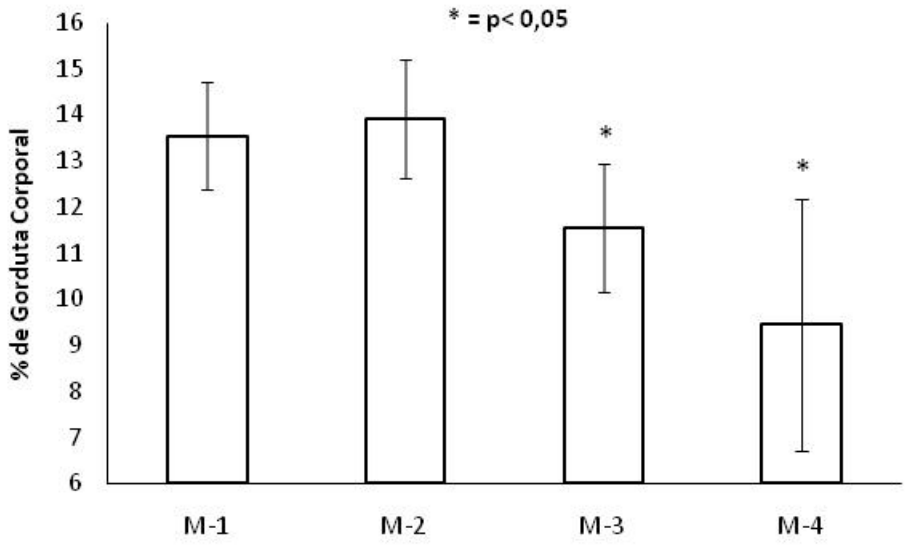

FIGURA 6- Porcentagem de gordura por bioimpedância elétrica nos quatro momentos de coleta.

Nas medidas realizadas por BIA, obteve-se 13,54 ± 1,17% de gordura em M-1, de 13,91 ± 1,3% em M-2; aumento de 2,73% em relação a M-1. Em M-3 encontrou-se média de 11,54 ± 1,39%, redução de 14,78% em relação a M-1 e de 17,04% quando comparado a M-2. Finalmente em M-4, foi obteve-se média de 9,45 ± 2,73%, redução de 29,15% em relação a M-1, 12,17% comparado a M-2 e de 18,22% a M-3.

Foram encontradas diferenças significantes entre as medições (F= 15,990 e GL= 3, 44), sendo que tais diferenças foram detectadas quando comparados os valores de M-1 a M-3 (q= 3,816), M-2 a M-3 (q= 4,520), M-1 a M-4 (q= 8,050) e M-2 a M-4 (q= 8,776).

No estudo realizado por KNECHTLE et al. (2008), a bioimpedância elétrica também foi utilizada para determinação da porcentagem de gordura antes e depois da prova. Nesse estudo, foram encontradas diferenças na composição corporal de oito atletas que completaram a prova, porém, torna-se importante salientar que a prova em questão era o deca *ironman*, prova cujas distâncias e tempo de duração eram consideravelmente maiores do que nesse trabalho.

Ao contrário dos resultados encontrados na técnica de composição corporal por dobras cutâneas, a avaliação da porcentagem de gordura por bioimpedância elétrica revelou resultados significantes quando comparadas as avaliações de antes (M-3) e após a prova (M-4) às demais. A explicação para o resultado encontrado em M-3 (antes da prova), provavelmente é a alteração da composição corporal decorrente dos volumes crescentes de treino, que provavelmente provocou aumento da mobilização de gordura presente nos músculos para produção de energia.

Pelo fato da gordura consumida ser de origem intramuscular, não houve alteração da adiposidade subcutânea, o que explica a não alteração pela utilização da técnica de dobras cutâneas. Em um estudo realizado por KNECHTLE e KOHLER (2008), que já foi citado anteriormente, resultados muito semelhantes foram encontrados em uma prova de duração seis vezes maior.

Outra possível hipótese é o equipamento utilizado ter gerado erro de medição na avaliação realizada após a prova (M-4), sendo que a justificativa comumente utilizada nesses casos é o estado de hidratação dos atletas após a prova. Porém, torna-se interessante salientar que as avaliações de densidade (FIGURA 16) e pH (FIGURA 17) urinários não apresentaram nenhum indicativo de desidratação, ou seja, caso o equipamento tenha realmente gerado erro de medida, esse foi devido a outros fatores que não o estado de hidratação do atleta.

6-2- Análise das Amostras de Sangue

As análises realizadas a partir do sangue e urina dos atletas foram realizadas em três momentos; no início da preparação (M-1), após dez semanas de treinamento (M-2) e após a competição (M-4).

6-2-1- Indicadores de Lesão Muscular

6-2-1-1-Atividade da Creatina Cinase (CK) Plasmática

De acordo com BRANCACCIO, MAFFULLI, BUONAURO e LIMONGELLI (2008), durante contrações musculares extenuantes, é comum a liberação de

enzimas como a creatina cinase em função da ruptura da membrana muscular como resultado de microlesões induzidas por contrações excêntricas. No caso do *triathlon*, provavelmente o segmento da corrida é o responsável pelo aumento da atividade da creatina cinase no plasma por ser o segmento da prova que apresenta a maior ocorrência de ações musculares excêntricas (HAUSSWIRTH e LEHENAFF, 2001).

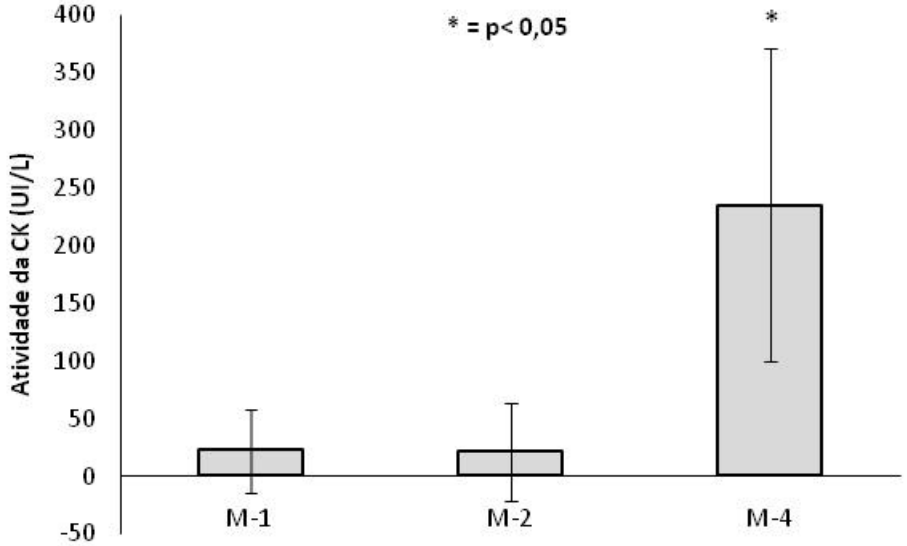

FIGURA 7- Creatina cinase (UI/L) nos três momentos de coleta.

Neste estudo, a creatina cinase apresentou uma média de 22,25 ± 36,08 UI/L em M-1 e 20,80 ± 42,82 UI/L em M-2, redução de 6,66% quando comparado a M-1. Em M-4, verificou-se o valor de 234,5 ± 135,59 UI/L, portanto um aumento de 958,42% em relação a M-1 e de 1032,21% a M-2.

Conforme esperado, foram detectadas diferenças significantes na comparação entre os momentos de coleta, sendo que o valor de F encontrado para essa análise foi de 22,416 e GL= 2, 31. O M-1 apresentou diferença significante em relação a M-4 (q=8,037) e também o M-2 em relação a M-4 (q=8,292).

Muitos trabalhos avaliaram a atividade da creatina cinase no plasma como indicador de microlesões musculares, por exemplo: no estudo realizado por VAN RENSBURG et al. (1986), vinte e três triatletas que completaram o *ironman* de Joanesburgo no ano de 1983 foram testados para a atividade da CK após a prova. Eles apresentaram elevação significante da atividade da CK após a prova, bem como

alterações de outros indicadores bioquímicos como glicose, ácidos graxos livres e lactato.

Já no estudo realizado por FARBER et al. (1991), onze voluntários foram estudados ao final de cada segmento de uma prova de *ironman*. A atividade da CK apresentou-se elevada no plasma após cada componente da prova, sendo que, à medida que cada uma das etapas terminava, a atividade da CK mensurada era maior. Torna-se importante dizer, que nesse estudo a atividade da CK atingiu valores médios de 492 ± 68,5 UI/L vinte e quatro horas após a prova.

SUZUKI et al. (2006) também investigaram o efeito de uma prova de *ironman* em marcadores de lesões musculares e de resposta inflamatória. Nesse trabalho foi encontrado aumento da atividade da CK em nove atletas que realizaram o *ironman* de Western Austrália. As amostras de repouso foram comparadas a amostras coletadas trinta minutos, doze horas e vinte e quatro horas após a prova, sendo que as alterações foram encontradas em todos os momentos em que o experimento foi realizado após a prova.

No trabalho realizado por MARGARITIS et al. (1999), doze voluntários foram avaliados desde dois dias antes até quatro dias após uma prova de *triathlon* de 4 Km de Natação, 120 Km de ciclismo e 30 Km de corrida. Nesse estudo, apesar do aumento da atividade da CK após a prova, os autores concluíram em função de teste funcional aplicado (extensão do joelho), que o aumento da atividade plasmática da CK não pode ser utilizado como indicador de incapacidade de produzir força.

Mais uma vez, os resultados desse trabalho estão de acordo com os resultados dos estudos citados anteriormente, ou seja, houve aumento da atividade da creatina cinase após a prova de meio *ironman*. Sendo que a alteração da atividade dessa enzima provavelmente é resultado do esforço realizado durante a competição, mesmo esta sendo de distância e duração relativamente menores do que as provas de *triathlon* utilizadas nos estudos citados.

6-2-1-2-Atividade da Lactato Desidrogenase (LDH) Plasmática

A LDH é uma enzima que também é utilizada como marcador de lesões musculares promovidas pelo exercício, porém, essa enzima também pode ser

utilizada como indicador de adaptação muscular do atleta, já que a sua atividade no plasma pode se apresentar aumentada ou diminuída em função do estado de treinamento em que o atleta se encontra e pela sua experiência com o treino (BRANCACCIO et al., 2008).

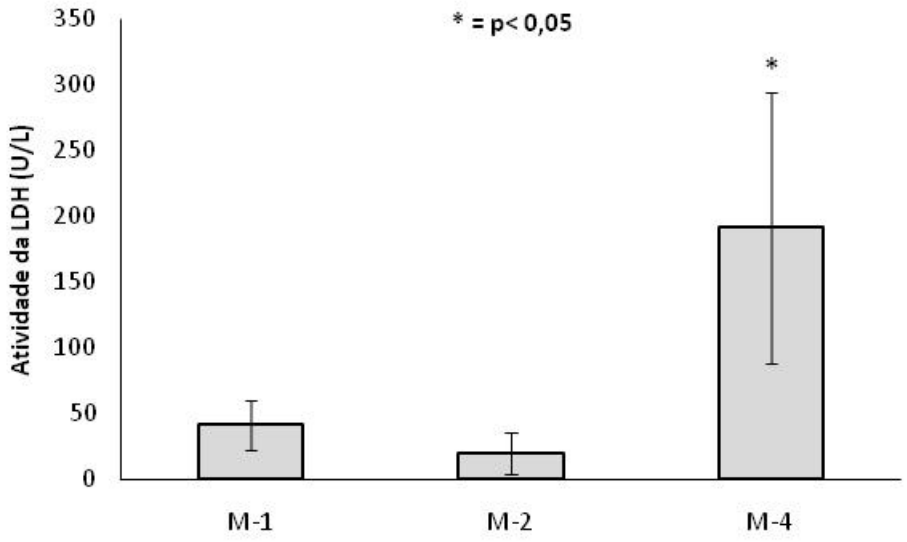

FIGURA 8- Lactato desidrogenase (U/L) nos três momentos de coleta.

Na primeira coleta (M-1) encontrou-se média de 41,71 ± 18,98 U/L. Em M-2, 19,87 ± 16,17 U/L, redução de 52,4% quando comparado a M-1. Já em M-4, obteve-se 191 ± 102,47 U/L, aumento de 357,92% em relação a M-1 e de 861,24% a M-2.

Foram encontradas diferenças significantes (F= 24,763 e GL= 2, 30) entre as mensurações, sendo que elas foram detectadas na comparação de M-1 e M-2 em relação a M-4 (q= 7,886 e 9,252 respectivamente).

Mais uma vez, nossos resultados estão de acordo com a literatura e indicam ocorrência de lesões musculares apenas durante a prova. No trabalho realizado por HOLLY, BARNARD, ROSENTHAL, APPLEGATE e PRITIKIN (1986), seis atletas do sexo masculino e três do sexo feminino foram estudados com o objetivo de caracterizar as respostas dos seus organismos ao exercício prolongado. Eles participaram do campeonato mundial de *ironman*, que é realizado anualmente em Kailua-Kona, no Havaí, EUA e foram avaliados após a prova para a atividade da LDH no plasma, a qual apresentou aumento de 222% em relação às medições de repouso

e manteve-se elevada durante seis dias após a prova. Os resultados encontrados nesse estudo são muito semelhantes aos resultados de HOLLY et al. (1986) no que diz respeito às medições de repouso e imediatamente após a prova.

Já no estudo realizado por MARGARITIS et al. (1999) em doze atletas de distância semelhante ao *ironman*, a atividade da LDH também apresentou-se elevada após a prova e manteve-se elevada por aproximadamente um dia.

A elevação da atividade da LDH, como dito anteriormente também é um indicador muito utilizado como indicativo de microtraumatismos induzidos pelo excesso de contrações musculares excêntricas. Basicamente, essas lesões caracterizam-se pela perda de integridade da membrana da fibra muscular, o que resulta em liberação de enzimas como a LDH, que caem na circulação e sua atividade pode ser mensurada como indicador de lesões musculares.

Esse indicador confirmou os resultados encontrados nas mensurações de CK realizadas nesse estudo, bem como os resultados encontrados na literatura, onde após esforços extenuantes ocorre o aumento da atividade dessa enzima no plasma.

6-2-2- Indicadores da Resposta Inflamatória

6-2-2-1-Concentração da Proteína C Reativa (PCR) Plasmática

A proteína C reativa (PCR) é uma proteína plasmática de fase aguda, sendo um indicador rotineiramente utilizado para monitorar a resposta inflamatória e é considerada um dos mais sensíveis por apresentar algumas características como meia-vida curta (entre 8 a 12 horas) e valores normais muito baixos (< 0,5 mg/dL).

A PCR é uma importante proteína no processo de reparo de células danificadas, ela se liga aos fosfolípides de membrana e atrai as células do sistema imune para início do processo de reparação (PIHL et al., 2003; KASAPIS e THOMPSON, 2005). Em resposta a estímulos inflamatórios, a concentração de PCR pode atingir concentração 100 vezes maiores que o normal em aproximadamente 24 horas.

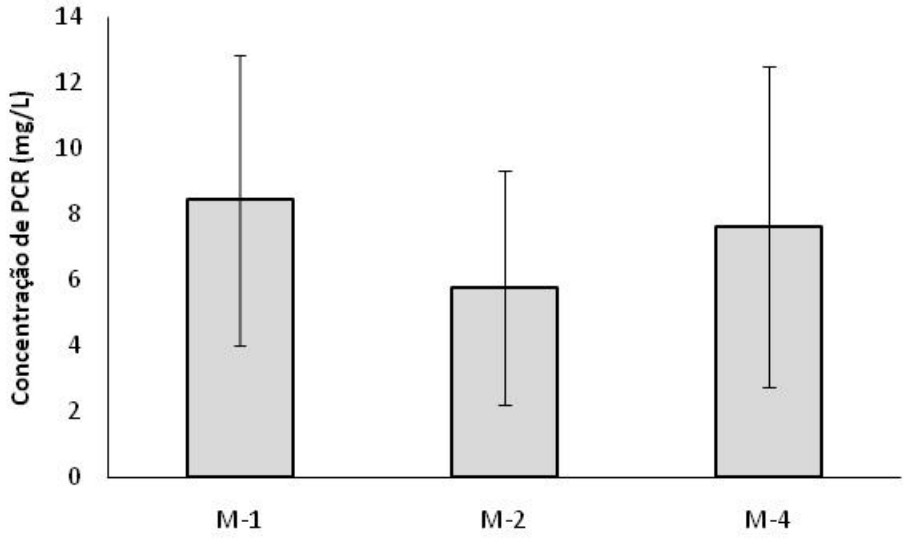

FIGURA 9- Proteína C reativa (mg/L) nos três momentos de coleta.

Em M-1 encontrou-se média de 8,42 ± 4,13 mg/L. Em M-2; 5,77 ± 3,54 mg/L, redução de 31,48% em comparação a M-1. No momento M-4, obteve-se média de 7,62 ± 4,87 mg/L, redução 21,48% comparado a M-1 e aumento de 32,06% em relação a M-2. Não foram encontradas diferenças significantes entre as avaliações, sendo que o valor de F encontrado para essa variável foi de 0,808 e GL= 2, 27.

No trabalho realizado por JEUKENDRUP, VET-JOOP, STURK, STEGEN, SENDEN, SARIS e WAGENMAKERS (2000), vinte e nove atletas de *triathlon* foram estudados para avaliar a incidência de problemas do trato gastrointestinal, liberação de enzimas musculares e concentração de PCR antes, uma, duas e dezesseis horas após uma prova de *ultraman* . Nas mensurações realizadas para concentração de PCR nesse estudo, foi possível detectar elevação significante da PCR apenas após dezesseis horas após a prova, fato esse atribuído ao tempo necessário para adesão dessas proteínas aos fosfolípedes de membrana e conseqüente aparecimento desse indicador no plasma.

Já no estudo realizado por TAYLOR, ROGERS, GOODMAN, BAYNES, BOTHWELL, BEZWODA, KRAMER e HATTINGH (1987) com dezoito atletas de uma prova de 160 Km que envolvia canoagem, ciclismo e corrida. A PCR foi mensurada trinta minutos e vinte e quatro horas após o esforço, sendo que foi detectado

aumento de 300% da concentração dessa proteína apenas na segunda mensuração (24 h após a prova).

Como esperado, nesse estudo a PCR não apresentou alterações durante o período de preparação e após a prova, o que indica que a medição de PCR após a prova foi realizada em um momento inadequado pelo fato de não ter havido tempo bastante para esse indicador aparecer no plasma.

6-2-2-2-Concentração da Interleucina 6 (IL-6) Plasmática

A interleucina-6 (IL-6) é uma citocina que é produzida por monócitos, células endoteliais e pelo músculo esquelético e é um dos fatores responsáveis por iniciar a resposta inflamatória aguda (JEUKENDRUP et al., 2000; PEDERSEN et al., 2003).

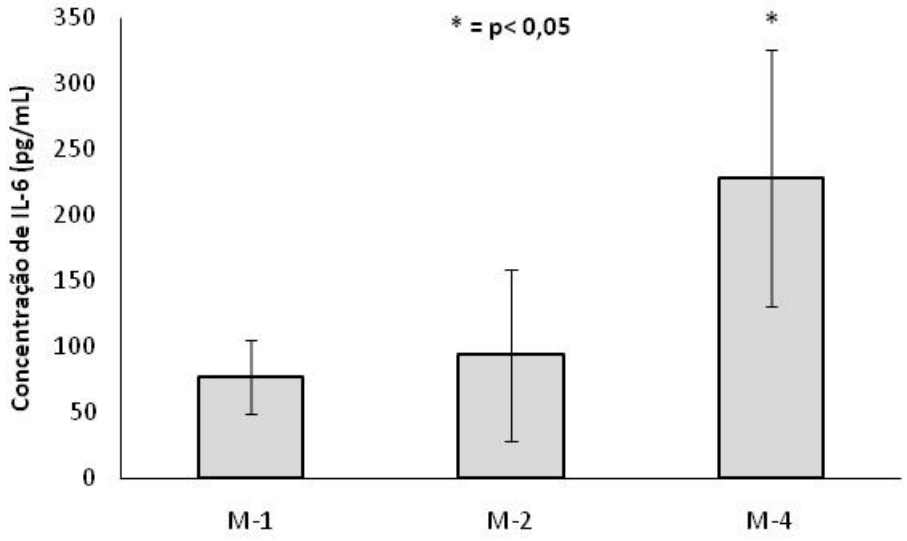

FIGURA 10- Interleucina -6 plasmática (pg/mL) nos três momentos de coleta.

Para essa variável, em M-1 encontrou-se média de 77,09 ± 27,86 pg/mL. Já em M-2, 93,39 ± 65,2 pg/mL, aumento de 21,14% comparado a M-1. No momento M-4, obteve-se 228,48 ± 97,61 pg/mL, aumento de 192,99% em relação a M-1 e de 144,65% a M-2.

Foram encontradas diferenças significantes entre os diferentes momentos (F= 15,191 e GL= 2, 31). Sendo que tais diferenças foram detectadas na comparação

entre a determinação realizada em M-4 às demais avaliações (q= 7,154 para M-1 comparado a M-4 e q= 6,384 para M-2 comparado a M-4).

Esses resultados estão de acordo com os trabalhos consultados para esforços dessa natureza (STEENSBERG, 2003), onde a IL-6 apresentou-se elevada após esforços de longa duração. No trabalho de JEUKENDRUP et al. (2000), onde vinte e nove atletas foram avaliados para concentração de interleucina-6 e fator de necrose tumoral-alfa (TNF-α), foi encontrado aumento significante (270%) na produção de IL-6 imediatamente após a prova. Tal fato foi atribuído à necessidade de início da resposta inflamatória aguda que provavelmente foi desencadeada por microlesões musculares (a atividade da CK também foi mensurada no estudo) durante a prova de *triathlon*.

Já no trabalho de GOMEZ-MERINO, DROGOU, GUEZENNEC, BURNAT, BOURRILHON, TOMASZEWSKI, MILHAU e CHENNAOUI (2006) pode-se encontrar resultados relativos à comparação da concentração de IL-6 plasmática de doze triatletas com onze corredores que participaram de uma prova de *triathlon* de longa duração e de uma corrida de 100 Km respectivamente. Um aspecto interessante a ser ressaltado nesse estudo é o fato de que a IL-6 apresentou-se mais elevada nos triatletas em relação aos corredores. Tais variações foram atribuídas à intensidade do esforço, bem como ao volume de massa muscular envolvido no *triathlon* em relação à corrida.

Num estudo realizado com nove triatletas, onde foram mensurados indicadores de lesões musculares e de inflamação, SUZUKI et al. (2006) encontraram aumento da concentração da IL-6 trinta minutos após uma prova de *ironman*, que é um resultado muito semelhante ao encontrado nesse estudo, diferenciando apenas na distância e no tempo de duração da prova utilizada no trabalho.

De acordo com os trabalhos citados, essa resposta é transiente e a concentração de IL-6 no plasma tende a retornar aos valores de base após 24 horas, o que explica os valores de IL-6 encontrados nos momentos M-1 e M-2, cujas coletas de sangue foram realizadas após vinte e quatro horas da última sessão de treinamento.

Nesse estudo, da mesma forma que os estudos anteriormente citados, a interleucina-6 apresentou-se elevada após o esforço. Esse resultado confirma os dados encontrados na literatura, que provavelmente são devido à liberação de IL-6 pelo músculo esquelético, bem como por células do sistema imunológico, como sinalizador de início do processo inflamatório para reparação das células musculares danificadas em decorrência do esforço (STEENSBERG, 2003).

6-2-2-3-Concentração da Interleucina 10 (IL-10) Plasmática

A Interleucina 10 é uma conhecida citocina antiinflamatória produzida pelos linfócitos que atua contrariamente à interleucina 6 (pró-inflamatória), desmobilizando as células de defesa e inibindo a secreção de TNF, IL-1, IL-6 e IL-8. Geralmente, essa citocina é produzida com a finalidade de controlar a resposta inflamatória deflagrada por algum evento fisiológico, como o aumento de lesões musculares pelo excesso de contrações excêntricas (SUZUKI et al., 2006).

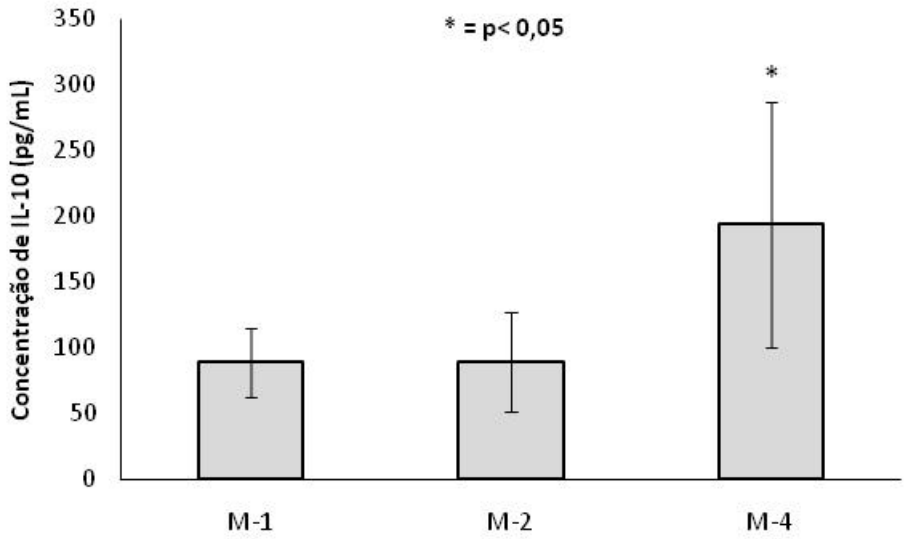

FIGURA 11- Interleucina -10 plasmática (pg/mL) nos três momentos de coleta.

No momento M-1 a média foi de 88,49 ± 26,36 pg/mL. Já em M-2 89,56 ± 37,99 pg/mL, aumento de 1,2% comparado a M-1. No momento M-4, 193,31 ± 92,77 pg/mL, aumento de 118,45% em relação a M-1 e de 115,84% a M-2.

Foram encontradas diferenças significantes para a quantificação de IL-10 no plasma (F= 10,971 e GL= 2, 31). Conforme o esperado para essa variável, as diferenças foram detectadas na comparação dos resultados mensurados em M-1 e M-2 a M-4 (q= 5,812 para M-1 comparado a M-4 e q= 5,752 para M-2 comparado a M-4).

Após esforços de longa duração, geralmente a IL-10 plasmática apresenta-se aumentada. Tal resposta provavelmente é decorrente da produção de IL-10 com a finalidade de controlar a resposta inflamatória deflagrada pela IL-6 e que foi secretada por leucócitos e pelo músculo esquelético. Porém, tal resposta é descrita como transiente e aproximadamente 24 horas após o esforço, tende a retornar aos valores de referência (SUZUKI et al., 2006).

No estudo realizado por NIEMAN, DUMKE, HENSON, MCANULTY, GROSS e LIND (2005), sessenta ultramaratonistas que participaram da *Western States Endurance Run* (160 Km) e terminaram a prova abaixo de trinta horas foram avaliados antes, depois, um, dois, cinco e sete dias depois da prova, para a concentração de sete citocinas (entre elas a IL-10), indicadores de lesões musculares e percepção de esforço. Concluiu-se que o aumento da atividade de enzimas como a CK apresentou correlação com a dor muscular tardia e com o aumento da concentração de citocinas após o esforço (IL-10 aumentou vinte e quatro vezes).

NIEMAN, DAVIS, HENSON, GROSS, DUMKE, UTTER, VINCI, CARSON, BROWN, MCANULTY, MCANULTY e TRIPLETT (2005) realizaram um estudo com quinze ciclistas treinados com ou sem a suplementação de carboidratos que realizaram uma sessão de ciclismo de duas horas e meia a 60% da potência máxima. Os indivíduos foram avaliados antes, depois, e doze horas após a simulação da prova para concentração de citocinas plasmáticas e mRNA de citocinas em amostras obtidas a partir do procedimento de biopsia muscular. Nesse estudo, em ambos os grupos estudados (com ou sem a suplementação de CHO) houve aumento significante da concentração e expressão do gene da IL-10 imediatamente após o esforço, sendo que no grupo que consumiu CHO, o aumento foi maior.

O estudo realizado por GOMEZ-MERINO et al. (2006), onde foram comparados doze triatletas com onze corredores para a concentração de IL-10 entre

outros indicadores, a IL-10 apresentou-se significativamente elevada em ambos os grupos após uma prova de 100 Km de corrida e um *ironman*, sendo que os triatletas apresentaram maiores valores do que os corredores para essa citocina provavelmente em função das exigências impostas pela prova, bem como o maior estado inflamatório global após uma prova de *triathlon*.

Da mesma forma que a IL-6, nesse trabalho, a IL-10 apresentou-se elevada apenas depois da competição (M-4), o que em conjunto com os demais indicadores de inflamação e de lesões musculares (CK e LDH), fortalecem a hipótese de que o aumento dos indicadores inflamatórios ocorreu em conseqüência da ocorrência de lesões musculares.

6-2-3- Indicadores de "Shift" Metabólico

6-2-3-1-Concentração do Cortisol Plasmático

O cortisol é um hormônio produzido pelo córtex da glândula supra-renal que está envolvido na resposta ao *stress*. Dentre as suas funções, pode-se destacar a regulação da pressão arterial, a disponibilidade de substratos energéticos (carboidratos, lipídeos e proteínas) no sangue e uma potente atividade anti-inflamatória (GUYTON e HALL, 2002; ESLER, EIKELIS, SCHLAICH, LAMBERT, ALVARENGA, DAWOOD, KAYE, BARTON, PIER, GUO, BRENCHLEY, JENNINGS e LAMBERT, 2008). Esse indicador é sistematicamente estudado nos esportes como meio de identificar o estado de *stress* em que o atleta se encontra e os efeitos adaptativos produzidos pelo treinamento de resistência (MASTORAKOS et al., 2005).

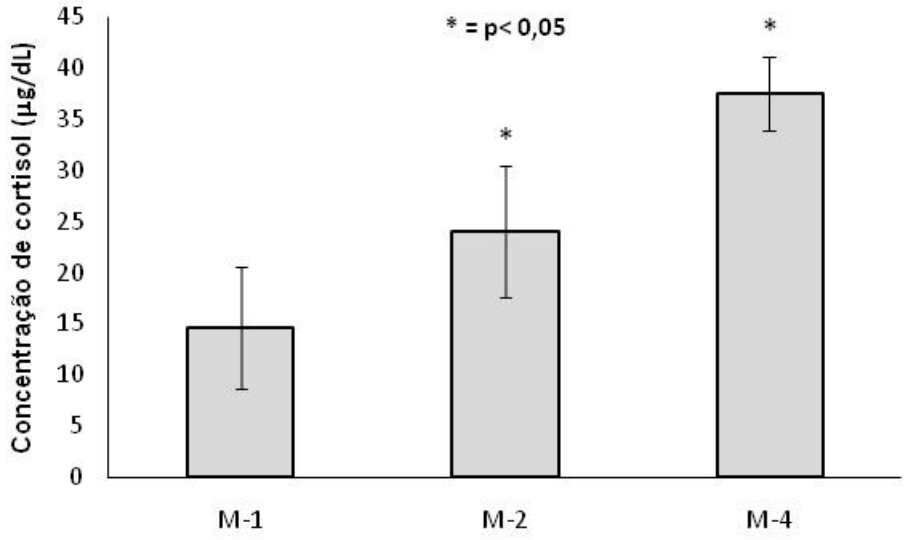

FIGURA 12- Cortisol (µg/dL) nos três momentos de coleta.

Em M-1 encontrou-se média de 14,6 ± 5,92 µg/mL. Em M-2 23,96 ± 6,44 µg/mL, aumento de 64,1% comparado a M-1. Finalmente em M-4, foi calculada média de 37,47 ± 3,58 µg/mL, aumento de 156,64% comparado a M-1 e de 56,38% a M-2.

Foram encontradas diferenças significantes na comparação entre os diferentes momentos (F= 44,288 e GL= 2, 29). Tais diferenças foram detectadas quando comparados os momentos M-1 a M-2 (q= 5,421), M-1 a M-4 (q= 13,238) e M-2 a M-4 (q= 7,817).

No estudo realizado por URHAUSEN e KINDERMANN (1987), oito atletas foram avaliados após uma prova de *short triathlon* que foi realizada durante quatro dias seguidos para determinação da concentração de hormônios sexuais (testosterona) e cortisol após a prova. As análises de amostras de sangue revelaram que o cortisol apresentou-se significantemente elevado do primeiro ao último dia de prova, sugerindo que o *défcit* de anabolismo provocado pelo regime de esforço foi o responsável pelo aumento desse hormônio com o objetivo de suprir a demanda de energia por meio de substratos alternativos.

Com o objetivo de investigar o comportamento do eixo hipotálamo hipófise adrenal em condições de exercício extenuante, ODAGIRI, SHIMOMITSU, IWANE e

KATSUMURA (1996) investigaram o estado de humor, hormônio adrenocorticotrófico plasmático, catecolaminas e cortisol em vinte e nove atletas dois dias antes, imediatamente depois e um dia após uma prova de *triathlon*. Nesses atletas, foi encontrado aumento significante da concentração de cortisol imediatamente após a prova, sendo que tal elevação foi atribuída ao estado de *stress* psicológico induzido pela prova, bem como a solicitação energética decorrente do esforço e ao estado inflamatório induzido pelo grande volume de contrações musculares.

Os resultados encontrados nesse estudo são semelhantes aos dados encontrados na literatura, onde foi encontrado aumento da linha de base do cortisol, sem aumento concomitante dos demais indicadores de resposta inflamatória e de microtraumatismos musculares como resposta ao treinamento realizado. Esse fato é descrito como uma resposta adaptativa ao treinamento de resistência e, provavelmente, está relacionada com a sistemática de cargas adotada para o treinamento dos atletas que provoca o aumento do consumo de ácidos graxos em repouso com concomitante redução do consumo de glicose (KRAEMER e RATAMES, 2005; MASTORAKOS et al., 2005).

Neste estudo, também foi detectado o aumento da concentração plasmática de cortisol após a prova de meio *ironman*, o que também está de acordo com outros estudos (URHAUSEN e KINDERMANN, 1987; ODAGIRI et al., 1996; KRAEMER e RATAMES, 2005) e é considerado efeito temporário do esforço realizado para o controle da resposta inflamatória desencadeada pela prova e para a liberação de maiores quantidades de ácidos graxos pelo tecido adiposo para reposição da gordura intramuscular utilizada no abastecimento energético dessa estrutura durante o exercício

6-2-3-2-Concentração dos Ácidos Graxos Livres (AGL) no Plasma

A concentração de ácidos graxos plasmáticos é um indicador que pode ser utilizado para classificação do estado de treinamento do atleta e é dependente da intensidade do esforço prioritariamente aeróbio realizado (HAUSSWIRTH, BIGARD, BERTHELOT, THOMAÏDIS e GUEZENNEC, 1996; HAUSSWIRTH e LEHENAFF,

2001; KNOEPFLI, RIDDELL, GANZONI, BURKI, VILLIGER e VON DUVILLARD, 2004).

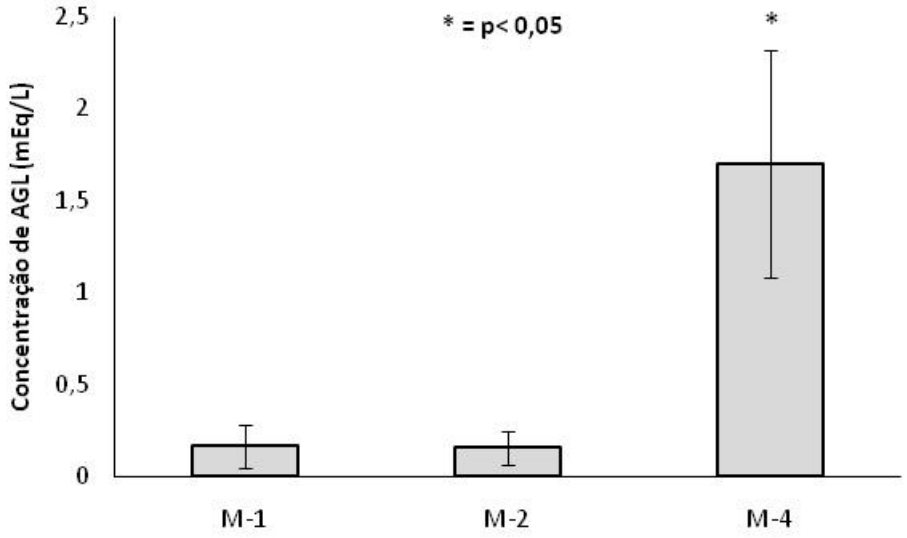

FIGURA 13- Ácidos graxos livres no plasma (mEq/L) nos três momentos de coleta.

Para a coleta realizada em M-1, encontrou-se média de 0,16 ± 0,11 mEq/L. No momento M-2 0,15 ± 0,08 mEq/L, redução de 6,66% comparado a M-1. Já em M-4; obteve-se média de 1,69 ± 0,61 mEq/L, aumento de 956,25% comparado a M-1 e de 1026,66% em relação a M-2. Foram encontradas diferenças estatísticas significantes nas mensurações de AGL plasmático (F= 64,782 e GL= 2, 31), sendo que tais diferenças foram detectadas quando observado o momento M-4 em relação aos demais (q= 14,016 para M-1 comparado a M-4 e q= 14,086 para M-2 em relação a M-4).

Nesse estudo, da mesma forma que no estudo de KNOEPFLI et al. (2004) não foram encontradas diferenças significantes na disponibilidade de ácidos graxos nos diferentes momentos do programa de treinamento (M1 e M2) realizado pelos atletas. Em seu estudo, os autores compararam as alterações da concentração de ácidos graxos livres em nove triatletas que foram avaliados no início da temporada e durante o programa de treinamento por meio de um teste de vinte e cinco quilômetros de corrida. Os resultados das amostras de sangue revelaram aumento significante da concentração de AGL já no início do teste, o que sugere a participação desse

substrato no atendimento da necessidade energética imposta por atividades dessa natureza.

Já no estudo de HAUSSWIRTH et al. (1996), nove indivíduos foram avaliados em três diferentes situações de esforço para estimar o custo energético da corrida. A primeira situação era um *triathlon* simulado de distâncias semelhantes ao *triathlon* olímpico, a segunda foi uma corrida de 2 h 15´ de duração e finalmente a terceira uma corrida de 45´ na mesma intensidade da corrida do *triathlon*. Apesar de em todos os experimentos a concentração de AGL ter apresentado elevação significante, o custo energético da corrida de 2 h 15´ foi maior, provavelmente pelo tempo de duração da prova e conseqüentemente pelo volume de movimentos cíclicos realizados durante o esforço.

Da mesma forma que a literatura consultada (HAUSSWIRTH et al., 1996; HAUSSWIRTH et al., 1997; HAUSSWIRTH e LEHENAFF, 2001; KNOEPFLI et al., 2004), nesse estudo foi encontrado aumento significante da concentração de AGL plasmático após o esforço provavelmente em função da liberação de fatores endócrinos como catecolaminas e cortisol.

O fato de o cortisol plasmático ter apresentado sua linha de base aumentada no segundo momento da avaliação causou a expectativa de que a concentração de ácidos graxos também estaria elevada em M2. Porém, tal expectativa não se confirmou e a explicação para esse dado é o fato de que os ácidos graxos circulantes, dentre outras funções, estão disponíveis para restabelecer os estoques de ácidos graxos presentes no fígado e nos músculos, os quais são consumidos tanto em repouso quanto em exercício (KNOEPFLI et al., 2004).

6-2-4- Indicadores de *Stress* Oxidativo

6-2-4-1-Concentração de α-Tocoferol Plasmático

A vitamina E ou α-tocoferol é uma variável estudada nos esportes de resistência como indicador de *stress* oxidativo. De acordo com MASTALOUDIS, LEONARD e TRABER, 2001; TRABER (2006), durante exercícios de longa duração existe a tendência de aumento da peroxidação lipídica com concomitante redução da

concentração de α-tocoferol plasmático, o que sugere que o α-tocoferol está envolvido na proteção dos lipídeos de membrana contra os ataques das espécies reativas de oxigênio.

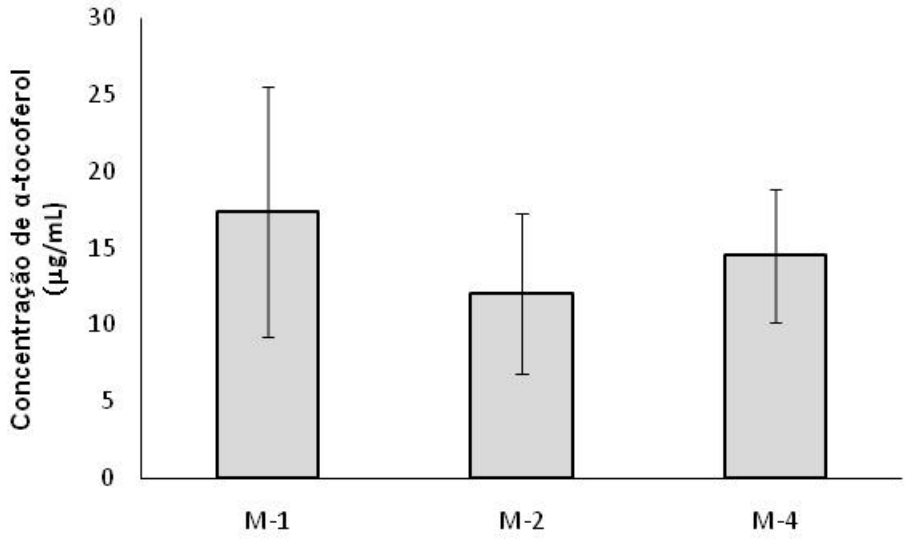

FIGURA 14- α-tocoferol plasmático (μg/mL) nos três momentos de coleta.

Encontrou-se valor médio de 17,35 ± 8,18 μg/mL em M-1, 12,05 ± 5,21 μg/mL em M-2; redução de 30,55% em relação a M-1. E finalmente em M-4, mensurou-se 14,48 ± 4,34 μg/mL; redução de 16,55% comparado a M-1 e aumento de 20,16% em relação a M-2. Não foram encontradas diferenças significantes quando comparados os diferentes momentos (F= 1,759 e GL= 2, 28).

Nesse estudo, ao contrário dos trabalhos consultados, não foi encontrada diferença significante na concentração de α-tocoferol plasmático entre os diferentes momentos em que as amostras de sangue foram coletadas dos atletas.

No trabalho de PIALOUX, MOUNIER, PONSOT, ROCK, MAZUR, DUFOUR, RICHARD, RICHALET, COUDERT e FELLMANN (2006), quatorze corredores foram divididos em dois grupos que realizaram seis semanas de treinamento na intensidade do limiar de lactato, sendo que um dos grupos exercitou-se em condições de hipóxia (simulação de 3000 m de altitude). Foram estudados níveis de oxidação de proteínas plasmáticas, bem como MDA, Ferro sérico, vitamina E e beta-caroteno. Foram encontradas diferenças no MDA e no nível de oxidação de proteínas após o exercício

em condições de hipóxia. Concluiu-se que a exposição a condições de hipóxia leva à acumulação dos efeitos provocados pelo *stress* oxidativo, sendo que tal situação levou à redução da capacidade antioxidante dos atletas.

SHING, PEAKE, AHERN, STROBEL, WILSON, JENKINS e COOMBES (2007) estudaram os efeitos de três dias consecutivos de ciclismo em indicadores de *stress* oxidativo através de análises de sangue e urina. Oito ciclistas realizaram um programa de treinamento que consistia em nove sessões de trinta segundos de duração a 150% da portência aeróbia máxima no primeiro dia e sessões de 30 km no segundo e terceiro dia. Foram avaliados marcadores de stress oxidativo como malondialdeído (MDA), estado antioxidante total e a vitamina E, bem como a atividade de enzimas antioxidantes. Foram encontradas alterações significantes no estado antioxidante total e vitamina E, sendo que a concentração de vitamina E no plasma apresentou redução significante apenas após a primeira sessão de treinamento.

Diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de ilustrar os efeitos do α-tocoferol na prevenção do *stress* oxidativo e no rendimento de atletas de resistência. Porém, até o presente momento pode-se constatar que essa vitamina não altera o rendimento de atletas (GAEINI, RAHNAMA e HAMEDINIA, 2006) e que a peroxidação lipídica ocorre independentemente da suplementação de α-tocoferol (NIEMAN, HENSON, MCANULTY, MCANULTY, AHMED e HEWARD, 2004).

Esses achados suportam o fato de que os atletas de *triathlon* de provas de meio *ironman* não apresentam déficit de α-tocoferol, refutando a hipótese de que o consumo desse nutriente na dieta diária pode ser insuficiente (MACHEFER, GROUSSARD, ZOUHAL, VINCENT, YOUSSEF, FAURE, MALARDE´ e GRATAS-DELAMARCHE, 2007).

6-2-4-2-Concentração de Ferro (Fe) Sérico

O Ferro é um importante mineral necessário para inúmeros eventos fisiológicos como o transporte de O_2 e a catálise de reações químicas. A redução desse indicador no soro é comumente associada à anemia, ao aumento da produção

de espécies reativas de oxigênio como o radical hodroxil pela reação de Fenton e a elevados graus de fadiga (SUEDEKUM e DIMEFF, 2005).

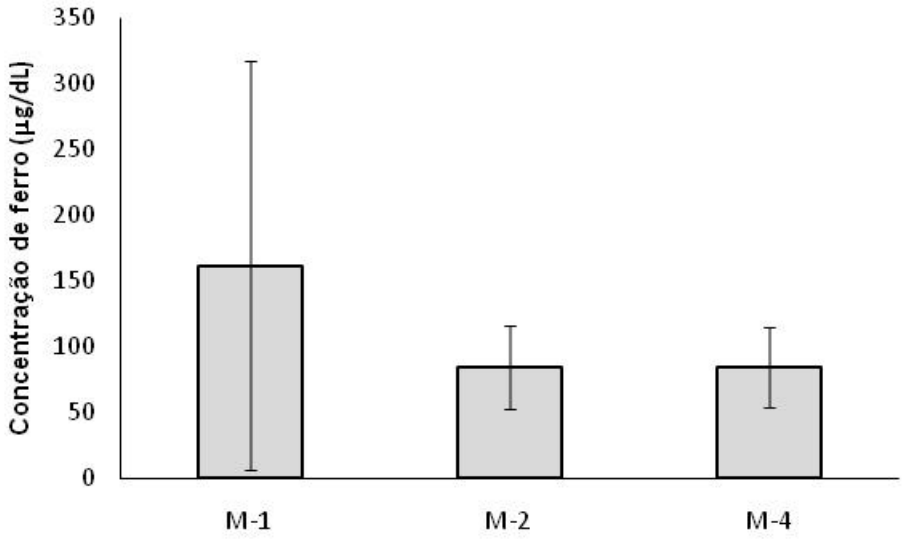

FIGURA 15- Ferro sérico (µg/dL) nos três momentos de coleta.

Foi obtido valor médio de 161,52 ± 155,03 µg/dL em M-1. Já em M-2, foi mensurada média de 84,49 ± 31,65 µg/dL; redução de 47,7% em relação a M-1. Em M-4, 84,25 ± 30,68 µg/dL; redução de 47,84% quando comparado a M-1 e de 0,29% em relação a M-2. Não foram encontradas diferenças significantes entre os valores encontrados nas três mensurações (F= 2,063 e GL= 2, 26).

Esses resultados estão de acordo com os trabalhos pesquisados, onde mesmo após provas de longa duração (maratona e *triathlon*), não houve a redução da concentração do ferro no soro dos atletas estudados.

No estudo realizado por DUCA, DA PONTE, COZZI, CARBONE, POMATI, NAVA, CAPPELLINI e FIORELLI (2006), foram avaliados a contagem de hemácias, hematócrito, hemglobina, ferro sérico, entre outros indicadores em oito corredores de meia maratona. Apesar das diferenças observadas no hematócrito, os autores não encontraram alterações na concentração de Ferro após a prova, e concluem que possíveis ajustes ao exercício são resultado de inúmeros fatores somados como secreção de hormônios e intensidade da carga.

Vinte triatletas do sexo feminino foram estudadas para hemoglobina, ferro, ferritina e transferrina antes e depois de uma prova de *triathlon* olímpico. Os resultados mostraram, após correção dos valores encontrados pelo hematócrito, que não houve alteração em nenhum dos indicadores estudados quando comparadas as amostras colhidas após a prova com as análises realizadas antes da prova (RÖCKER, HINZ, HOLLAND, GUNGA, VOGELGESANG e KIESEWETTER, 2002).

Em outro estudo consultado, foram comparados atletas suplementados ou não com vitaminas C, E e beta caroteno com o objetivo de estudar o estado basal do ferro em dezoito atletas de provas de longa duração que foram divididos em dois grupos (suplementado ou placebo). Ambos os grupos foram suplementados durante três meses e seguiram suas rotinas diárias de treinamento. Observou-se que no caso dos atletas não suplementados, pode ocorrer a redução da concentração de ferro sérico durante o programa de treinamento, sendo que tal efeito foi revertido no caso dos atletas suplementados, lembrando que essas alterações também podem ser atribuída a fatores como hábitos alimentares (AGUILO, TAULER, FUENTESPINA, VILLA, CORDOVA, TUR e PONS, 2004).

Nesse estudo, da mesma forma que os trabalhos citados, a não ocorrência de redução do Ferro sérico dos atletas estudados pode ser atribuída à falta de sensibilidade do método utilizado, bem como aos hábitos alimentares dos atletas (que não foi controlado no estudo).

6-3- Exames de Urina

As coletas das amostras de urina dos atletas foram realizadas em três momentos; no início da preparação (M-1), após dez semanas de treinamento (M-2) e após a competição (M-4) seguindo-se a mesma dinâmica adotada para as amostras de plasma e soro.

6-3-1- Análise Física

6-3-1-1-Densidade

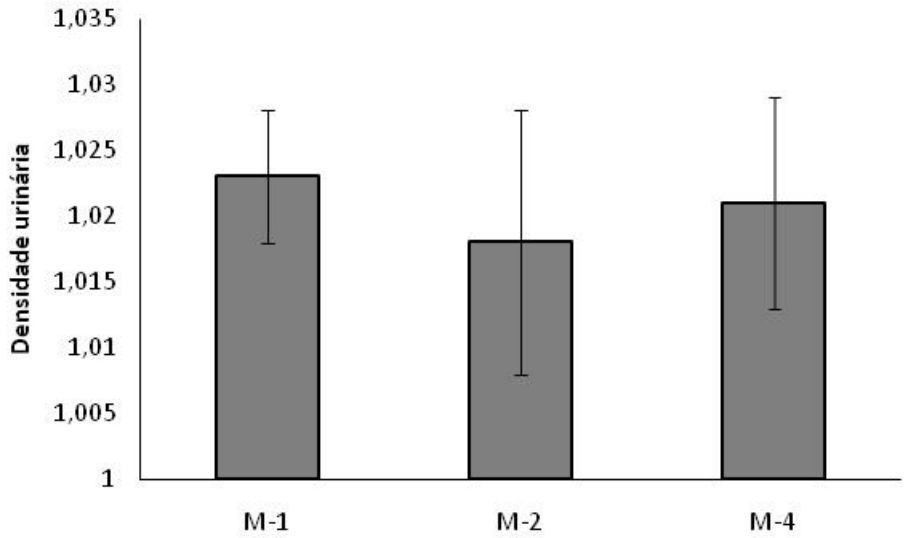

FIGURA 16- Densidade urinária nos três momentos de coleta.

Foi encontrada média de 1,02 ± 0,005 em M-1 e 1,01 ± 0,01 em M-2, redução aproximada de 1% em relação a M-1. Já em M-4, encontrou-se média de 1,02 ± 0,008, resultado semelhante ao encontrado em M-1 e aproximadamente 1% superior a M-2. Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre as mensurações para a densidade urinária, sendo que F= 0,808 e GL= 2, 23.

Nas pesquisas por literatura específica realizada em *sites* de busca e em bibliotecas, não foram encontrados estudos que tratassem desse tema com a abordagem utilizada nesse trabalho, sendo assim, este é o primeiro trabalho que contempla essa variável como indicador de *stress*.

A expectativa em mensurar a densidade urinária era de encontrar indícios de desidratação, principalmente após a prova de meio *ironman*. De acordo com

CLERICO et al. (1990), o fluxo sanguíneo renal é reduzido durante o exercício, e essa redução parece ser relacionada à intensidade do exercício. Os fatores responsáveis por esse efeito aparentemente são a atividade do sistema nervoso simpático e a liberação de catecolaminas, que provocam a redução da passagem de sangue pelos rins e diminui a taxa de filtração glomerular, sendo que no caso de desidratação decorrente do trabalho muscular de longa duração, a taxa de filtração glomerular pode reduzir ainda mais.

Neste estudo, não foram detectadas alterações na densidade urinária, dado este que pode confirmar a alteração da composição corporal encontrada pela bioimpedância elétrica após o esforço e que corrobora com as afirmações feitas por PASTENE et al. (1996), que diz que mesmo com a perda de peso após provas de resistência, a desidratação efetiva pode ser irrelevante quando a hidratação é realizada de maneira adequada e quando a perda de peso decorrente do esforço for considerada a partir da utilização de substratos energéticos durante a prova.

6-3-2- Análise Química

6-3-2-1-pH

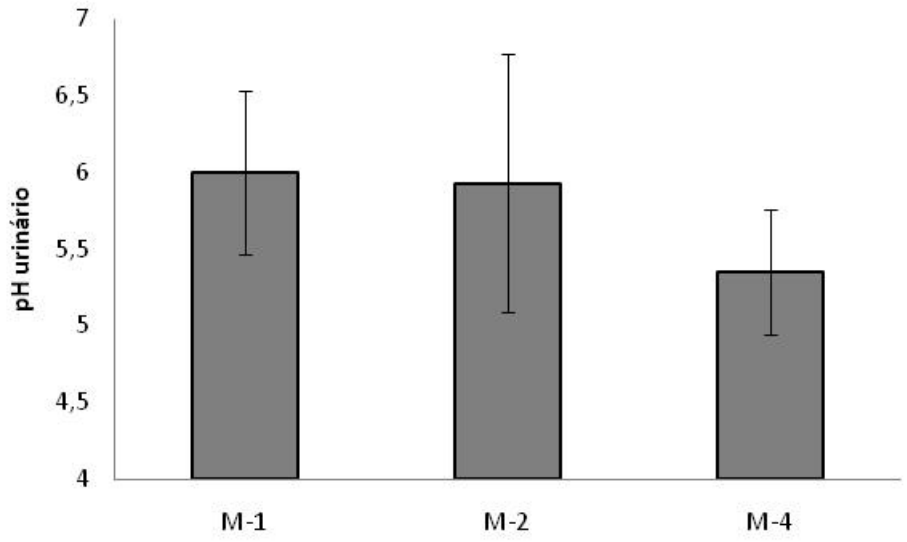

FIGURA 17- pH urinário nos três momentos de coleta.

Em M-1, obteve-se média de 6,00 ± 0,53. Já em M-2 5,92 ± 0,83, redução de 1,44% comparada a M-1. Finalmente em M-4 5,35 ± 0,41; redução de 10,94% em relação a M-1 e de 9,63% a M-2. Não foram encontradas diferenças significantes entre os resultados das análises (F = 3,270 e GL= 2, 24).

Da mesma forma que o ocorrido com o indicador anterior (densidade urinária), as pesquisas por literatura envolvendo o pH com os demais termos do estudo retornaram sem nenhum resultado. Em conjunto com os resultados de densidade, o pH poderia ser um indicador de desidratação e de excreção de metabólitos ácidos produzidos durante o esforço. Porém, a expectativa em relação a ambos indicadores citados (densidade e pH urinários) não se confirmou, e os atletas não apresentaram nenhum sinal de desidratação e de excreção de metabólitos ácidos. Esse resultado confirma as conclusões de estudos prévios que dizem que a intensidade média de

realização da prova é a intensidade de limiar de lactato (FARBER et al., 1991; HAUSSWIRTH e LEHENAFF, 2001) e que após uma prova dessa natureza (meio *ironman*), os atletas não apresentam desidratação significante (PASTENE et al., 1996).

6-3-2-2-Proteinúria

A proteinúria é um efeito conhecido após o exercício. Geralmente esse efeito é devido a alterações tubulares e glomerulares, que podem levar à excreção excessiva de proteínas (POORTMANS, ENGELS, SELLIER e LECLERCQ, 1991; BELLINGHIERI, SAVICA e SANTORO, 2008). A proteinúria após o exercício também pode ser indício de lesão renal (AYCA, SENER, APIKOGLU RABUS e OBA, 2006). De acordo com BELLINGHIERI et al. (2008), a alteração da taxa de excreção de proteínas durante e após o exercício pode variar de 18 a 100%, dependendo do tipo e da intensidade do esforço realizado.

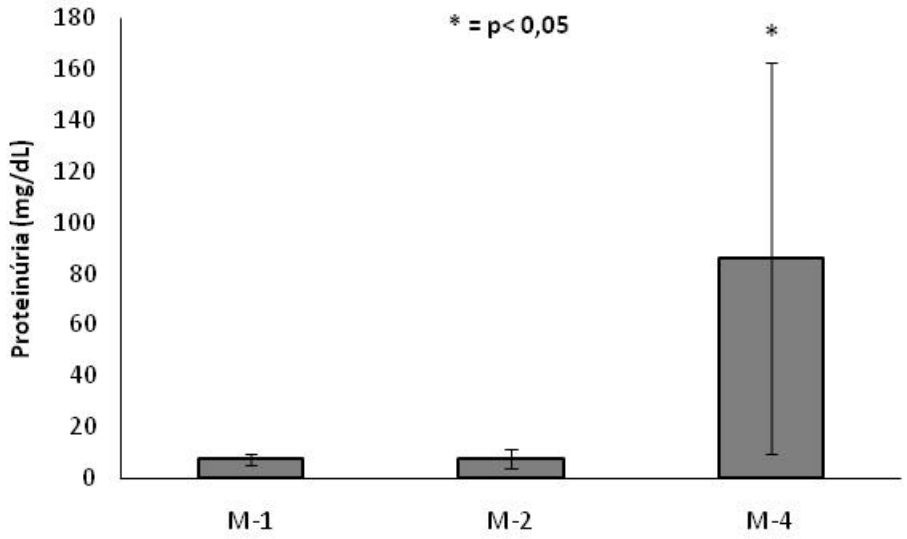

FIGURA 18- Proteinúria (mg/dL) nos três momentos de coleta.

Na coleta realizada em M-1 obteve-se 7,45 ± 2,48 mg/dL. No momento M-2 7,57 ± 3,74 mg/dL, aumento de 1,61% em relação à avaliação anterior. Já em M-4, foi mensurado valor médio de 86,1 ± 76,21 mg/dL, aumento de 1061,94% comparado a M-1 e de 1037,38% a M-2. Com relação à excreção de proteínas pela urina, foram detectadas diferenças significantes (F= 8,173 GL= 2, 20). Após o tratamento estatístico detectou-se diferenças na comparação dos resultados da avaliação realizada em M-4 (q= 5,119 para M-1 comparado a M-4 e q= 4,959 para M-2 em relação a M-4) aos demais momentos.

Num estudo realizado por DE PALO, GATTI, LANCERIN, DE PALO, CAPPELLIN, SOLDÀ e SPINELLA (2003) com vinte ciclistas após uma prova de 102 Km, detectou-se aumento de excreção de proteínas, peptídeo C urinário, insulina e IGF-1 (fator de crescimento de ação semelhante à insulina) após duas horas e meia de prova. Os autores concluíram que a excreção de proteínas aumenta de modo desproporcional aos hormônios peptídicos avaliados e que provavelmente esse efeito do exercício (proteinúria) é decorrente da alteração da permeabilidade tubular às proteínas.

Já em outro estudo, GERTH, OTT, FÜNFSTÜCK, BARTSCH, KEIL, SCHUBERT, HÜBSCHER, SCHEUCHT e STEIN (2002) foram detectados proteinúria, alterações bioquímicas e no balanço eletrolítico plasmático em corredores de aventura após uma prova de 100 Km que durou aproximadamente quatorze horas. Todos os indicadores apresentaram resposta transiente, ou seja, após aproximadamente seis horas de repouso a maioria dos indicadores já havia retornado às concentrações fisiológicas.

Esse indicador também já foi estudado após o esforço em jogadores de basebol (MIYAI e OGATA, 1990), em nadadores (POORTMANS et al., 1991) e triatletas (EDES, SHAH e THORNTON JR, 1990), sendo que em todos os casos a eliminação de proteínas pela urina retornou à condição fisiológica após algumas horas de repouso. Torna-se interessante ressaltar, que a partir dos estudos citados anteriormente, pode-se perceber que a proteinúria parece ser decorrente do esforço físico de qualquer natureza, de forma que se fazem necessários mais estudos para

entender se esse evento fisiológico decorre da intensidade ou volume de carga ou de ambos.

Da mesma forma que em todos os estudos consultados, neste estudo foi detectado o aumento da concentração de proteínas totais após o esforço, sendo que a origem mais provável para esse efeito do exercício foi a alteração da permeabilidade glomerular em conjunto com o aumento da presença de proteínas plasmáticas decorrente de hemólise induzida pelo exercício (EDES et al., 1990; POORTMANS et al., 1991; GERTH et al., 2002; DE PALO et al., 2003).

6-3-2-3-Creatinina

A creatinina é um composto orgânico nitrogenado e não protéico formado a partir da desidratação do aminoácido creatina. A formação deste composto ocorre principalmente no músculo esquelético, quando a creatina não utilizada é convertida em creatinina e finalmente é excretada pela urina. Dessa forma, a creatinina excretada diariamente pela urina é diretamente proporcional à massa muscular do indivíduo, sendo que a sua taxa de excreção pode variar de acordo com o sexo, idade e estado de treinamento em que o indivíduo se encontra (NARAYANAN e APPLETON, 1980; LEVEY, PERRONE e MADIAS, 1988).

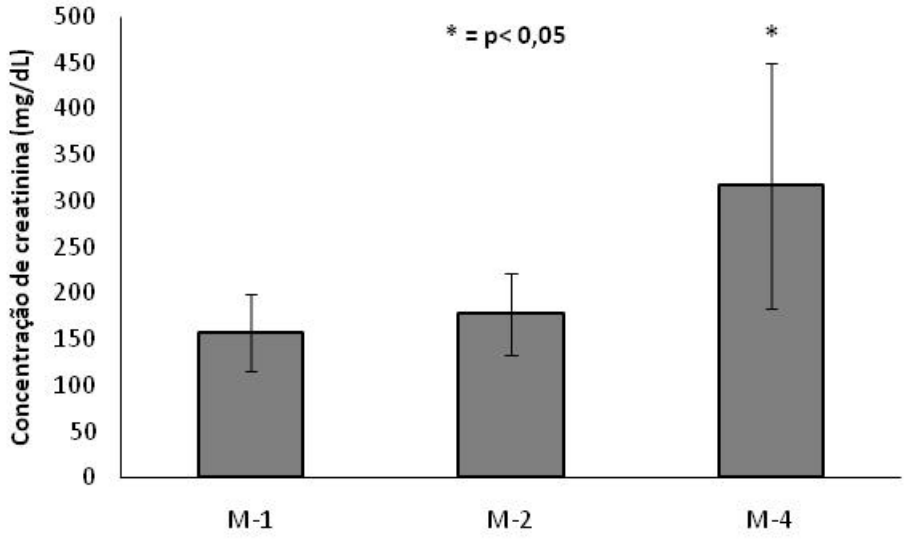

FIGURA 19- Creatinina na urina (mg/dL) nos três momentos de coleta.

Para a creatinina urinária, encontrou-se em M-1 valor médio de 157,66 ± 41,59 mg/dL. Em M-2 177,68 ± 44,46 mg/dL, aumento de 12,69% em relação M-1. Já em M-4, obteve-se valor médio de 316,46 ± 132,86 mg/dL; o que representa um aumento de 100,72% em relação a M-1 e de 78,1% a M-2. Para as análises da concentração de creatinina urinária. Foram encontradas diferenças significantes entre as mensurações (F= 8,00 e GL= 2, 22), sendo que as diferenças foram detectadas na comparação de M-4 com as demais avaliações realizadas (q= 5,229 para M-1 em relação a M-4 e q= 4,415 para M-2 comparado a M-4).

Os resultados encontrados nesse estudo estão de acordo com os achados de AYCA et al. (2006), que encontraram aumento na excreção de creatinina após o esforço em jogadoras de voleibol, o que sugere que o exercício é um fator que pode causar o aumento da taxa de filtração glomerular tanto em esportes de natureza prioritariamente anaeróbia (como o voleibol) quanto em modalidades cuja prioridade metabólica é o metabolismo aeróbio, como o *triathlon*.

Pelo fato de a creatinina aparecer em concentrações constantes na urina, sua mensuração é comumente utilizada para medir a taxa de filtração glomerular do

indivíduo, onde o aumento da sua excreção é um forte indicador de aumento do fluxo sanguíneo renal em indivíduos saudáveis (NARAYANAN e APPLETON, 1980).

A partir dos resultados encontrados nesse estudo, pode-se sugerir que durante a prova de meio *ironman*, houve aumento da taxa de filtração renal, que sugere aumento do fluxo sanguíneo pelos rins durante o exercício. Porém, mais uma vez em função de resultados semelhantes terem sido encontrados em atletas de modalidade cuja característica do esforço é completamente diferente (AYCA et al., 2006), sugere-se mais estudos para determinar se a excreção de creatinina é dependente do volume, intensidade da carga ou de ambos.

6-3-2-4-Potássio

Apesar de o potássio ser um importante eletrólito que constitui cerca de 5% do total de minerais do organismo, não são comuns estudos que investigaram a concentração desse elemento na urina de atletas. Esse mineral é importante para o equilíbrio osmótico do organismo e a redução do seu conteúdo plasmático e urinário pode ser resultado de agressivas estratégias de hidratação adotadas por treinadores e atletas antes e durante competições (RICHTER, BETZ e GEIGER, 2007).

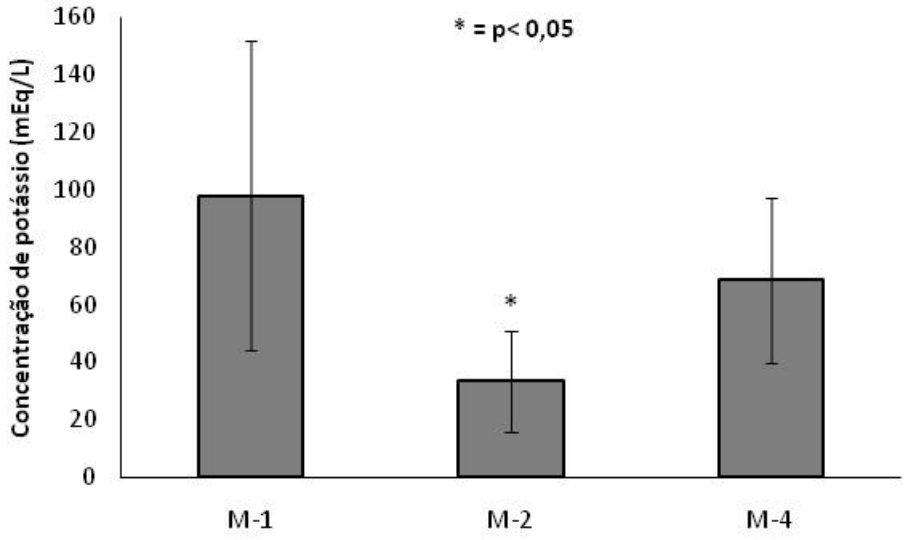

FIGURA 20- Potássio urinário (mEq/L) nos três momentos de coleta.

Em M-1 encontrou-se valor médio de 97,83 ± 53,67 mEq/L. No instante M-2 33,35 ± 17,42 mEq/L, o que representa uma redução de 75,92% em comparação a M-1. Finalmente em M-4, obteve-se média de 68,55 ± 28,76 mEq/L, redução de 30,93% comparado a M-1 e aumento de 105,54% em relação a M-2. Nas mensurações de potássio urinário foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre os momentos, onde F= 5,699 e GL= 2, 23. A diferença foi detectada na comparação entre o momento M-1 à mensuração realizada em M-2 (q= 4,774).

A redução da concentração de potássio encontrada no momento M-2 pode indicar um maior estado de hidratação mesmo com a recomendação de jejum de oito horas antes do teste. Torna-se importante salientar que apesar das alterações encontradas, em todos os momentos em que esse indicador foi mensurado, os resultados encontrados enquadram-se dentro da concentração fisiológica.

No estudo realizado por FELLMANN, SAGNOL, BEDU, FALGAIRETTE, VAN PRAAGH, GAILLARD G, JOUANEL e COUDERT (1988) com seis triatletas, não foram encontradas diferenças significantes na concentração de potássio urinário até

vinte e quatro horas após uma prova simulada de *triathlon* de 10 horas de duração, quando houve aumento da concentração desse indicador.

Em outros estudos realizados por LAURSEN et al. (2005) e RICHTER et al. (2007) em atletas de provas de *ironman*, pode-se observar grandes alterações nas concentrações de potássio e sódio (não mensurado neste estudo) após esforços físicos prolongados. Tais diferenças foram atribuídas ao excesso de consumo de líquidos antes e durante a competição, o que aumentou o volume volêmico e, provavelmente, reduziu o hematócrito desses indivíduos.

Conforme dito anteriormente, indicadores como sódio e potássio, são comumente utilizados na tentativa de mensurar os efeitos de provas de longa duração como indicadores de desidratação e hiponatremia, porém, aparentemente, a ingesta diária desses minerais é suficiente para atender a necessidade do atleta para realização de suas funções metabólicas e manutenção do equilíbrio osmótico do organismo. Sendo assim, de acordo com a literatura consultada, reduções na concentração de potássio, tanto sanguíneo quanto urinário, parece ser resultado de estratégias agressivas de hidratação pelos atletas.

6-3-2-5-Hemácias

De acordo com BELLINGHIERI et al. (2008), a hematúria é um efeito conhecido após o exercício. A presença de hemácias na urina pode ser indício de lesões inflamatórias, infecciosas ou traumáticas dos rins ou vias urinárias. Geralmente, a ocorrência de hematúria em atletas é associada ao aumento do fluxo sanguíneo renal e ao impacto das sucessivas passadas durante a corrida.

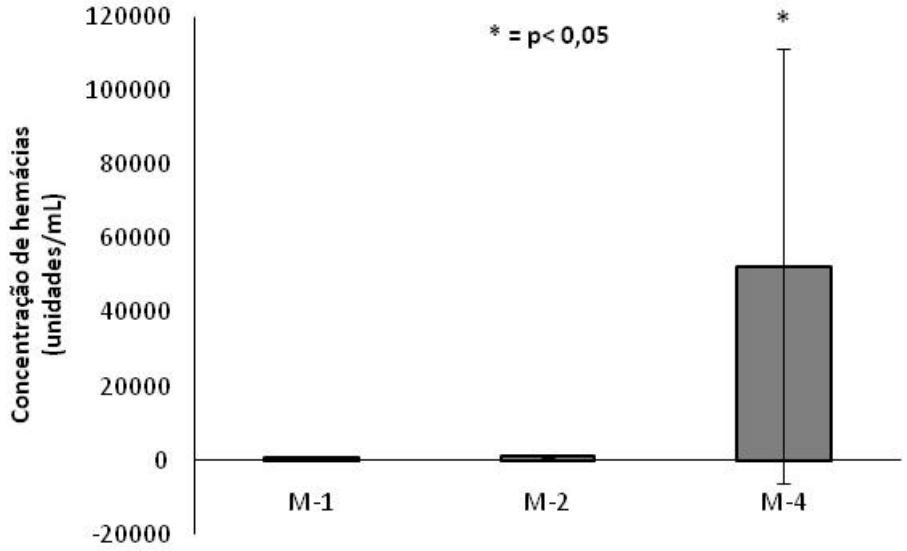

FIGURA 21- Hemácias na urina (unidades/mL) nos três momentos de coleta.

Nas amostras coletadas em M-1 detectou-se média 1.000 ± 0,00 unidades/mL. Em M-2 1.142,86 ± 377,96 unidades/mL, aumento de 14,28% em relação a M-1. Já em M-4 encontrou-se média de 52.555,56 ± 58.658 unidades/mL, o que representa aumento de 5.155,55% comparado a M-1 e de 4.498,6% a M-2. Foram encontradas diferenças significantes quando comparados os momentos de coleta (F= 5,688 e GL= 2, 23), sendo que as diferenças foram encontradas nas comparações de M-1 a M-4 (q= 4,144) e M-2 a M-4 (q= 3,985).

A prevalência de hematúria parece ser maior em atletas do que em pessoas comuns, sendo que esse efeito da carga desaparece logo após o esforço. Da mesma forma que a proteinúria, a hematúria é dependente da intensidade e duração do esforço, sendo que, dentre os mecanismos que induzem a hematúria, podemos citar o aumento da temperatura corporal, hemólise, secreção excessiva de catecolaminas e a acidose lática, que pode causar a passagem de eritrócitos para a urina pelo aumento da permeabilidade glomerular (BELLINGHIERI et al., 2008).

Esses efeitos têm sido relatados em diversos estudos realizados em atletas de diferentes modalidades. No estudo realizado por GERTH et al. (2002) com um grupo de 51 atletas que participaram de uma corrida de aventura de 100 Km que durou

aproximadamente 14 h 25'. Nesse trabalho, foram encontradas alterações em diversos indicadores bioquímicos mensurados no sangue e urina, bem como na quantidade de hemácias excretadas na urina dos atletas, imediatamente, e seis horas após a prova. Em função do aspecto das células ao microscópio, os autores concluíram que elas são resultado em grande parte de lesões renais, e não do aumento da permeabilidade capilar em função do esforço.

Já em estudo de caso realizado com um atleta de *mountain bike* (ALBERSEN, MORTELMANS e BAERT, 2006), foi encontrado aumento da quantidade de hemácias após uma prova de longa duração. Os autores atribuem tal fato a traumatismos renais decorrentes do esforço, porém ressaltam que tal evento é raro no caso de ciclistas.

Ao contrário do estudo citado anteriormente, a hematúria parece ser extremamente comum em corredores após provas de longa duração (DUCLOUX, LEMOUEL e CHALOPIN, 1999; KALLMEYER e MILLER, 1993). Como dito anteriormente, a excreção de hemácias pode ser atribuída ao aumento da permeabilidade glomerular em função do exercício, bem como à lesões renais promovidas pelo impacto das sucessivas passadas no decorrer da prova.

Até o momento, não foram encontrados estudos que evidenciassem a hematúria em atletas de *triathlon*, o que faz desse estudo o primeiro a evidenciar esse efeito do exercício em atletas dessa modalidade esportiva.

Os resultados encontrados nesse estudo estão de acordo com todos os resultados encontrados nos trabalhos consultados, ou seja, a hematúria parece ser um efeito não patológico decorrente do esforço realizado, já que se encontrou aumento desse indicador apenas após o esforço físico prolongado.

6-3-2-6-Leucócitos

Da mesma forma que a hematúria (eliminação de hemácias na urina) a presença de leucócitos na urina pode ser um indicativo de lesão glomerular ou tubular, do aumento da permeabilidade glomerular ou mesmo da presença de processo inflamatório das vias urinárias (POORTMANS, 1984; DUCLOUX et al., 1999). Muito poucos estudos verificaram até o momento a presença de leucócitos na urina de atletas após o esforço físico (RICHTER et al., 2007).

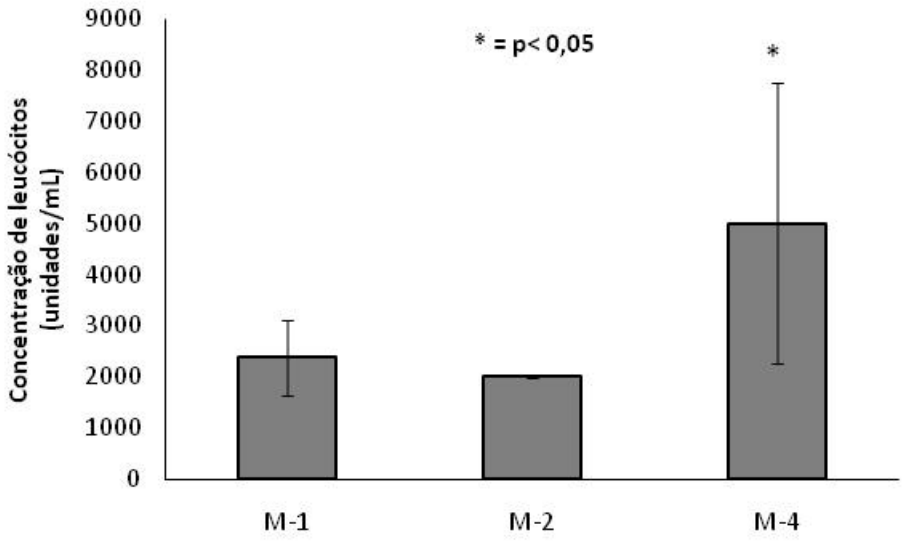

FIGURA 22- Leucócitos na urina (unidades/mL) nos três momentos de coleta.

Em M-1 encontrou-se média de 2.375 ± 744,02 unidades/mL. No momento M-2 2.000 ± 0,00 unidades/mL, redução de 15,79% em relação a M-1. Já em M-4, obteve-se média de 5.000 ± 2.738,6 unidades/mL, aumento de 110,52% comparado a M-1 e de 150% a M-2. Foram encontradas diferenças estatísticas significantes quando comparados os momentos de coleta (F= 7,336 e GL= 2, 23), sendo que tais diferenças revelaram-se nas comparações entre M-1 e M-2 a M-4 (q= 4,381 para M-1 em relação a M-4 e q= 4,827 para M-2 comparado a M-4).

Aparentemente, a eliminação de leucócitos segue a mesma dinâmica das hemácias com relação à sua excreção na urina após exercícios extenuantes. Nesses casos, pode-se inferir que em função do esforço físico acontece o aumento da taxa

de filtração glomerular pelo aumento da pressão sanguínea dessa estrutura e uma possível alteração da permeabilidade dos glomérulos à passagem dessas células, que em condições normais são grandes demais para passar pela barreira capilar dos glomérulos (POORTMANS, 1984).

Neste estudo, encontrou-se aumento da ordem de 150% na excreção de leucócitos após o esforço, sendo que durante o período de preparação não foram encontradas diferenças, já que as avaliações foram realizadas em repouso de 24h. Esses resultados sugerem que o aumento da taxa de eliminação de leucócitos foi provocado pelas alterações hemodinâmicas (aumento da pressão efetiva do fluxo sanguíneo glomerular) e endócrinas (aldosterona e hormônio anti-diurético) promovidas pelo esforço físico, que levaram a alterações da permeabilidade glomerular (POORTMANS, 1984).

Da mesma forma que o indicador anterior, esse parece ser o primeiro estudo que evidenciou o aparecimento de leucócitos de forma não patológica após exercícios extenuantes, sendo que nas pesquisas por material referente a esse tema, não foram encontrados trabalhos semelhantes para esse indicador.

6-4- Ansiedade Pré Competitiva e Percepção Subjetiva de Esforço

O estado de ansiedade também foi mensurado em três momentos; no início da preparação (M-1), após dez semanas de treinamento (M-2) e antes da prova (M-3).

6-4-1- Ansiedade Pré Competitiva (Competitive State Anxiety Inventory - SCAI-2)

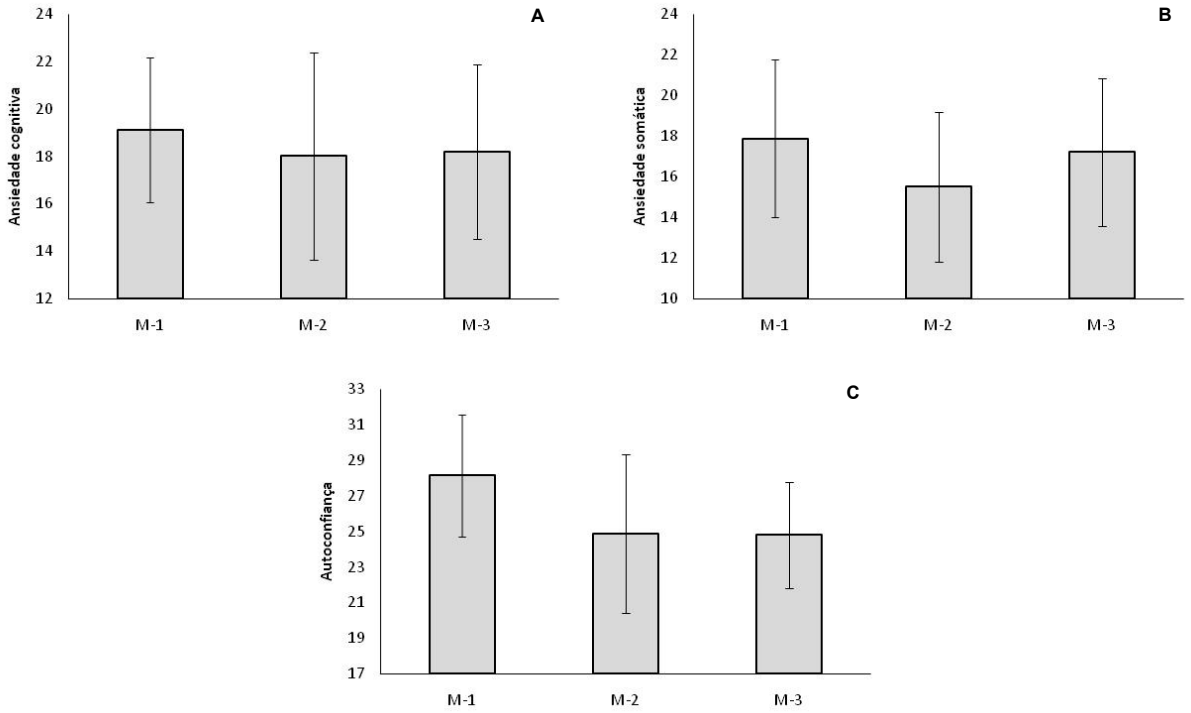

FIGURA 23- Ansiedade cognitiva (A), ansiedade somática (B) e autoconfiança (C) nos três momentos.

Com relação à ansiedade cognitiva (FIGURA 23A), em M-1 os atletas apontaram para o escore médio de 19,12 ± 3,04. Em M-2 o valor encontrado foi de 18,00 ± 4,37, redução de 5,86% comparada a M-1. Finalmente em M-3, encontrou-se média de 18,20 ± 3,67, o que representa uma redução de 4,82% em relação a M-1 e aumento de 1,11% comparado a M-2. Não foram encontradas diferenças significantes entre as avaliações, sendo que F= 0,210 e GL= 2, 25.

Para a ansiedade somática (FIGURA 23B), o escore obtido em M-1 foi de 17,87 ± 3,87. Já no momento M-2 15,5 ± 3,66, redução de 13,27% em relação a M-1. E em M-3, o resultado foi de 17,20 ± 3,64, redução de 3,75% comparada a M-1 e aumento de 10,96% a M-2. Mais uma vez não foram encontradas diferenças significantes entre os diferentes momentos, onde F= 0,873 e GL= 2, 25.

Já para a mensuração de autoconfiança (FIGURA 23C), em M-1 encontrou-se escore médio de 28,12 ± 3,44. Em M-2 24,87 ± 4,45, redução de 11,66% comparada a M-1. Já em M-3, o valor médio encontrado foi 24,80 ± 2,97, redução de 11,81% em relação a M-1 e de 0,29% a M-2. Da mesma forma que para os outros resultados obtidos a partir do questionário de ansiedade-traço, não foram encontradas diferenças significantes entre os três momentos da avaliação, sendo que F foi igual a 2,291 e GL= 2, 25.

Num estudo realizado com sessenta e seis jogadores de vôlei de areia, KAIS e RAUDSEPP (2004) demonstraram que o questionário SCAI-2 (o mesmo utilizado nesse estudo) proposto por MARTENS et al. (1990) não foi capaz de predizer o rendimento dos atletas (mensurado por vídeo). Outra conclusão do trabalho é que os estados de ansiedade somática e cognitiva parecem ser muito semelhantes e que esses instrumentos de avaliação devem ser ajustados para o esporte que se deseja avaliar.

CHAMBERLAIN e HALE (2007), realizaram um trabalho com doze jogadores de golfe, foi constatado que a ansiedade cognitiva parece apresentar uma relação negativa com o rendimento, ao passo que a ansiedade somática apresentou uma relação curvilinear e a autoconfiança, relação linear, concluindo que a direção da ansiedade parece ser um melhor preditor do rendimento do que a intensidade da mesma, ou seja, a relação da ansiedade com a expectativa de rendimento ou mesmo em relação à modalidade em si, parece ter maior relação com o rendimento final do que o estado de ansiedade geral dos altetas.

No trabalho realizado por JONES e SWAIN (1992), sessenta e nove voluntários foram divididos em dois grupos (pouco competitivo e muito competitivo) pela aplicação de um questionário de orientação esportiva. Os atletas, pertencentes às mais diferentes modalidades esportivas (rúgbi, basquetebol, futebol e *hokey* de campo) responderam o SCAI-2 trinta minutos antes da competição com o objetivo de determinar as diferenças entre intensidade e direção da ansiedade pré-competitiva. Os autores não encontraram diferenças significantes na intensidade da ansiedade cognitiva e somática, porém, o grupo mais competitivo demonstrou mais facilmente sua ansiedade do que o grupo pouco competitivo.

No estudo realizado por LANE, TERRY e KARAGEORGHIS (1995) em que 175 triatletas responderam a um questionário modificado de ansiedade competitiva, os autores concluíram que o estado de ansiedade competitiva é correspondente à dificuldade imposta pela prova (percurso, distâncias percorridas, adversários, etc) e que o estado de ansiedade pré-competitiva não pode ser utilizado como ferramenta de predição de rendimento.

Neste estudo, apesar de não terem sido encontradas diferenças nas mensurações realizadas, foi possível observar que o estado de ansiedade pré-competitiva (ansiedade somática e cognitiva) durante todos os momentos em que os atletas foram avaliados, foi relativamente baixa (média de 17,2 numa escala de 32). Enquanto que os *scores* obtidos para a autoconfiança, em todas as avaliações realizadas apresentaram valores relativamente elevados (média de 25,93), o que pode explicar o baixo estado de ansiedade, já que, aparentemente, os atletas pareciam estar confiantes acerca do seu estado de treinamento, materiais de competição e das estratégias adotadas para a prova.

6-4-2- Escala RPE de Borg (Percepção Subjetiva de Esforço)

A escala RPE de Borg foi aplicada após o *triathlon*, recordatório de três ocasiões durante a competição; na transição da natação para o ciclismo – primeira transição – (T-1), do ciclismo para a corrida – segunda transição – (T-2) e imediatamente após a prova (T-3).

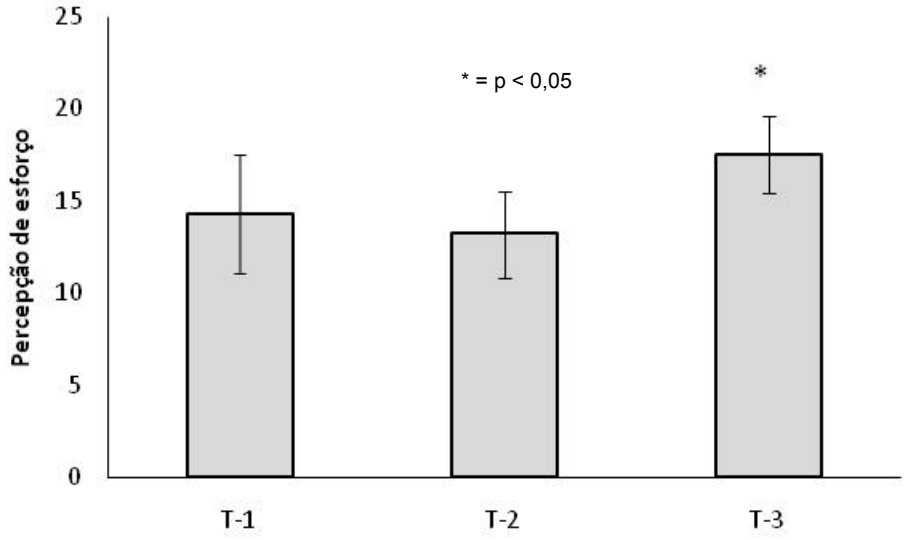

FIGURA 24- Percepção de esforço nos três momentos da competição.

Em T-1 obteve-se escore médio de 14,3 ± 3,23. Em T-2 13,2 ± 2,34, redução de 7,7% comparada a T-1. Já em T-3 17,5 ± 2,06, aumento de 22,37% em relação a T-1 e de 32,57% a T-2. Foram encontradas diferenças significantes para a percepção de esforço, obteve-se F= 7,395 e GL= 2, 29. As diferenças foram encontradas quando comparados os resultados de T-1 e T-2 a T-3, onde q= 3,895 para T-1 comparado a T-3 e q= 5,235 para T-2 em relação a T-3.

Os resultados obtidos para a percepção de esforço parecem ilustrar uma tendência dos atletas reportarem maiores escores ao final da prova, enquanto que durante a competição, nas transições de natação para ciclismo (T-1) e de ciclismo para a corrida (T-2) não ocorreram alterações no esforço percebido pelos atletas.

Os resultados deste estudo estão de acordo com os resultados do único estudo encontrado que foi realizado com triatletas (DELEXTRAT, TRICOT, HAUSSWIRTH, BERNARD, VERCRUYSSEN e BRISSWALTER, 2003), onde a percepção de esforço foi maior quando os atletas de *triathlon* realizaram uma simulação do segmento do ciclismo após a natação em comparação ao ciclismo isoladamente. Esses resultados confirmam a tendência de aumento da percepção de esforço à medida que o esforço prossegue.

TABELA 3- Sumário dos resultados encontrados no estudo, onde -- = sem alteração significante, ↑ = elevação significante, ↓ = redução significante e □ = não foi mensurado nesse momento.

VARIÁVEL	INÍCIO DA PREPARAÇÃO	APÓS 10 SEMANAS DE TREINAMENTO	ANTES DA PROVA	DEPOIS DA PROVA
Massa Corporal	--	--	--	--
Composição Corporal (Dobras Cutâneas)	--	--	--	--
Composição Corporal (Bioimpedância Elétrica)	--	--	↓	↓
CK	--	--	□	↑
LDH	--	--	□	↑
PCR	--	--	□	--
IL-6	--	--	□	↑
IL-10	--	--	□	↑
Cortisol	--	↑	□	↑
AGL	--	--	□	↑
α-Tocoferol	--	--	□	--
Ferro	--	--	□	--
Densidade Urinária	--	--	□	--
pH Urinário	--	--	□	--
Proteinúria	--	--	□	↑
Creatinina	--	--	□	↑
Potássio	--	↓	□	--
Hematúria	--	--	□	↑
Leucócitos	--	--	□	↑
Ansiedade Cognitiva	--	--	--	□
Ansiedade Somática	--	--	--	□
Autoconfiança	--	--	--	□

Percepção de Esforço		
Transição da Natação para o Ciclismo	Transição do Ciclismo para a Corrida	Final da Prova
--	--	↑

Os resultados encontrados nesse estudo permitem inferir que o processo de treinamento reduziu a porcentagem de gordura avaliada por bioimpedância elétrica e aumentou a concentração de cortisol plasmático. Esses efeitos podem ser considerados como resposta ao processo de treino e, especialmente no caso da composição corporal, indica a redução da porcentagem de gordura total dos atletas por uma técnica que não considera apenas a adiposidade subcutânea para estimar a composição corporal dos avaliados.

O fato de outros indicadores não apresentarem alteração após dez semanas de treinamento indica que o repouso de 24 horas que precedeu as avaliações foi suficiente para que as alterações fisiológicas promovidas pelo treinamento prévio retornassem aos valores de base e, não fossem detectados nas medições realizadas.

A partir dos resultados obtidos com as medições realizadas após a competição, pode-se observar que o esforço realizado no decorrer dos 112,9 quilômetros de prova (1,9 de natação, 90 de ciclismo e 21 de corrida) provocaram redução na adiposidade corporal dos atletas sem nenhum indício de desidratação, como pode ser observado nos dados referentes a massa corporal (Figura 4), densidade da urina (FIGURA 16) e pH da urina (FIGURA 17).

Já os dados relativos aos indicadores de lesões musculares e inflamação permitem inferir que a prova de meio *ironman* promoveu aumento de rompimento da membrana de células musculares com concomitante aumento da resposta inflamatória como resposta correspondente ao aumento das lesões musculares.

No caso dos indicadores de *stress* oxidativo e *shift* metabólico, observou-se que a prova não provocou *stress* oxidativo nos atletas ao passo que provocou uma grande alteração na concentração de ácidos graxos livres e cortisol plasmáticos. Esses resultados podem ser indicativos da não ocorrência de *stress* oxidativo ou da falta de sensibilidade dos métodos empregados para detecção desse fenômeno. O aumento de cortisol e de ácidos graxos livres indica o efeito metabólico produzido pelo esforço de longa duração, onde existe a necessidade de aumento do consumo de ácidos graxos pelo músculo esquelético. Torna-se importante salientar o importante efeito antiinflamatório do cortisol pelo fato de terem sido observadas

alterações nos indicadores de lesões musculares e de inflamação nos atletas que se voluntariaram para o estudo.

No caso dos indicadores estudados na urina dos atletas, observou-se, como dito anteriormente, a não alteração do estado de hidratação dos atletas (FIGURAS 16 e 17). Porém, observou-se também, indícios da alteração da permeabilidade glomerular em função do aumento da excreção de proteínas após a prova (FIGURA 18), hemácias (FIGURA 21) e leucócitos (FIGURA 22) e da taxa de filtração glomerular decorrente do esforço pelo aumento da excreção de creatinina (FIGURA 19).

Nos testes realizados para mensuração do nível de ansiedade pré-competitiva e percepção de esforço percebeu-se que os atletas mantiveram escore mediano para a ansiedade cognitiva e somática, ao passo que para a autoconfiança, verificou-se um *score* elevado nas mesmas condições. Esses resultados podem indicar que os atletas estavam muito confiantes na preparação que estava sendo realizada, no material de competição e nas condições de suporte para a prova e pouco preocupados em não ter um bom desempenho durante a competição.

Já para a escala de percepção de esforço, observou-se um comportamento para o escore apontado que parecia ser dependente do estágio da prova em que o indivíduo se encontrava, ou seja, houve a tendência de aumento à medida que a prova avançava, culminando em valores mais elevados ao final do meio *ironman*.

7- Conclusões

A partir dos resultados encontrados nesse estudo foi possível concluir que:

- Dentre todos os instrumentos utilizados para mensuração da composição corporal, a única ferramenta que foi capaz de encontrar alterações foi a bioimpedância elétrica, que detectou alterações significantes nas avaliações realizadas antes e depois da prova.

- Os atletas apresentaram aumento de ambos indicadores de lesões musculares (CK e LDH) apenas após a competição, o que ilustra o efeito de uma prova de meio *ironman* sobre a estrutura muscular desses atletas.

- Dos indicadores de resposta inflamatória, apenas a IL-6 e a I-10 apresentaram alterações na avaliação realizada após a prova.

- Para os indicadores utilizados para a alteração do substrato energético (*shift* metabólico), o cortisol apresentou alterações após dez semanas de treinamento e após a competição. A resposta encontrada na segunda avaliação é resultado de um efeito adaptativo às cargas de treinamento realizadas e já foi amplamente discutido na literatura. Da mesma forma, o aumento da concentração de cortisol plasmático após a competição, é fruto tanto da resposta inflamatória que resultou do esforço quanto do requerimento energético durante a realização da prova.

- Não foram encontrados indícios de *stress* oxidativo nos atletas em nenhum dos momentos estudados, o que pode evidenciar a falta de sensibilidade das técnicas utilizadas para o estudo dessa variável.

- Para as mensurações realizadas na urina dos atletas, foram encontradas alterações apenas após o esforço nos indicadores de excreção de proteínas, creatinina, hemácias e leucócitos.

- Nas avaliações realizadas com o inventário SCAI-2, não foram encontradas diferenças entre os momentos avaliados para os três componentes estudados pelo instrumento (ansiedade somática, cognitiva e autoconfiança), porém cabe salientar que os atletas apresentaram baixos escores de ansiedade frente aos escores de autoconfiança, o que pode explicar a baixa ansiedade em relação à prova.

- Finalmente, para a percepção de esforço, foram encontradas alterações apenas nos escores apontados pelos atletas após o término da prova, o que aponta para o aumento da percepção paralelo ao desenrolar da competição, caracterizando uma resposta acumulativa dessa variável em relação ao esforço.

A partir dos resultados encontrados nesse estudo, pode-se concluir que o treinamento exerceu influência na composição corporal (BIA) e em indicadores de *shift* metabólico (cortisol), ao passo que a prova de *triathlon* de longa duração provocou alterações na composição corporal (BIA), no índice de lesões musculares (CK e LDH), indicadores de inflamação (IL-6 e IL-10), *shift* metabólico (cortisol e AGL), urina (excreção de proteínas, creatinina, hemácias e leucócitos) e percepção de esforço (escala RPE de Borg) dos atletas.

8- Referências bibliográficas

AGUILO, A., TAULER, P., FUENTESPINA, E., VILLA, G., CORDOVA, A., TUR, J. e PONS, A. Antioxidant Diet Supplementation Influences Blood Iron Status in Endurance Athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v.4(2), p.147-160, 2004.

ALBERSEN, M., MORTELMANS, L. e BAERT, J. Mountainbiker's Hematuria: A Case Report. **European Journal of Emergency Medicine**, Munich, v.13(4), p.236-237, 2006.

ARNAUD, J., FORTIS, I., BLACHIER, D. e FAVIER, D. Simultaneous Determination of Retinol, α – Tocopherol and β – Carotene in Serum by Isocratic High – Performance Liquid Chromatography. **Journal of Chemotherapy**, Firenze, v.572, p.103-116, 1991.

AYCA, B., SENER, A., APIKOGLU RABUS, S. e OBA, R. The Effect of Exercise on Urinary Gamma-Glutamyl Transferase and Protein Levels of Volleyball Players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.46(4), p.623-627, 2006.

BARBANTI, V. **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. São Paulo: Edgard Blucher. 1997, 214 p.

_____. Adaptações Produzidas Pelo Treinamento Físico. In: (Ed.). **A Biodinâmica do Movimento Humano e Suas Relações Interdisciplinares**. São Paulo: Estação Liberdade, 2000, 268 p.

BELLINGHIERI, G., SAVICA, V. e SANTORO, D. Renal Alterations During Exercise. **Journal of Renal Nutrition**, San Francisco, v.18(1), p.158-164, 2008.

BORG, G. Psychophisical Basis of Perceived Exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.14(5), p.377-381, 1982.

BRANCACCIO, P., MAFFULLI, N., BUONAURO, R. e LIMONGELLI, F. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. **Clinics in Sports Medicine**, Philadelphia v.27(1), p.1-18, 2008.

BURTIS, C. e ASHWOOD, E. **Fundamentos de Química Clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998.

CHAMBERLAIN, S. e HALE, B. Competitive State Anxiety and Self-Confidence: Intensity and Direction as Relative Predictors of Performance on a Golf Putting Task. **Anxiety Stress Coping**, London, v.20(2), p.197-207, 2007.

CLERICO, A., GIAMMATTEI, C., CECCHINI, L., LUCCHETTI, A., CRUSCHELLI, L., PENNO, G., GREGORI, G. e GIAMPIETRO, O. Exercise-Induced Proteinuria in Well-Trained Athletes. **Clinical Chemistry**, Washington, v.3(36), p.562-564, 1990.

DE PALO, E., GATTI, R., LANCERIN, F., DE PALO, C., CAPPELLIN, E., SOLDÀ, G. e SPINELLA, P. Effects of Acute, Heavy-Resistance Exercise on Urinary Peptide Hormone Excretion in Humans. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, New York, v.41(10), p.1308-1313, 2003.

DE VITO, G., BERNARDI, M., SPROVIERO, E. e FIGURA, F. Decrease of Endurance Performance During Olympic Triathlon. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.16(1), p.24-28, 1995.

DELEXTRAT, A., TRICOT, V., HAUSSWIRTH, C., BERNARD, T., VERCRUYSSEN, F. e BRISSWALTER, J. Influence of Drafting During Swimming on Ratings of Perceived Exertion During a Swim-to-Cycle Transition in Well-Trained Triathletes. **Perceptual & Motor Skills**, Missoula, v.96(2), p.664-666, 2003.

DUCA, L., DA PONTE, A., COZZI, M., CARBONE, A., POMATI, M., NAVA, I., CAPPELLINI, M. e FIORELLI, G. Changes in Erythropoiesis, Iron Metabolism and Oxidative Stress After Half-Marathon. **Internal and Emergency Medicine**, Roma, v.1(1), p.30-34, 2006.

DUCLOUX, D., LEMOUEL, A. e CHALOPIN, J. Renal Papillary Necrosis in a Marathon Runner. **Nephrology Dialysis Transplantation**, Oxford, v.14(1), p.247-248, 1999.

EDES, T., SHAH, J. e THORNTON JR, W. Spontaneous Decline in Exercise-Induced Proteinuria During a 100-mile Triathlon. **Southern Medical Journal**, Birminghan, v.83(9), p.1044-1046, 1990.

ESLER, M., EIKELIS, N., SCHLAICH, M., LAMBERT, G., ALVARENGA, M., DAWOOD, T., KAYE, D., BARTON, D., PIER, C., GUO, L., BRENCHLEY, C., JENNINGS, G. e LAMBERT, E. Chronic Mental Stress is a Cause of Essential Hypertension: Presence of Biological Markers of Stress. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, Oxford, v.35(4), p.498-502, 2008.

FARBER, H., SCHAEFER, E., FRANEY, R., GRIMALDI, R. e HILL, N. The Endurance Triathlon: Metabolic Changes After Each Event and During Recovery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.23, p.959-965, 1991.

FELLMANN, N., SAGNOL, M., BEDU, M., FALGAIRETTE, G., VAN PRAAGH, E., GAILLARD G, JOUANEL, P. e COUDERT, J. Enzymatic and Hormonal Responses Following a 24 h Endurance Run and a 10 h Triathlon Race. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.57(5), p.545-553, 1988.

FRY, R., MORTON, A. e KEAST, D. Overtraining in Athletes. An update. **Sports Medicine**, Newtown, v.12(1), p.32-65, 1991.

GAEINI, A., RAHNAMA, N. e HAMEDINIA, M. Effects of Vitamin E Supplementation on Oxidative Stress at Rest and After Exercise to Exhaustion in Athletic Students. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.46(3), p.458-461, 2006.

GERTH, J., OTT, U., FÜNFSTÜCK, R., BARTSCH, R., KEIL, E., SCHUBERT, K., HÜBSCHER, J., SCHEUCHT, S. e STEIN, G. The Effects of Prolonged Physical Exercise on Renal Function, Electrolyte Balance and Muscle Cell Breakdown. **Clinical Nephrology**, Lexington, v.57(6), p.425-431, 2002.

GOMES, A. C. **Treinamento Desportivo: Princípios, Meios e Métodos**. Londrina: Treinamento Desportivo, 1999, 60 p.

GOMEZ-MERINO, D., DROGOU, C., GUEZENNEC, C., BURNAT, P., BOURRILHON, C., TOMASZEWSKI, A., MILHAU, S. e CHENNAOUI, M. Comparison of Systemic Cytokine Responses After a Long Distance Triathlon and a 100-km run: Relationship to Metabolic and Inflammatory Processes. **European Cytokine Network**, Montrouge, v.17(2), p.117-124, 2006.

GUYTON, A. e HALL, J. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, 973 p.

HALLIWELL, B. e GUITTERIDGE, J. **Free Radicals in Biology and Medicine**. Oxford: Oxford Science Publications, 1999, 936 p.

HALSON, S. e JEUKENDRUP, A. Does Overtraining Exist? **Sports Medicine**, Newtown, v.34(14), p.967-981, 2004.

HAUSSWIRTH, C., BIGARD, A., BERTHELOT, M., THOMAÏDIS, M. e GUEZENNEC, C. Variability in Energy Cost of Running at the End of a Triathlon and a Marathon. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.17(8), p.572-579, 1996.

HAUSSWIRTH, C., BIGARD, A. e GUEZENNEC, C. Relationships Between Running Mechanics and Energy Cost of Running at the End of a Triathlon and a Marathon. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.18(5), Jul, p.330-339, 1997.

HAUSSWIRTH, C. e LEHENAFF, D. Physiological Demands of Running During Long Distance Runs and Triathlons. **Sports Medicine**, Newtown, v.31, p.679-689, 2001.

HEGEDUS, J. Conceptos modernos sobre el entrenamiento del triatlón. **Stadium**, Buenos Aires, v.26, p.6-9, 1992.

HENRY, R. e CANNON, D. **Clinical Chemistry: Principles and Technics**. New York: Harper and Row Publishers, 1974, 1128 p.

HEW-BUTLER, T., COLLINS, M., BOSCH, A., SHARWOOD, K., WILSON, G., ARMSTRONG, M., JENNINGS, C., SWART, J. e NOAKES, T. Maintenance of Plasma Volume and Serum Sodium Concentration Despite Body Weight Loss in Ironman Triathletes. **Clinical Journal of Sports Medicine**, Philadelphia, v.17(2), p.116-122, 2007.

HOLLMAN, W; HETTINGER, T. Medicina do Esporte. 4ª Edição. Barueri: Manole, 2005, 710 p.

HOLLY, R., BARNARD, R., ROSENTHAL, M., APPLEGATE, E. e PRITIKIN, N. Triathlete Characterization and Response to Prolonged Strenuous Competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.18(1), p.123-127, 1986.

ISRAEL, S. The Problem of Overtraining From the Internal and Performance Physiological Perspective. **Medizin und Sport**, Berlin, v.16, p.1-12, 1976.

JEUKENDRUP, A., VET-JOOP, K., STURK, A., STEGEN, J., SENDEN, J., SARIS, W. e WAGENMAKERS, A. Relationship Between Gastro-Intestinal Complaints and

Endotoxaemia, Cytokine Release and the Acute-Phase Reaction During and After a Long-Distance Triathlon in Highly Trained Men. **Clinical Science**, Oxford, v.98, p.47-55, 2000.

JONES, G. e SWAIN, A. Intensity and Direction as Dimensions of Competitive State Anxiety and Relationships With Competitiveness. **Perceptual & Motor Skills**, Missoula, v.74(2), p.467-472, 1992.

KAIS, K. e RAUDSEPP, L. Cognitive and Somatic Anxiety and Self-Confidence in Athletic Performance of Beach Volleyball. **Perceptual & Motor Skills**, Missoula, v.98(2), p.439-449, 2004.

KALLMEYER, J. e MILLER, N. Urinary Changes in Ultra Long-Distance Marathon Runners. **Nephron**, Basel, v.64(1), p.119-121, 1993.

KASAPIS, C. e THOMPSON, P. The Effects of Physical Activity on Serum C-Reactive Protein and Inflamatory Markers: A Systematic Review. **Journal of American College of Cardiology**, Orlando, v.45(10), p.1563-1569, 2005.

KHORTH, W., O´CONNOR, J. e SKINNER, J. Longitudinal Assesment of Responses by Triathletes to Swiming, Cycling, and Running. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, Madison, v.21 (5), p.569-575, 1989.

KNECHTLE, B., KNECHTLE, P., SCHÜCK, R., ANDONIE, J. e KOHLER, G. Effects of a Deca Iron Triathlon on Body Composition: A Case Study. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.29(4), p.343-351, 2008.

KNECHTLE, B. e KOHLER, G. Running Performance not Anthropometric Factors is Associated With Race Success in a Triple Iron Triathlon. **British Journal of Sports Medicine**, London, 2008. (*in press*).

KNECHTLE, B., SALAS FRAIRE, O., ANDONIE, J. e KOHLER, G. Effect of a multistage ultra-endurance triathlon on body composition: World Challenge Deca Iron Triathlon 2006. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.42(2), p.121-125, 2008.

KNECHTLE, B., SCHWANKE, M., KNECHTLE, P. e KOHLER, G. Decrease of Body Fat During an Ultra-Endurance Triathlon is Associated With Race Intensity. **British Journal of Sports Medicine**, London, 2007. (*in press*).

KNOEPFLI, B., RIDDELL, M., GANZONI, E., BURKI, A., VILLIGER, B. e VON DUVILLARD, S. Off Seasonal and Pre-Seasonal Assessment of Circulating Energy Sources During Prolonged Running at the Anaerobic Threshold in Competitive Triathletes. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.38, p.402-407, 2004.

KRAEMER, W. e RATAMES, N. Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. **Sports Medicine**, Newtown, v.35(4), p.339-361, 2005.

KUIPERS, H. e KEIZER, H. Overtraining in Elite Athletes. Review and Directions for the Future. **Sports Medicine**, Newtown, v.6(2), p.79-92, 1988.

LANE, A., TERRY, P. e KARAGEORGHIS, C. Path Analysis Examining Relationships Among Antecedents of Anxiety, Multidimensional State Anxiety, and Triathlon Performance. **Perceptual & Motor Skills**, Missoula, v.81(3 Pt 2), p.1255-1266, 1995.

LAURSEN, P., SURRIANO, R., QUOD, M., LEE, H., ABBISS, C., NOSAKA, K., MARTIN, D. e BISHOP, D. Core Temperature and Hydration Status During an Ironman. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.40, p.320-325, 2005.

LEHMANN, M., FOSTER, C. e KEUL, J. Overtraining in Endurance Athletes: A Brief Review. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v.25(7), p.854-862, 1993.

LEHMANN, M., LORMES, W., OPITZ-GRESS, A., STEINACKER, J., NETZER, N., FOSTER, C. e GASTMANN, U. Training and Overtraining: An Overview and Experimental Results in Endurance Sports. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.37(1), p.7-17, 1997.

LEVEY, A., PERRONE, R. e MADIAS, N. Serum Creatinine and Renal Function. **Annual Review of Medicine**, Palo Alto, v.39, p.465-490, 1988.

MACHEFER, G., GROUSSARD, C., ZOUHAL, H., VINCENT, S., YOUSSEF, H., FAURE, H., MALARDE´, L. e GRATAS-DELAMARCHE, A. Nutritional and Plasmatic Antioxidant Vitamins Status of Ultra Endurance Athletes. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v.26(4), p.311-316, 2007.

MARGARITIS, I., TESSIER, F., VERDERA, F., BERMON, S. e MARCONNET, P. Muscle Enzyme Release Does Not Predict Muscle Function Impairment After Triathlon. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.39(2), p.133-139, 1999.

MARTENS, R., VEALEY, R. e BURTON, D. **Competitive Anxiety in Sport**. Champaign: Human Kinetics, 1990, 277 p.

MASTALOUDIS, A., LEONARD, S. e TRABER, M. Oxidative Stress in Athletes During Extreme Endurance Exercise. **Free Radical Biology & Medicine**, Orlando, v.31, p.911-922, 2001.

MASTORAKOS, G., PAVLATOU, M., DIAMANTI-KANDARAKIS, E. e CHROUSOS, G. Exercise and the Stress System. **Hormones**, Basel, v.4(2), April-June, p.73-89, 2005.

MIYAI, T. e OGATA, M. Changes in the Concentrations of Urinary Proteins After Physical Exercise. **Acta Medica Okayama**, Okayama, v.44(5), p.263-266, 1990.

NARAYANAN, S. e APPLETON, H. Creatinine: A Review. **Clinical Chemistry**, Washington, v.26(8), p.1119-1126, 1980.

NIEMAN, D., DAVIS, J., HENSON, D., GROSS, S., DUMKE, C., UTTER, A., VINCI, D., CARSON, J., BROWN, A., MCANULTY, S., MCANULTY, L. e TRIPLETT, N. Muscle Cytokine mRNA Changes After 2.5 h of Cycling: Influence of Carbohydrate. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, p.1283-1290, 2005.

NIEMAN, D., DUMKE, C., HENSON, D., MCANULTY, S., GROSS, S. e LIND, R. Muscle Damage is Linked to Cytokine Changes Following a 160 km Race. **Brain, Behavior and Immunity**, San Diego, v.(19)3, p.98-403, 2005.

NIEMAN, D., HENSON, D., MCANULTY, S., MCANULTY, L., AHMED, A. e HEWARD, C. Vitamin E and Immunity After the Kona Triathlon World Championship. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v.36, p.1328-1335, 2004.

O'TOOLE, M. Training for ultraendurance triathlons. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.21(5), p.S209-S213, 1989.

ODAGIRI, Y., SHIMOMITSU, T., IWANE, H. e KATSUMURA, T. Relationships Between Exhaustive Mood State and Changes in Stress Hormones Following an Ultraendurance Race. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.17(5), p.325-331, 1996.

OKAWARA, T., HAGA, S., HA, S., OH-ISHI, S., TOSHINAI, K., KIZAKI, T., JI, L., SUZUKI, K. e OHNO, H. Effects of Endurance Training on Three Superoxide Dismutase Isoenzymes in Human Plasma. **Free Radical Research**, London, v.37(7), p.713 - 719, 2003.

OLSON, K. e SALTIN, B. Variation in Total Body Water With Muscle Glycogen Changes in Man. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v.80, p.11-18, 1970.

PASTENE, J., GERMAIN, M., ALLEVARD, A., GHARIB, C. e LACOUR, J. Water Balance During and After Marathon Running. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.73, p.49-55, 1996.

PEDERSEN, B., STEENSBERG, A., KELLER, P., KELLER, C., FISCHER, C., HISCOCK, N., VAN HALL, G., PLOMGAARD, P. e FEBBRAIO, M. Muscle-Derived Interleukin-6: Lipolytic, Anti-Inflammatory and Immune Regulatory Effects. **Pflugers Archiv**, Berlin, v.446(1), Abril, p.9-16, 2003.

PIALOUX, V., MOUNIER, P., PONSOT, E., ROCK, E., MAZUR, A., DUFOUR, A., RICHARD, R., RICHALET, J.-P., COUDERT, J. e FELLMANN, N. Effects of Exercise and Training in Hypoxia on Antioxidant/pro-oxidant Balance. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v.60, p.1345-1354, 2006.

PIHL, E., ZILMER, K., KULLISAR, T., KRAINE, C., PULGES, A. e ZILMER, M. High-Sensitive C-Reactive Protein Level and Oxidative Stress-Related Status in Former Athletes in Relation to Traditional Cardiovascular Risk Factors. **Atherosclerosis**, Amsterdan, v.171, p.321-326, 2003.

POORTMANS, J. Exercise and Renal Function. **Sports Medicine**, Newtown, v.1(2), p.125-153, 1984.

POORTMANS, J., ENGELS, M., SELLIER, M. e LECLERCQ, R. Urine Protein Excretion and Swimming Events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.23(7), p.831-835, 1991.

POWERS, S. e HOWLEY, E. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. Barueri: Manole, 2000, 598 p.

RICHTER, S., BETZ, S. e GEIGER, H. Severe Hyponatremia, Pulmonary and Cerebral Edema in an Ironman Triathlete. **Deutsche medizinische Wochenschrift**, Stuttgard, v.132, p.1829-1832, 2007.

RÖCKER, L., HINZ, K., HOLLAND, K., GUNGA, H., VOGELGESANG, J. e KIESEWETTER, H. Influence of Endurance Exercise (Triathlon) on Circulating Transferrin Receptors and Others Indicators of Iron Status in Female Athletes. **Clinical Laboratory**, Heidelberg, v.48, p.307-312, 2002.

SACHECK, J., CANNON, J., HAMADA, K., VANNIER, E., BLUMBERG, J. e ROUBENOFF, R. Age-related loss of associations between acute exercise-induced IL-6 and oxidative stress. **American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v.291(2), p.E340-349, 2006.

SAWKA, M. Influence of Body Water and Blood Volume on Thermorregulation and Exercise Performance in the Heat. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, New York, v.27, p.167-218, 1999.

SCOTT, W. Ironman Triathlon Case History. **Current Sports Medicine Reports**, Philadelphia, v.3, p.163-164, 2004.

SEEDHOUSE, E., WALSH, M. e BLABER, A. Heart Rate, Mean Arterial Blood Pressure, and Pulmonary Function Changes Associated With an Ultraendurance Triathlon. **Wilderness & Environmental Medicine**, New York, v.17(4), p.240-245, 2006.

SELYE, H. **The Stress of Life**.New York: McGraw Hill, 1976, 515 p.

SHARWOOD, K., COLLINS, M., GOEDECKE, J. e NOAKES, T. Weight Changes, Medical Complications, and Performance During an Ironman Triathlon. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.38, Ago, p.718-724, 2003.

SHARWOOD, K., COLLINS, M., GOEDECKE, J., WILSON, G. e NOAKES, T. Weight Changes, Sodium Levels, and Performance in the South African Ironman Triathlon. **Clinical Journal of Sports Medicine**, New York, v.12(6), p.391-399, 2002.

SHING, C., PEAKE, J., AHERN, S., STROBEL, N., WILSON, G., JENKINS, D. e COOMBES, J. The Effect of Consecutive Days of Exercise on Markers of Oxidative Stress. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v.32(4), p.677-685, 2007.

SLEIVERT, G. e ROWLANDS, D. Physical and Physiological Factors Associated With Success in the Triathlon. **Sports Medicine**, Newtown, v.22(1), Julho, p.8-18, 1996.

SOWELL, C. e MOUNTS, W. Conclusions From the Ironman Triathlon World Championship. **Journal of Sports Economics**, East Bay, v.6, p.78-97, 2005.

STEENSBERG, A. The role of IL-6 in exercise-induced immune changes and metabolism. **Exercise Immunology Review**, Champaign v.9, p.40-47, 2003.

SUEDEKUM, N. e DIMEFF, R. Iron and the Athlete. **Current Sports Medicine Reports**, Philadelphia, v.4(4), p.199-202, 2005.

SUZUKI, K., PEAKE, J., NOSAKA, K., OKUTSU, M., ABBISS, C., SURRIANO, R., BISHOP, D., QUOD, M., LEE, H., MARTIN, D. e LAURSEN, P. Changes in Markers of Muscle Damage, Inflammation and HSP70 After an Ironman Triathlon Race. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.98(6), p.525-534, 2006.

TAYLOR, C., ROGERS, G., GOODMAN, C., BAYNES, R., BOTHWELL, T., BEZWODA, W., KRAMER, F. e HATTINGH, J. Hematologic, Iron-Related, and Acute-Phase Protein Responses to Sustained Strenuous Exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.62(2), p.464-469, 1987.

TRABER, M. Relationship of Vitamin E Metabolism and Oxidation in Exercising Human Subjects. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.96(1), p.S34-S37, 2006.

URHAUSEN, A. e KINDERMAN, W. Diagnosis of Overtraining: What Tools do We Have? **Sports Medicine**, Newtown, v.32(2), p.95-102, 2002.

URHAUSEN, A. e KINDERMANN, W. Behaviour of Testosterone, Sex Hormone Binding Globulin (SHBG), and Cortisol Before and After a Triathlon Competition. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.8(5), p.305-308, 1987.

VAN RENSBURG, J., KIELBLOCK, A. e VAN DER LINDE, A. Physiologic and Biochemical Changes During a Triathlon Competition. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgard, v.7(1), p.30-35, 1986.

VIITALA, P. e NEWHOUSE, I. Vitamin E Supplementation, Exercise and Lipid Peroxidation in Human Participants. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.93(1-2), p.108-115, 2004.

VOLEK, J., KRAEMER, W., BUSH, J., INCLEDON, T. e BOETES, M. Testosterone and Cortisol in Relationship to Dietary Nutrients and Resistance Exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.82, p.49-54, 1997.

WENDY, M., KHORTH, D., MORGAN, B. e SKINNER, J. Physiological Responses of Triathletes to Maximal Swiming, Cycling , and Running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.19(1), p.51-55, 1987.

ZATSIORSKY, V. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. São Paulo: Phorte Editora, 1999, 315 p.

9- Anexos

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

DA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO INDIVÍDUO:.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : .....SEXO : M □ F □DATA NASCIMENTO: ...../...../.....

ENDEREÇO:..... Nº..... APTO.....

BAIRRO:..... CIDADE.....

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

2.RESPONSÁVEL LEGAL NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M □ F □

DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....

ENDEREÇO: ..... Nº..... APTO:.....

BAIRRO:..... CIDADE:.....

CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Estudo do *Stress* Fisiológico em Atletas de *Triathlon*
2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Valdir José Barbanti
3. CARGO/FUNÇÃO: Professor

AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

4. :

RISCO MÍNIMO	**X**	RISCO MÉDIO	
RISCO BAIXO		RISCO MAIOR	

5. DURAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho será realizado no prazo de 1 ano.

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. justificativa e os objetivos da pesquisa;

Apesar de inúmeros estudos anteriores terem contemplado os efeitos do treinamento em modalidades aeróbias, tais resultados não podem ser extrapolados para o *triathlon* em função de suas peculiaridades. Assim sendo, existe a necessidade de reconhecimento dos sintomas associados ao *overreaching*, o que permitirá o repouso necessário para a recuperação do atleta.

Outro fator importante é a escassez de estudos publicados acerca da alteração de indicadores de *stress* em atletas de *triathlon* em condições de treino e competição, de forma que poucos trabalhos refletem os efeitos do treinamento e da participação de competições de longa distância em condições ambiente.

Portanto, nossa proposta é desenvolver um estudo do *stress* em triatletas como um fenômeno que decorre tanto de fatores intrínsecos ao treino quanto extrínsecos a ele. O estudo do *stress* por meio de muitas variáveis permitirá entender as modificações que ocorrem no organismo durante o treinamento, e após uma prova de meio *ironman* através do estado fisiológico desses atletas em condições de treino e competição.

2- Objetivos

Objetivos gerais

Verificar o estado de *stress* produzido pelo treinamento e por uma prova de meio *ironman* em atletas de *triathlon*, utilizando-se de diversos indicadores simultaneamente, com a finalidade de observar as alterações dos diferentes sistemas, frente à situações de treinamento e competição.

Objetivos específicos

Estudar o *stress* induzido pelo treinamento e após uma prova de meio *ironman*, por meio de indicadores de composição corporal (dobras cutâneas, bioimpedância elétrica e massa corporal), lesões musculares (CK-MM e LDH), indicadores inflamatórios (Proteína C Reativa, IL-6 e IL-10), *stress* oxidativo (concentração de α-tocoferol e ferro sérico), *shift* metabólico (cortisol e ácidos graxos plasmáticos), urina tipo-1, ansiedade traço (Teste de Ansiedade Para Competições Esportivas Para Adultos - *Illinois Self-Evaluation Questionnaire* - SCAI-2) e percepção subjetiva de esforço (Escala RPE de Borg).

2. procedimentos que serão utilizados e seus propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Seleção dos voluntários

Serão selecionados 12 (doze) atletas de *triathlon* junto à equipe *Huka Team* de Ubatuba, SP. Eles serão questionados acerca da disponibilidade de participação do trabalho e posteriormente submetidos aos procedimentos de acordo com o protocolo proposto. Os atletas que participarão do estudo deverão possuir ao menos dois anos ininterruptos de treinamento para provas de *triathlon* de longa duração (*meio Ironman e Ironman*) e terem completado, ao menos, uma prova de *meio Ironman*, abaixo de seis horas. Tais exigências foram propostas em função de um índice de rendimento mínimo, proposto para o trabalho, como forma de homogeneizar a amostra em relação ao rendimento.

Antropometria e Composição Corporal

As mensurações de antropometria e composição corporal serão realizadas em quatro momentos: no início do programa de treinamento para competição, ao final do programa de treinamento, antes da competição e após a prova de meio *ironman*.

Determinação da Massa Corporal

A determinação da massa corporal será realizada com uma balança digital com precisão de 100g, modelo TEC 130 da marca Techline®.

Mensuração da Estatura

A estatura será mensurada utilizando-se de um estadiômetro Seca® modelo 206 com 220cm de comprimento total e precisão de 1cm.

Avaliação da composição corporal por dobras cutâneas

Será utilizado um compasso da marca Harpenden®, com capacidade de 80mm e precisão de 0,2mm, que será manuseado por um profissional devidamente treinado que foi convidado para participar do estudo. As medições de dobras cutâneas serão realizadas concomitantemente às avaliações de peso e altura. Ao todo serão mensuradas três dobras cutâneas: peitoral, abdominal e região média da coxa. Para a determinação da densidade corporal, será utilizada a equação de JACKSON e POLLOCK (1978) para brancos com idades entre 18 e 61 anos, sendo a porcentagem de gordura calculada pela equação de Siri (1961).

Avaliação da composição corporal por bioimpedância elétrica

A determinação da composição corporal por bioimpedância elétrica será realizada com um equipamento da marca Maltron®, modelo BF900 de quatro eletrodos.

Coleta de sangue

A coleta de sangue venoso será realizada por um profissional de enfermagem em um recinto previamente preparado para o procedimento. O acesso ao vaso sanguíneo será pela face anterior do antebraço e o sangue retirado por punção

venosa. Antes do acesso ao vaso sanguíneo, será realizada a assepsia na região, com etanol a 70%. A coleta desse material será realizada em três momentos: no início do programa de treinamento e durante o período de preparação com 24 horas de recuperação prévia e imediatamente após a competição.

Em cada ocasião, serão coletados 40mL de sangue, de cada atleta, sendo 30mL, em tubos com anti-coagulante para obtenção de plasma, e 10mL, em tubos sem adição de anti-coagulante para obtenção de soro. As amostras coletadas com anti-coagulante serão imediatamente armazenadas entre 0 e 4ºC.

Para a realização do procedimento, serão utilizados todos os materiais necessários para a devida proteção do profissional (luvas, máscaras e aventais) e dos voluntários (agulhas, adaptador, *Vacun Tainer* novos e descartáveis).

O processamento e as análises do plasma e do soro obtidos do sangue dos triatletas será realizado no laboratório de Fisiologia Celular, situado no Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, sob a supervisão da Profa. Dra. Tania Cristina Pithon-Curi.

Indicadores de lesão muscular

Creatina cinase plasmática - kit comercial Bioliquid®.

Lactato desidrogenase plasmática - kit comercial Bioliquid®.

Indicadores da resposta inflamatória

Proteína C reativa - kit comercial da Bioclin®.

Avaliação das interleucinas 6 e 10 no plasma - kit de Elisa OptEIA™.

Indicadores de "Shift" metabólico

Cortisol Plasmático - kit comercial Cortisol Coat-A-Count DPCMedlab®.

Ácidos Graxos Livres no Plasma - kit comercial Nefa C® Wako Chemicals USA, Inc.

Indicadores de *Stress* Oxidativo

Determinação da concentração de α-Tocoferol - Cromatografia líquida de alta performance.

Determinação da Concentração de Ferro Sérico - *Kit* comercial da Bioclin®.

Coletas e Exames de Urina

O exame de urina é um método simples, não-invasivo. As coletas de urina serão realizadas nas mesmas condições das coletas de sangue, ou seja, no início e final do período de preparação para uma prova de meio *ironman* e após a competição. Para essa coleta, serão utilizados coletores universais de 80mL. As amostras serão analisadas por um laboratório especializado, previamente contatado, com a finalidade de padronizar ao máximo as análises e reduzir a margem de erro das medições.

A urina deverá ser colhida após assepsia da região genital e na micção da manhã ou com pelo menos quatro horas de intervalo da última micção. Para a coleta, o primeiro jato de urina deverá ser desprezado, sendo coletado o volume intermediário (aproximadamente 40mL). Após a coleta, as amostras serão imediatamente refrigeradas entre 2 e 8ºC e transportadas para o laboratório para serem analisadas.

O teste de urina-1 será realizado utilizando-se de fitas reagentes urofita 10DL (Biobrás Diagnósticos®) para determinação manual e leitura visual de amostras de urina em relação a padrões fornecidos pela manufaturadora. A análise de densidade será realizada com um refractômetro Uricon N (Atago®) e as demais análises em amostras isoladas.

Indicadores de ansiedade-traço e percepção subjetiva de esforço

Teste de Ansiedade Para Competições Esportivas Para Adultos (Illinois Self-Evaluation Questionnaire) SCAI-2

O SCAI-2 é uma ferramenta que foi originalmente construída, não apenas determinação da ansiedade somática e cognitiva, mas da autoconfiança. Esse método foi inicialmente construído com 102 itens, porém, esse questionário foi modificado e atualmente é composto por 27 questões (MARTENS et al., 1990).

Neste estudo, o CSAI-2 será aplicado no início da temporada de treinamento, ao final da temporada e antes da competição.

Escala RPE de Borg - A escala RPE de Borg é um instrumento que foi desenvolvido para a determinação de esforço percebido de maneira rápida e não invasiva. Este instrumento apóia-se em escalas numéricas de níveis que são apontadas por "âncoras verbais" utilizadas para estimar o grau de intensidade da atividade muscular que está sendo realizada (BORG, 2000).

Esse método será aplicado para monitoração do esforço realizado durante a prova de meio *ironman* em função da dificuldade de obter amostras de sangue e urina durante a prova, para estimar o grau de *stress* a que os atletas estarão sendo submetidos. Assim, os atletas serão questionados acerca do esforço percebido em três momentos; na transição da natação para o ciclismo, do ciclismo para a corrida e ao final da prova.

3. Desconfortos e riscos esperados:

Com relação aos indicadores de composição corporal, os atletas serão sempre avaliados em ambiente reservado, com a presença apenas do avaliador e do anotador, sendo esses do mesmo sexo do indivíduo avaliado, já que os sujeitos deverão estar vestindo apenas trajes de banho.

O único desconforto previsto para os indivíduos está relacionado à dor provocada pela introdução da agulha no vaso sanguíneo, sensação dolorosa essa que pode ser considerada irrelevante. Após a retirada da agulha do vaso sanguíneo, a região será novamente higienizada e um curativo será colocado no local.

As coletas de urina serão realizadas pelos próprios atletas em ambiente apropriado sempre seguindo os procedimentos de preservação das amostras de acordo com as normas da vigilância sanitária.

4. Benefícios que poderão ser obtidos:

Esse estudo fornecerá dados que poderão ser uilizados tanto por treinadores quanto por atletas, para controle das cargas de treinamento, bem como para o estudo e conseqüente conhecimento das alterações fisiológicas sofridas pelos atletas em decorrência do treinamento e da competição.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Colocação de gelo na região onde foi realizada a coleta de sangue imediatamente após o procedimento, com o objetivo de promover vasoconstrição, evitando o risco de pequenos sangramentos, com conseqüente aparecimento de manchas rochas na pele, após a retirada da agulha do vaso sanguíneo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;

A qualquer momento do andamento do projeto, os voluntários poderão contactar tanto o pesquisador gerente quanto o pesquisador responsável pelos seguintes telefones e e-mails:

Pesquisador gerente: Enrico Fuini Puggina, telefones (11) 8190 7388, (19) 9734 3878, e-mail efpuggina@yahoo.com.

Pesquisador responsável: Valdir José Barbanti, Telefones (11) 3091 3164, (11) 9671 3558, e-mail barbanti@usp.br.

2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;

Os participantes poderão desistir da participação do presente projeto de pesquisa a qualquer momento, interrrompendo os procedimentos de avaliação da composição corporal, das coletas das amostras biológicas (sangue e urina) e dos questionários aplicados, bastando para isso, manifestarem o interesse de não mais fazerem parte do grupo experimental.

3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade;

Todas as amostras obtidas serão utilizadas apenas com finalidade científica, sendo todas descartadas após sua utilização, seguindo as normas da vigilância sanitária. Os resultados obtidos serão divulgados aos voluntários de forma individualizada.

Em nenhum momento os voluntários serão identificados nominalmente nas publicações decorrentes do projeto, bem como todos os resultados obtidos serão divulgados sempre em conjunto, ou seja, através da média dos resultados.

4. Disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa:

Caso haja necessidade, os voluntários que apresentarem algum sintoma adverso, resultante de qualquer um dos procedimentos utilizados, serão encaminhados ao HU, HCFMUSP ou local onde possam receber o atendimento médico adequado, sendo as despesas todas de responsabilidade do pesquisador gerente.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPA- NHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Pesquisador gerente: Enrico Fuini Puggina, telefones (11) 8190 7388, (19) 9734 3878, e-mail efpuggina@yahoo.com.

Pesquisador responsável: Valdir José Barbanti, Telefones (11) 3091 3164, (11) 9671 3558, e-mail barbanti@usp.br.

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

O risco de contaminação do profissional que realizará o procedimento de retirada do sangue e dos sujeitos da pesquisa serão mínimos, uma vez que todos os

procedimentos para obtenção e posterior manipulação do sangue serão realizados de acordo com as normas de segurança exigidas pela vigilância sanitária.

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa

São Paulo, de de 20 .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal (carimbo ou nome legível)	assinatura do pesquisador

Ficha de Avaliação

Coleta # _____

Atleta n°: _____

Nome: _____

Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Há quanto tempo você pratica *Triathlon*? _____

Qual é o seu volume (em Km) semanal atual de:

Natação: _____ Ciclismo: _____ Corrida: _____

Bioimpedância Elétrica:

Massa Adiposa: _____

Composição Corporal:

Dobra	1	2	3	Média
Peitoral				
Tríceps				
Subescapular				
Axilar Média				
Abdominal				
Suprailíaca				
Coxa				
Σ das 7 dobras				

Comentários:

_____

_____

_____

_____

COLETA # ____

Inventário de Estado de Ansiedade Competitiva

"QUESTIONÁRIO DE AUTO-AVALIAÇÃO DE ILLINOIS"

- Forma A -

Nome: _____

Instruções:

Uma série de situações que os atletas têm usado para descrever como se sentem antes de competições estão listadas abaixo. Leia cada situação e marque o número apropriado para indicar como você se sente *neste momento*. Não existem respostas certas ou erradas. *Não gaste* muito tempo em qualquer uma das respostas, mas escolha a resposta que descreva como você se sente *agora*.

	Nunca	**Um Pouco**	**Moderada mente**	**Muito**
1- Eu estou preocupado com esta competição	**1**	**2**	**3**	**4**
2- Eu estou nervoso	**1**	**2**	**3**	**4**
3- Me sinto tranqüilo	**1**	**2**	**3**	**4**
4- Eu tenho dúvidas em relação a mim	**1**	**2**	**3**	**4**
5- Eu sinto trêmulo	**1**	**2**	**3**	**4**
6- Eu me sinto confortável	**1**	**2**	**3**	**4**
7- Estou preocupado de não render tão bem nessa competição quanto eu poderia	**1**	**2**	**3**	**4**
8- Meu corpo está tenso	**1**	**2**	**3**	**4**
9- Eu me sinto confiante	**1**	**2**	**3**	**4**
10- Eu fico preocupado em perder	**1**	**2**	**3**	**4**
11- Eu sinto uma tensão em meu estômago	**1**	**2**	**3**	**4**
12- Eu estou seguro	**1**	**2**	**3**	**4**

	Nunca	**Um Pouco**	**Moderada mente**	**Muito**
13- Eu estou preocupado em "amarelar" sob pressão	**1**	**2**	**3**	**4**
14- Meu corpo está relaxado	**1**	**2**	**3**	**4**
15- Eu estou confiante e posso enfrentar o desafio	**1**	**2**	**3**	**4**
16- Estou preocupado em fazer um mal resultado	**1**	**2**	**3**	**4**
17- Meu coração está acelerado	**1**	**2**	**3**	**4**
18- Estou confiante em um bom resultado	**1**	**2**	**3**	**4**
19- Estou preocupado em alcançar meu objetivo	**1**	**2**	**3**	**4**
20- Eu sinto um frio na barriga	**1**	**2**	**3**	**4**
21- Mentalmente, estou relaxado	**1**	**2**	**3**	**4**
22- Estou preocupado com outras pessoas não ficarem satisfeitas com meu rendimento	**1**	**2**	**3**	**4**
23- Minhas mãos estão úmidas	**1**	**2**	**3**	**4**
24- Estou confiante porque consigo me visualizar alcançando meu objetivo	**1**	**2**	**3**	**4**
25- Estou preocupado em não conseguir me concentrar	**1**	**2**	**3**	**4**
26- Meu corpo está "preso"	**1**	**2**	**3**	**4**
27- Eu estou confiante em competir sob pressão	**1**	**2**	**3**	**4**

Nome:_____

_____

Tempo de prova:_____

ESCALA RPE DE BORG

Durante o exercício, desejamos que você estime a sua percepção do esforço, isto é, como está percebendo o exercício (intenso). A percepção do esforço depende, principalmente, da tensão e da fadiga em seus músculos, e da sua sensação de falta de ar ou dores no peito.

Examine esta escala de pontuação; queremos que você a use considerando que 6 significa "sem nenhum esforço" e 20 significa "máximo esforço".

Natação para Ciclismo	
6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Ciclismo para Corrida	
6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Final da prova	
6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço