

**TRIATHLON: HISTÓRIA, VARIÁVEIS
ANTROPOMÉTRICAS E FISIOLÓGICAS**

JOEL CARLOS VALCANAIA FERREIRA

**TRIATHLON: HISTÓRIA, VARIÁVEIS
ANTROPOMÉTRICAS E FISIOLÓGICAS**

Esta monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do Grau de **Licenciado em Educação Física** no Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Campo Grande, 21 de Junho de 2005

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Ms. Alessandro Moura Zagatto
Orientador

Prof. Ms. Marcelo Miranda

Prof. Paulo Henrique Azuaga Braga

DEDICATÓRIA

A Janaina Cavanha Lavoyer, grande amiga que foi a colaboradora na minha decisão em fazer este curso.

AGRADEDIMENTOS

A Deus que em todos os momentos está presente em minha vida. E por ter colocado ao meu lado pessoas maravilhosas das quais pude descobrir que ainda tenho muito a crescer.

A mulher que mais amo, minha Mãe que esteve presente durante os meus quatro anos de curso, mulher forte, sábia e amável, que com seus cafés me manteve acordado durante várias noites enquanto pesquisava e me dedicava na elaboração deste trabalho.

Ao Professor e Mestre José Luiz Finnochio que contribuiu bastante no momento em que optei pela mudança de tema e orientação.

Ao Ms. Alessandro Moura Zagatto, que aceitou o desafio de me orientar, mesmo sabendo da limitação de tempo e meios para realização dessa pesquisa.

Aos professores que mesmo em condições precárias de estrutura para funcionamento desse curso noturno, se dedicaram a conduzir a nossa formação com a qualidade que era possível.

As amizades que foram estabelecidas nesta Universidade cada uma com seu grau de importância e relevância.

A minha namorada Janaine da Silva Gomes que me auxiliou em vários momentos esclarecendo algumas situações que estavam obscuras.

O Triathlon é mais que a soma de suas partes.
Pode ser definido como “um esporte, três disciplinas e duas transições”.

Autor desconhecido

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	p. vii
LISTA DE TABELAS.....	p. viii
RESUMO.....	p. ix
1 INTRODUÇÃO.....	p. 01
2 OBJETIVO.....	p. 05
3 METODOLOGIA.....	p. 06
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	p. 07
4.1 O Triathlon.....	p. 07
4.1.1 A história e o princípio do esporte	p. 07
4.1.2 O homem de ferro - <i>IRON MAN</i>	p. 10
4.1.3 Triathlon olímpico.....	p. 11
4.1.4 Triathlon no Brasil.....	p. 12
4.1.5 Entidades que administram o triathlon.....	p. 16
4.1.5.1 International Triathlon Union.....	p. 16
4.1.5.2 Confederação Pan-Americana de Triathlon.....	p. 16
4.1.5.3 Confederação Brasileira de Triathlon.....	p. 17
4.1.5.4 Federação de Triathlon de Mato Grosso do Sul.....	p. 17
4.2 Caracterização do triathlon.....	p. 18
4.2.1 Características antropométricas.....	p. 23
4.2.1.1 Idade.....	p. 25
4.2.1.2 Peso e altura.....	p. 27
4.2.1.3 Massa corporal e composição corporal.....	p. 28
4.2.2 Características fisiológicas.....	p. 31
4.3 Avaliações Fisiológicas da Aptidão Aeróbia.....	p. 36
4.3.1 Limiar anaeróbio (LAn).....	p. 36
4.3.2 Teste de Lactato mínimo (TLM).....	p. 40
4.3.3 Máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL).....	p. 42
4.4 Predição da Performance em Provas de Triathlon.....	p. 44
5 CONCLUSÃO.....	p. 49
6 REFERÊNCIAS.....	p. 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Inter-relação entre os maiores fatores que determinam a performance no triathlon..... p. 19

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Média dividida e percentual de contribuição das sessões de natação, de ciclismo e de corrida no tempo total, em triatletas de elite..... p.21
- Tabela 2.** Valores de correlação dos tempos parciais de natação, de ciclismo e de corrida com o tempo total no Campeonato Mundial de Triathlon..... p.21
- Tabela 3.** Características antropométricas em atletas de elite, homens e mulheres, dos esportes singulares: nadadores de distância (800-1.500 m); ciclistas (rua, longa distância em trilha e tempo de prova); corredores (5.000 m - maratona) e triatletas de curta e longa distância..... p. 25

RESUMO

VALCANAIA, Joel Carlos Ferreira. **TRIATHLON: HISTÓRIA, VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E FISIOLÓGICAS.** Campo Grande, 2005. 68f. Monografia – Trabalho de Graduação (Licenciatura em Educação Física) – Departamento de Educação Física, CCHS/UFMS, 2005.

O triathlon nas suas diversas dimensões constitui-se inigualável modelo de prova de alta intensidade e longa duração, notadamente o Iron Man. Competições dessa modalidade tem ganhado enorme repercussão nos veículos de comunicação e se tornado cada vez mais competitivas, com a profissionalização do esporte. O presente estudo fez um levantamento da história que envolve essa modalidade, além de identificar na literatura estudos que pudessem estabelecer uma relação das variáveis antropométricas com a variável fisiológica lactato, e sua identificação como ferramenta auxiliar na avaliação e prescrição de treinamento.

Palavras-chave: Triathlon, *Iron Man*, Lactato.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos acerca do triathlon têm evoluído e muito, principalmente no Brasil. Estudos com intuito de maximizarem os resultados através da prescrição do treinamento bem como, minimizarem o dispêndio de energia e outros fatores que determinam o desempenho. Hoje, temos acesso a diversos desses estudos dos quais se utilizam triatletas e provas de triathlon para investigarem diversas características que, vão desde mecânica de movimentos, efeitos fisiológicos e psicológicos, entre outras características pertinentes ao desempenho. Esse estudo vem de encontro com o início das atividades de triathlon no Estado de Mato Grosso do Sul.

É o início de um novo campo de trabalho que se abre para professores, treinadores, técnicos, estudantes, atletas e interessados em dedicar-se nessa modalidade, seja na perspectiva do desempenho ou mesmo como lazer. Assim, pretende-se contribuir de forma expressiva para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do treinamento do triathlon, investigando fatores que determinam a performance durante as provas de triathlon.

Os participantes de uma prova de triathlon devem completar a natação, o ciclismo e a corrida. As provas geralmente são organizadas por categorias onde os atletas com melhor índice técnico e idade superior aos vinte anos competem na elite, tanto masculino como feminino, para os atletas mais jovens e com bom desempenho foi criada uma categoria específica e os amadores que não tem limite de idade, basta apenas vontade de participar de uma prova. As distâncias podem ser entendidas como longa distância, olímpica e curta distância. Dentro dessa perspectiva, as provas de triathlon longa distância são provas onde o percurso da natação é entre 2.000 e 4.000 metros, o ciclismo entre 50 e 180 quilômetros e a corrida entre 14 e 42,2 quilômetros. Na distância olímpica a natação tem 1.500 metros, o ciclismo 40 quilômetros e corrida 10 quilômetros. As provas de curta distância conhecidas como *Shorts Triathlon (Sprint Triathlon)* são provas com as seguintes características: natação 750 metros, ciclismo 20 quilômetros e corrida 5 quilômetros. Além disso, temos as distâncias que podem

ser adaptadas à realidade de cada região e ao nível dos participantes, isso tudo com intuito de contribuir para o desenvolvimento da modalidade.

Dentre os esportes que envolvem resistência, o triathlon tem ganhado grande popularidade nos últimos anos. A prova considerada mais importante do triathlon é o *Iron Man*, constituído de 3.800 metros de natação, 180 quilômetros de ciclismo de estrada e maratona de 42.195 metros, a serem realizadas nessa ordem e sem intervalo. Entretanto, com a finalidade de facilitar a popularização deste esporte, foi introduzido o *Short Triathlon* cujas distâncias das provas de natação, ciclismo e corrida foram reduzidos, para 750 metros, 20 quilômetros e 5 quilômetros, respectivamente (CARVALHO, 1995).

Sabe-se que estratégias de treinamento são aperfeiçoadas constantemente em busca de melhores resultados. Diante desse pressuposto pode-se dizer que a ciência do treinamento desportivo, não mais comporta a fixação em um só método, nem a reedição do esquema vitorioso da temporada passada e, tão pouco a improvisação, típica de treinadores sem conhecimentos científicos, uma vez que num contexto moderno, tendo como objetivo final à otimização da forma desportiva, as pesquisas evidenciam que somente um treinamento metodizado em bases científicas, aplicado ao indivíduo mais favorecido geneticamente, pode promover a melhoria e obtenção das condições ideais para se alcançar um alto nível de rendimento funcional, quer seja nas atividades desportivas em geral, ou em uma especialidade atlética em particular (DANTAS, 1995).

Nestes exercícios de longa duração, com duração superior a 30 minutos, a energia para a contração muscular provém da combustão aeróbia do glicogênio, gorduras e proteínas (ASTRAND; RODAHL, 1980; FOX; MATHEWS, 1983). Nesse tipo de exercício o atleta está sujeito a fadiga devido a vários fatores: depleção de glicogênio muscular, acidose induzida pelo lactato, desequilíbrio hídrico ou mineral, etc (ROBERTS; SMITH, 1989).

A acidose induzida pelo lactato é um importante fator de fadiga (JACOBS, 1986). Tem-se demonstrado que elevada lactacidemia pode induzir a fadiga em exercício, independente do músculo em atividade (WELTMAN; REAGAN, 1983). Esta situação pode ocorrer no triathlon quando um atleta realiza as primeiras provas em intensidades elevadas. Na natação, há predominância da

utilização de membros superiores. Contudo, se houver um acúmulo de lactato na natação, as provas subseqüentes, apesar da predominância da atividade de membros inferiores, devem estar prejudicadas. Embora a produção de energia através da metabolização do glicogênio a lactato seja predominante em exercícios com duração de até três minutos (FOX; MATHEWS, 1983), atletas bem condicionados podem tolerar elevadas concentrações de lactato durante muito tempo (SAHLIN; HENRIKSSON, 1984; STEGMANN; KINDERMANN; SCHANABEL, 1981).

Pressupõe-se que atletas dessas modalidades intermitentes com maior aptidão aeróbia, apresentem maior capacidade de manter o desempenho ao longo de esforços supramáximos. Os principais fatores que parecem contribuir para esse quadro são: maior contribuição aeróbia durante os períodos de esforços; aumento dos processos de recuperação durante os períodos de pausa; menor acúmulo de metabólicos a partir de estímulos (BALSOM et al., 1993; TABATA et al., 1997).

Alguns estudos realizados a partir da década de 60 identificaram na resposta do lactato sanguíneo ao exercício, um índice que também poderia ser utilizado para a avaliação aeróbia (DENADAI, 2000). Neste período, WASSERMAN e McLLORY (1964) propuseram o termo “Limiar Anaeróbio” para identificar a intensidade de esforço onde existe aumento de concentração de lactato sanguíneo durante o exercício de cargas progressivas.

A partir daí, muitos pesquisadores tem verificado a resposta do lactato como índice de avaliação aeróbia, independente de muitos fatores, como idade, sexo, tipo do exercício e estado de treinamento (DENADAI, 2000).

A mensuração laboratorial mais comum para estimar a velocidade máxima constante é a determinação do limiar de lactato (DENADAI, 2000). O limiar anaeróbio representa uma intensidade de exercício no qual o nível sérico de ácido láctico começa a aumentar sistematicamente. Como a fadiga está associada aos níveis elevados de ácido láctico no sangue e nos músculos, faz sentido que o limiar anaeróbio esteja relacionado ao desempenho de *endurance* em eventos que duram de doze a quinze minutos (LONDEREE, 1986).

Em virtude do crescimento de adeptos ao triathlon, principalmente no Brasil, e com o início das atividades dessa modalidade aqui em Mato Grosso do

Sul, há necessidade de estudos que, possam dar mais subsídios aos profissionais envolvidos com a modalidade, para que desta forma tenham maiores condições de elaborar um bom planejamento de treinamento e também compreender algumas particularidades fisiológicas e biomecânicas que envolvem o triathlon.

Sabemos que vitórias e derrotas estão separadas muitas vezes por frações de segundos, no caso de modalidades como o triathlon, e isso está diretamente relacionado ao planejamento do treinamento, ao objetivo da prova que se disputa, ao nível técnico do atleta, a melhor eficiência mecânica, enfim existem diversos fatores que influenciam no resultado final. E essa busca incessante do melhor resultado, da maior eficiência fisiológica, otimização da mecânica de movimento, menor gasto energético, melhor tática durante a prova, obriga-nos estar em constante pesquisa e estudo para que tenhamos condições de conduzir nossos atletas aos melhores resultados possíveis, respeitando a individualidade de cada um.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é realizar através de uma revisão de literatura uma caracterização das variáveis antropométricas e fisiológicas no triathlon.

3 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão na literatura em busca de artigos científicos nacionais, internacionais, revistas especializadas e livros, que relataram as variáveis antropométricas e as variáveis fisiológicas que estimam a concentração de lactato em eventos de triathlon.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O Triathlon

O triathlon tem sido considerado um dos mais extenuantes desafios criados pelo homem, para testar não só os limites das capacidades físicas do ser humano, mas também os extremos de sua resistência mental. Tido por muitos como o teste definitivo da resistência física, o objetivo passa a ser apenas o de cruzar a linha de chegada. Nesse sentido, cada um pode ser um vencedor (TOWN, 1988).

Embora exista alguma polêmica no que diz respeito quando e onde foi criado o triathlon, procuramos relatar o que se tem nos registros das entidades que administram o esporte bem como o levantamento de dados de outros autores.

4.1.1 A história e o princípio do esporte

O triathlon surgiu através de um princípio grego nas Olimpíadas da Era Antiga, em 708 a.C. Tal princípio foi baseado na filosofia do argonauta grego Jasão, que constituiu a junção de cinco modalidades em uma única prova. Foi criado então o pentathlon, modalidade esportiva que combinava arremesso de disco, arremesso de martelo, corrida, salto em distância e luta.

Toda essa junção tinha o propósito de beneficiar Peleu, um atleta grego que nunca conseguia ganhar prova alguma. Diante da ajuda de outros especialistas na criação da nova modalidade, Peleu certamente teria mais chances de conquistar a coroa de louros, uma espécie de medalha de ouro. Porém cinco não são três. Mas o número não importa nesse momento e, sim, o

nascimento do princípio. Em Lemmos, cidade da Grécia, surgiu o conceito de que mesmo não sendo o melhor em único combate, o valor do atleta poderia ser reconhecido ao final da soma das performances em várias provas. Segundo DOMINGUES (1995), isso era a ilustração esportiva do provérbio: “Ganhar a batalha não é ganhar a guerra”.

Em 1884, na Inglaterra, criou-se o decathlon. Uma prova que tinha três corridas, três saltos, três lançamentos e a marcha atlética. Doze anos mais tarde, surgem novamente os Jogos Olímpicos, desta vez em Atenas. E na terceira edição dos Jogos Olímpicos da Era Moderna, o mundo conheceu o campeão de decathlon, que vinha substituir o pentathlon.

Longe do olimpismo, e ainda mais longe de Lemmos ou do Havaí (onde surge o *Iron Man*) e em plena *Belle Époque*, em 1902, no início do século XX, na França, o jornal *Lê Nouvelle Illustrées* registrou o surgimento de mais uma prova. Com corrida, ciclismo e canoagem, foi apelidada de *Os Três Esportes*.

A tradição de novo esporte continuou até entre as guerras, porém, sofrendo modificações. A natação foi aos poucos incorporada no lugar da canoagem, mas sempre com distâncias bem menores que as atuais. A prova iniciava-se por 3 ou 4 quilômetros de corrida, depois 12 quilômetros de ciclismo e, por último, uma travessia a nado em um pequeno rio.

Os Três Esportes mudaram de nome nos anos 40, exatamente em 1945, ainda na França, para *La Course dès Lebroullards*. O primeiro campeão foi André Ollivon, de Poissy, que venceu por quatro vezes consecutivas, em 1945, 1946, 1947 e 1948. Depois a competição passou a ser chamada “*Course dès Touche a tout*” com características mais campestres, disputadas com intervalos entre as provas. Porém com distâncias maiores, levando o esporte para o lado da resistência (DOMINGUES, 1995).

De acordo com o histórico da Confederação Brasileira de Triathlon (CBTri), seu surgimento ocorreu em San Diego - EUA no ano de 1974 num clube de atletismo que, ao dar férias para seus atletas, passava uma planilha de treinamentos que constava principalmente de exercícios de natação e ciclismo para que os atletas descansassem um pouco dos treinos e competições de atletismo. Ao voltarem das férias, os treinadores faziam um teste com seus atletas, para saberem se eles tinham cumprido a planilha de treinamento.

Estes atletas teriam que nadar 500 metros na piscina do clube, pedalar 12 quilômetros em um condomínio fechado existente ao lado do clube e finalmente corriam 5 quilômetros na pista de atletismo. Os atletas gostaram tanto da brincadeira que pediram para os treinadores repetirem a dose nas férias seguintes, porém, convidando os salva vidas de San Diego - EUA para um desafio.

A brincadeira contou com 55 participantes e os atletas levaram nítida vantagem. Para as férias seguintes, 1976, os salva vidas propuseram algumas modificações: natação no mar e com aproximadamente 700 metros, ciclismo na avenida da praia e arredores com 15 quilômetros de distância e uma corrida de cross country de 4,5 quilômetros.

Nesta brincadeira participaram 95 pessoas. Estas pessoas gostaram tanto da disputa, que no mesmo ano repetiram por mais 3 vezes a brincadeira. Assim surgiu o Triathlon que passou por várias modificações até a forma olímpica atual, idealizada em 1982 visando ser esporte de demonstração nas Olimpíadas de Los Angeles (1984). Mas, por motivos políticos teve que aguardar mais 16 longos anos para fazer sua estréia olímpica.

Hoje, o triathlon é praticado por mais de um milhão de pessoas. As bases do Triathlon são os milhares de atletas amadores que praticam este esporte no intuito de superarem seus limites físicos, manterem a forma ou até mesmo como lazer.

Devido à grande procura do triathlon por jovens atletas dos 8 aos 80 anos, foram desenvolvidos mecanismos para regulamentarem todos os procedimentos inerentes à modalidade, de tal modo que seja disponibilizada a igualdade entre os atletas. Para que isto aconteça foram criados os Manuais de Árbitros, Regras e Operações.

4.1.2 O homem de ferro - *IRON MAN*

Nadar 3.800 metros, pedalar 180 quilômetros e correr uma maratona de 42.195 metros, apenas em um só dia. Só mesmo um homem de ferro seria capaz para completar esses três combates. O triathlon, etimologicamente tri = três e athlon = combates, é composto em sua forma atual em natação, ciclismo e corrida, ininterruptamente.

Erradamente contam que o triathlon surgiu no Havaí. Na realidade, no Havaí foi dado início ao *Iron Man*, uma das provas mais extenuantes do planeta e que apresentou definitivamente para o mundo este esporte maravilhoso e apaixonante. O *Iron Man* tem as distâncias de 3.800 metros de natação, 180 quilômetros de ciclismo e 42.195 metros de corrida. O *Iron Man*, que sem dúvidas é uma referência para o Triathlon, começou depois de um desafio em meio a uma discussão casual, junto a uma mesa de bar, em um clube de Waikiki, em outubro de 1977. A dúvida era em definir qual a prova mais extenuante e quais os atletas mais bem preparados. Seriam os nadadores da travessia de *Waikiki Rough Water Swim* (Natação nas Bravas Águas de Waikiki) totalizando 3.800 metros? Seriam os ciclistas que percorriam 180 Quilômetros da volta ciclística, a *Around the Island Bike Race* (Corrida de Bicicleta em Volta da Ilha)? Ou os corredores que faziam os 42.195 metros da Maratona Olímpica do Havaí? No auge da discussão, um ex-oficial da Marinha Americana, chamado John Collins sugeriu uma prova que reunia consecutivamente e sem intervalos as três modalidades e quem as concluíssem em menor tempo seria realmente um super atleta, um homem de ferro.

Depois de algum tempo de treinamento, no mês de fevereiro de 1978 foi realizado o 1º *Iron Man* do Havaí, com participação de 15 atletas, vencido por um motorista de táxi americano chamado Gordon Haller com 11h46min56s. O último fechou o desafio com 22 horas.

No ano seguinte, o *Iron Man* teve mais uma edição, dentre os quinze inscritos, um participante era do sexo feminino. Em 1980, terceira edição da prova, houve 108 inscritos, duas mulheres e uma rede de TV (BBC) cobrindo o

evento. O fato de a mídia estar paralelamente com a competição fez com que, em 1981 o número de inscritos triplicasse.

Com o passar dos anos, as regras da competição foram tomando forma. Atualmente estabelece-se um limite de 17 horas para que o atleta termine a prova. As inscrições são limitadas a 1.500 participantes, devido a grande procura. No entanto as vagas são distribuídas no mundo inteiro através de provas de *Iron Man* seletivas.

Os maiores destaques do *Iron Man* do Havaí são os americanos Dave Scott e Mark Allen, que venceram seis edições cada um. Os pioneiros brasileiros foram os cariocas Marco Ripper, Carlos Dolabella e Ronaldo Borges, que tiveram presença em 1982, quando o evento estava ainda na sua 4ª edição.

Na disputa feminina, a brasileira Fernanda Keller é o nome de destaque, pois está sempre entre as dez primeiras colocações no geral, participando desde de 1989.

4.1.3 Triathlon olímpico

A idéia do triathlon olímpico surgiu na olimpíada de Los Angeles - EUA, em 1984, visto que na época os 1.500 metros de natação os 40 quilômetros de ciclismo contra-relógio e os 10 quilômetros de corrida a pé na pista, correspondiam as provas mais longas para essas modalidades, e logo essas distâncias se tornariam padrão, tornando-se a medida oficial para as provas dos Campeonatos Mundiais, Sul-Americano e Pan-Americano (CARVALHO, 1995).

O interessante é saber que essa distância olímpica já era praticada antes mesmo do esporte ser incluído nos Jogos Olímpicos.

Para que o triathlon se tornasse modalidade olímpica, o Comitê Olímpico Internacional (COI) exigia que entidades promovessem provas onde houvesse mais participações e uma maior visibilidade. E para isso, foi criado em 1989 a *International Triathlon Union* (ITU) em Avignon, na França, com o objetivo de dar status de olimpismo ao triathlon.

Com o tempo passando, a massificação e a proliferação do esporte no Brasil e no mundo, o triathlon foi pela primeira vez para os Jogos Pan-Americanos de 1995, que aconteceram em Mar Del Plata, na Argentina. E para gosto de todos os brasileiros, Leandro Macedo foi o campeão da prova.

Após todas essas aparições e ampliações do esporte, em 1997 o COI determina que nas Olimpíadas de 2000 o triathlon seria um esporte demonstrativo, mas que a partir de 2004 seria consagrado como esporte olímpico.

O ano de 2000 foi muito importante para o triathlon, onde fez sua estréia no XXVII Jogos Olímpicos, Sydney – Austrália. O Triathlon fez a abertura dos Jogos Olímpicos de Sydney e com isto foi o alvo das atenções, pois estavam sendo disputadas as primeiras medalhas da última olimpíada do século. O Triathlon foi visto através da televisão por mais de 3.500.000.000 de telespectadores, sem contar as quase 300.000 pessoas que acompanharam a disputa pelas ruas de Sydney.

4.1.4 Triathlon no Brasil

De acordo com relatos no livro de DOMINGUES (1995), a partir da década de 80 observou-se no mundo inteiro grande interesse pelo triathlon. Porém, as distâncias utilizadas no percurso do *Iron Man* causavam limitações. Para que se obtivesse a massificação e a possibilidade de novos atletas na modalidade, grandes patrocinadores tiveram a necessidade de alterar e diminuir os percursos. Foi então, sugeridas as distâncias do *Short Triathlon* (também conhecidas como *Sprint Triathlon*) em 1986, com 750 metros de natação, 20 quilômetros de ciclismo e 5 quilômetros de corrida. Essa distância ganhou características muito particulares, pois é uma prova muito rápida, o que contribuiu em muito para o engrandecimento do triathlon, pois mesmo sendo uma prova de alta intensidade, não é tão desgastante para os triatletas (CARVALHO, 1995). O *Short Triathlon* contribui também no sentido de que o público, tem maior contato com os atletas, pois, geralmente são em circuitos e a transição, da natação para o

ciclismo e do ciclismo para a corrida ocorre no mesmo local, o que proporciona um maior contato visual da prova e dos atletas para o público durante as três modalidades tornando a prova mais emocionante.

Um ponto muito positivo na distância de *Short Triathlon* reside no fato de que, por ser curta, atrai um maior número de participantes, sendo facilmente organizada e estruturada em qualquer local; atraindo assim a atenção de patrocinadores, pois o retorno é muito bom para aqueles que investem no esporte (CARVALHO, 1995).

Após essas mudanças, foi constatado que grandes nadadores, ciclistas e corredores começaram a participar de provas de triathlon. Podemos observar que a grande maioria dos triatletas vieram de outras modalidades esportivas. Paulo Miyashiro era nadador, Leandro Macedo e Alexandre Ribeiro corredores, Armando Barcellos era nadador e judoca.

Além das distâncias já citadas, existem outras que são realizadas, provas muito mais rápidas como *Super Sprint* com 375 metros de natação, 10 quilômetros de ciclismo e 2.500 metros de corrida, as de *Longa Distância* que compreende provas cujo formato se enquadra na seguinte característica, natação de 2-4 quilômetros, o ciclismo de 50-180 quilômetros e a corrida entre 14-42 quilômetros, *Cross Triathlon* que são adaptadas para serem realizadas em qualquer lugar, pois a natação pode ser realizada em rios ou lagoas, no ciclismo temos a substituição da bicicleta de corrida (*speed*) por bicicleta estilo *cross* (*mountain bike*), assim pode-se pedalar em qualquer terreno e a corrida que pode ser realizada em estradas de chão ou trilhas.

A massificação e denominações do triathlon se deram após alguns anos da primeira prova de triathlon no Brasil, que tem a marca de 13 de maio de 1983, com o percurso de 1 quilômetro de natação, 43 quilômetros de ciclismo e 11 quilômetros de corrida. A prova de denominação 1º Triathlon Rio de Janeiro/Gente de Ferro, teve organização do jornalista esportivo José Inácio Werneck com a Viva Promoções e Eventos e patrocínio do Jornal do Brasil. O vencedor foi Roger de Moraes.

Contudo, a primeira aparição do esporte no Brasil não se deu com essa competição. O registro do autor DOMINGUES (1995) revelou que foi em 1982,

que o Jornal do Brasil, com colaboração das marcas de produtos *Lê Coq Sportif* e *Arena*, organizaram uma prova de triathlon que mais parecia uma “gincana”.

As distâncias eram poucas e as ordens das modalidades na etapa já eram no padrão atual. Nadavam-se 950 metros, pedalavam-se 15 quilômetros e depois corriam 7,5 quilômetros. Não havia taxa e nem inscrição para participar do evento. Bastava que o interessado chegasse e largasse junto com os demais. Outra coisa inexistente para a época era o aspecto competitivo. Para obter o certificado de participação bastava que o atleta completasse duas das três modalidades. A maioria fez a natação e a corrida, por exigirem menos equipamentos e conhecimentos técnicos (DOMINGUES, 1995).

Nessa prova, a imprensa deu destaque aos nomes consagrados de meio esportivo de outras modalidades, como nadadores, corredores, remadores e juízes de futebol. Tudo porque não existiam triatletas. Aliás, até que existiam três que vinham treinando para isso: Carlos Dolabella, Marco Ripper e Ronaldo Borges. Mas, mesmo assim, comprovam que foi dito anteriormente, eram consagrados de outras modalidades. Dolabella era nadador, surfista e corredor. Marco Ripper, jogador de pólo aquático e salva-vidas de praia e Ronaldo remador. Os três estavam treinando desde agosto de 1981 para participar do *Iron Man* em outubro de 1982. Nessa “gincana” de triathlon na qual participaram, Dolabella ficou em primeiro, Ripper em segundo e Ronaldo Borges em quarto.

No início de 1984, o esporte começou a se expandir para outras localidades do País. Florianópolis, onde acontece atualmente o *Iron Man* Brasil (seletiva para o Havaí) e Santos, que hoje é responsável pelo circuito Troféu Brasil e pelo Triathlon Internacional e que no dia 30 de junho daquele ano teve sua primeira competição da modalidade, patrocinada pelo Banco Econômico. As distâncias foram de 1 quilômetro de natação, 45 quilômetros de ciclismo e 10,5 quilômetros de corrida e teve como vencedor o atleta Roger de Moraes. Com o tempo, Santos se tornou um dos pólos com o maior número de praticantes de triathlon.

Outra cidade que conheceu o triathlon pela primeira vez em 1984 foi Brasília, em 09 de dezembro, com o I Triathlon do Jornal de Brasília. O percurso foi de 800 metros de natação, 39 quilômetros de ciclismo e 8 quilômetros de corrida. O Campeão foi Dolabella.

Aqui no Brasil, já se começava a falar no futuro olímpico do esporte. Porém, muitas etapas deveriam ser cumpridas: campeonato mundial, uma federação internacional, uma confederação nacional com federações estaduais e a massificação da modalidade que ora aconteceria por meio de provas. A expansão para outras regiões não bastou, porque a popularização do esporte só aconteceria em 1986, com a criação do *Short Triathlon*, quando Gustavo Garzon foi campeão.

Enquanto não isso acontecia, o Rio de Janeiro criava uma série de 11 provas com status de Campeonato Brasileiro. Todas elas tinham as distâncias de 1 quilômetro de natação, 40 quilômetros de ciclismo e 10 quilômetros de corrida. As competições tiveram início em 30 de março e a última etapa foi no dia 17 de agosto. A premiação se daria pelo sistema de ranking de pontos e os vencedores no masculino e no feminino ganhariam uma passagem para o Havaí.

Os vencedores do circuito foram Carlos Dolabella e Dawn Webb, esposa do jornalista Inácio Werneck. Ao longo da disputa a Revista Viva e o Jornal do Brasil publicavam os resultados do ranking (DOMINGUES, 1995).

O que levou definitivamente a modalidade para os meios de comunicação de todo o País, foi a criação do circuito C&A *Short Triathlon*, com uma série de três etapas que aconteceram no Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Santos.

Em 1988, o esporte era uma novidade em outra região do País: a Bahia. Contudo, já nascia no estado brasileiro como Campeonato Estadual, com 2 etapas. O responsável por isso foi o professor da Universidade Católica de Salvador, José Calazans Filho (DOMINGUES, 1995). Em 1989, Salvador foi sede da primeira seletiva capaz de qualificar triatletas que formariam a equipe brasileira que participaria do Campeonato Mundial, seis homens: Armando Barcellos, Leandro Macedo, Marcus Ornelas, Roberto Deleage, Carlos Dolabella e Gustavo Garzon e três mulheres: Liare Beretta, Fernanda Keller e Rebeca Werneck.

4.1.5 Entidades que administram o triathlon

4.1.5.1 *International Triathlon Union*

A ITU – *International Triathlon Union*, entidade máxima que administra o Triathlon Olímpico a nível mundial, foi fundada em março do ano de 1989 na cidade de Avignon - França. Reconhecida oficialmente pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) e pela Associação de Federações Internacionais Olímpicas de Verão (ASOIF). É também a responsável por todos os esportes combinados como Duathlon, Aquathlon, Triathlon de Inverno e Triathlon de longa Distância. (<http://www.triathlon.org>)

4.1.5.2 Confederação Pan-Americana de Triathlon

A PATCO – Confederação Pan-americana de Triathlon, entidade Internacional de caráter regional que agrupa todos os países do Continente Americano. E que tem como um dos seus objetivos principais para o ciclo 2002–2006 a capacitação de treinadores em nível continental. Esse ciclo se encerra com os jogos Pan-americanos 2007. Durante esse período a PATCO em conjunto com a Organização Desportiva Pan-Americana (ODEPA), organizará cursos de capacitação, certificação e congressos com objetivos de atualizar os treinadores de suas respectivas seleções nacionais, em toda a região Pan-americana (Manual de Entrenamiento de Triatlón Nivel I).

4.1.5.3 Confederação Brasileira de Triathlon

A CBTri – Confederação Brasileira de Triathlon, a entidade máxima da modalidade no país que rege e organiza o triathlon e seus representantes subdivididos nos respectivos Estados da União (<http://www.cbtri.org.br>).

4.1.5.4 Federação de Triathlon de Mato Grosso do Sul

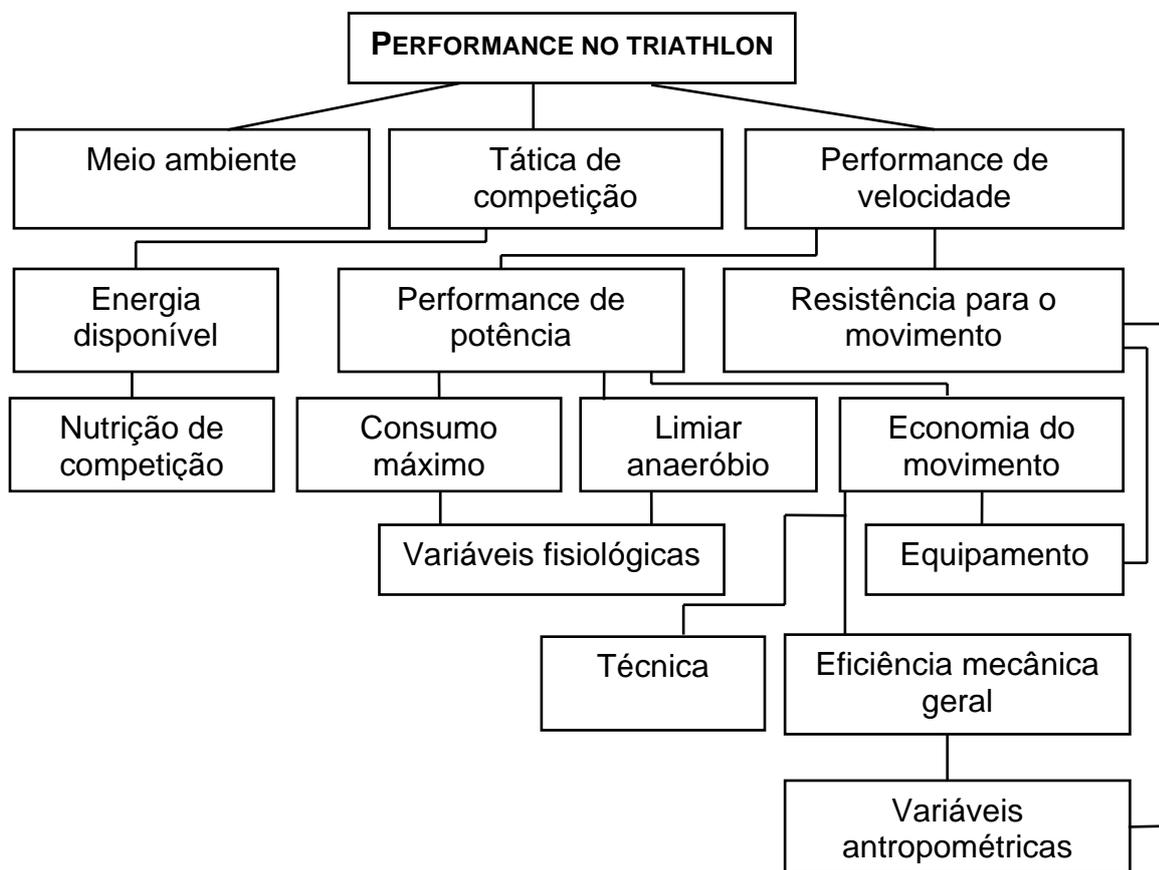
Federação de Triathlon de Mato Grosso do Sul (FETRIMS) que atua no âmbito estadual, foi fundada em 09 de Janeiro de 2004, na cidade de Campo Grande/MS, e filiada à Confederação Brasileira de Triathlon em 22 de setembro do mesmo ano, cujo objetivo é fomentar o triathlon seja através de competições, cursos, palestras entre outras ações que estão previstas.

4.2 Caracterização do Triathlon

A performance de alto nível depende de um treinamento efetivo e das particularidades genéticas, ou seja, a evolução da performance atlética é a adaptação do organismo induzida pelo treinamento. Dessa forma a performance do triathlon é dependente de diversos fatores que se correlacionam. A significância positiva ou (negativa) dos fatores genéticos torna-se aparente no treinamento (GARRET; KIRKENDALL, 2000). Isso determina uma inter-relação, ou seja, o treinamento torna possível o uso das manifestações geneticamente induzidas para o melhor aproveitamento durante a prática esportiva. Ao mesmo tempo, a efetividade do treinamento depende, da suscetibilidade do organismo ao treinamento. Os treinamentos para esportes de *endurance* normalmente são baseados na medida ou na intensidade metabólica percebida (percepção subjetiva do esforço) (GARRET; KIRKENDALL, 2000). Os programas de treinamento para triatletas são diversificados, tendo como base à especificidade, periodização, sobrecarga, recuperação e pico de treinamento (WELLS; PATE, 1988; HELLEMANS, 1993; HOPKINS, 1993; ACKLAND, 1998). Os benefícios do treinamento de *endurance* se manifestam no aumento da capacidade de resistência e na habilidade de recuperação, as adaptações desse tipo de treinamento incluem as variáveis fisiológicas. As variáveis antropométricas, que melhoram a eficiência mecânica, promovendo economia do movimento, resultando em um menor dispêndio de energia, devem ser também enfatizadas no treinamento do triathlon, combinando esses fatores a um equipamento adequado (ciclismo), que esteja de acordo com as características individuais, estaremos direcionando o treinamento para os fatores que segundo GARRET e KIRKENDALL (2000) exercem influência direta na performance de triatletas, conforme esquema representado (Figura 1). Paralelo a essas adaptações se faz necessário um acompanhamento nutricional, pois a exigência energética de uma prova de triathlon é muito grande, além da reposição de água. A suplementação de água, carboidratos e de sódio são os fatores mais importantes na nutrição dos triatletas durante a competição. A desidratação pode causar um aumento da frequência cardíaca, da temperatura central e da percepção do esforço, reduzindo

a performance de *endurance* (BUSKIRK; PUHL, 1989; MURRAY, 1995). Segundo O'TOOLE et al., (1987) encontraram pequenas evidências na relação de triatletas bem-treinados, com fatores táticos e fisiológicos associados as reservas de energia, de fluidos e a homeostase eletrolítica.

Figura 1: Inter-relação entre os maiores fatores que determinam a performance no triathlon.



Fonte: GARRET, W. E.; KIRKENDALL, D. T. Exercise and Sports Science. Lippincott Williams e Wilkins, Philadelphia, EUA, 2000.

A natação é a primeira etapa de uma prova de triathlon, isso a torna bem disputada, uma boa posição durante a natação pode garantir uma boa colocação durante e ao final da prova. Durante a natação, os triatletas nadam muito próximos uns dos outros e com isso formam ondas, aumentando o fluxo de água na direção para onde estão nadando (GARRET; KIRKENDALL, 2000). Uma prática comum entre nadadores e triatletas, tanto no treinamento em piscina como nas competições em águas abertas é a utilização da esteira (semelhante ao vácuo no ciclismo), ou seja, nadar imediatamente atrás de outro atleta, acreditando num menor dispêndio energético para uma mesma velocidade (RIBEIRO; GALDINO e BALAKIAN, 2001).

BASSET et al., (1991) avaliando nadadores e triatletas, verificaram redução significativa no consumo de oxigênio (VO_2), na concentração sanguínea de lactato, na percepção subjetiva de esforço e frequência cardíaca devido à utilização da esteira em 549 metros no nado *crawl* a 95% da velocidade máxima para a distância, concluindo que para esta condição o uso da esteira resulta em diminuição do gasto energético pelo nadador.

CHATARD; CHOLLET e MILLET (1998) comprovaram o efeito positivo da esteira sobre o desempenho em natação, observando uma melhora média de 3,2% no tempo final para 400 metros entre triatletas quando estes se mantinham atrás de outro nadador durante o esforço máximo.

Para completar a prova de natação os atletas devem sair da água e correr até a área de transição. Existem dois momentos de transição no triathlon, da natação para o ciclismo e do ciclismo para a corrida. Ambos levam menos de um minuto para os eventos de curta distância e de 1 a 3 minutos para os eventos de longa distância (GARRET; KIRKENDALL, 2000). A transição da natação consiste em retirar a roupa de proteção (quando necessário é permitido), óculos e a touca. Colocar o capacete, vestir a camiseta com o número de competição (ou a cinta), pegar a bicicleta com as sapatilhas que ficam presas ao pedal e os outros itens (comida, bebida, óculos de sol) necessários para o ciclismo. A transição do ciclismo para a corrida requer dos atletas a habilidade de deixar a bicicleta, retirar o capacete e calçar o tênis de corrida (GARRET; KIRKENDALL, 2000).

Na maioria das provas de triathlon, não é permitido o vácuo de outros competidores na fase do ciclismo. Porém, recentemente, nas provas de curta distância, “aproveitar as correntes de ar” – o vácuo, foi legalizado. Essa regra gerou grande impacto com relação à tática, ao tempo (Tabela 1) e ao treinamento com o aproveitamento do vácuo para as Copas Mundiais e eventos competitivos¹.

Tabela 1. Média dividida e percentual de contribuição das sessões de natação, de ciclismo e de corrida no tempo total, em triatletas de elite.

Evento	Natação (min)	% de contribuição	Ciclismo (min)	% de contribuição	Corrida (min)	% de contribuição	Total
Curta distância sem permissão de vácuo, 1990 – 1994							
Homens	18,9 (1,0)	16,9	58,1 (2,8)	51,8	33,3 (1,1)	29,7	112,1 (2,1)
Mulheres	21,9 (1,2)	17,4	65,6 (3,1)	52,1	38,1 (1,1)	30,2	126 (2,6)
Curta distância com permissão de vácuo, 1995 – 1997							
Homens	20,3 (1,6)	19	54,2 (3,7)	50,7	31,3 (1,6)	29,3	106,9 (4,4)
Mulheres	22,5 (2,2)	18,7	60,1 (4,3)	50	35,8 (1,7)	29,8	120,2 (5,8)
Longa distância, 1995-1997							
Homens	53,4 (1,9)	10,4	286,1 (9,5)	55,8	172,9 (5,5)	33,7	512,7 (11)
Mulheres	58,2 (5,9)	10	323,7 (13,7)	55,5	205,6 (11,7)	35,2	583,5 (19,5)

Fonte: GARRET, W. E.; KIRKENDALL, D. T. Exercise and Sports Science. Lippincott Williams e Wilkins, Philadelphia, EUA, 2000.

Os tempos do ciclismo e da corrida sofreram decréscimos de vários minutos tanto para homens quanto para mulheres. Essa conclusão deve ser analisada com cuidado, devido às variações de terreno e outras condições que ocorreram entre os eventos. Em todos os eventos, exceto o de curta distância,

¹ Nota: Os eventos de curta distância são os campeonatos mundiais internacionais da *International Triathlon Union* e os eventos de longa distância são os *Iron Man* do Havaí. Os tempos são as médias dos 10 primeiros finalistas, com desvio-padrão entre parênteses. As fases de natação, ciclismo e de corrida incluem as transições.

com vácuo proibido, o tempo da natação teve a menor correlação (Tabela 2) com o tempo final, sugerindo que o tempo da natação é o menor determinante da performance no triathlon (GARRET; KIRKENDALL, 2000). Porém, é válido ressaltar que uma prova de natação realizada acima do limiar anaeróbio, pode ocasionar uma acidose elevada o que irá influenciar nos eventos subseqüentes (WELTMAN; REAGAN, 1983). A legalização do vácuo parece ter reduzido a importância do ciclismo, enquanto aumentou a importância da corrida no tempo final dos eventos de curta distância. Essa relação é similar entre atletas masculinos e femininos².

Tabela 2. Valores de correlação dos tempos parciais de natação, de ciclismo e de corrida com o tempo total no Campeonato Mundial de Triathlon.

Evento	Natação <i>r</i> valores	Ciclismo <i>r</i> valores	Corrida <i>r</i> valores
Curta distância sem permissão de vácuo, 1990 – 1994			
Homens	0,62	0,62	0,55
Mulheres	0,33	0,71	0,61
Curta distância com permissão de vácuo, 1995 – 1997			
Homens	0,31	0,17	0,83
Mulheres	-0,11	0,29	0,89
Longa distância, 1995-1997			
Homens	0,33	0,56	0,69
Mulheres	0,46	0,82	0,47

Fonte: GARRET, W. E.; KIRKENDALL, D. T. Exercise and Sports Science. Lippincott Williams e Wilkins, Philadelphia, EUA, 2000.

A alta correlação encontrada entre os eventos de longa distância da população feminina, dos tempos do ciclismo para o tempo final da competição, pode ter sido influenciada por dois fatores: ambientais e pela natureza do *Iron Man* do Havaí; as mulheres pedalam junto com a subelite masculina, tendo o benefício do vácuo causado pelo grupo masculino; (os eventos organizados segundo as normas da ITU essa prática é proibida sendo passível de punição) os ciclistas mais rápidos tiram vantagem por evitar o vento, que aumenta com o

² Nota: Veja Tabela 1 para os dados originais. Intensidade correlação leve, $r < 0,3$; moderada, $r = 0,3-0,7$; forte, $r > 0,7$.

passar do dia. O tempo do ciclismo para as mulheres de ponta que competem no Havaí é bastante relacionado ao tempo final do evento (GARRET; KIRKENDALL, 2000).

Embora o sucesso no esporte dependa da interação de fatores genéticos, fisiológicos, psicológicos, sócio-culturais, biomecânicos e tecnológicos, existe uma pequena dúvida sobre a importância da ligação entre o físico e a ótima performance (TITTEL; WUTSHERC, 1992; NEUMANN, 1992). Os atletas de elite de um esporte são os que possuem as características morfológicas únicas para aquele esporte (TITTEL; WUTSHERC, 1992). Como o triathlon é um esporte que envolve alta performance em natação, em ciclismo e em corrida, o perfil fisiológico do triatleta é uma mistura dos físicos encontrados em nadadores, em ciclistas e em corredores. Devido ao elo funcional entre o psicológico e a performance em nadadores, em ciclistas e em corredores (TITTEL; WUTSHERK, 1992), o triatleta ideal deve ter uma combinação do psicológico dos nadadores, dos ciclistas e dos corredores de elite.

4.2.1 Características Antropométricas

Os dados contidos na Tabela 3 referem-se aos estudos que agruparam as informações sobre as características antropométricas dos triatletas de elite, de curta distância (McNAUGHTON, 1989; TRAVILL; CARTER; DOLAN, 1994; DE VITO et al., 1995; ACKLAND; DOWNEY, 1998; VLECK; GARBUTT, 1998), longa distância (HOLLY et al., 1986; BURKE; READ, 1987; TRAVILL; CARTER; DOLAN, 1994; ACKLAND; DOWNEY, 1998), subelite (POLLACK, 1977; ALBRECHT; FOSTER; DICKINSON, 1986; ZINGRAF; JONES; WARREN, 1986; KREIDER et al., 1988; LOFTIN; WARREN; ZINGRAF, 1988; McNAUGHTON, 1989; DELISTRATY; NOBLE; WILKINSON, 1990; MILLARD-STAFFORD; SPARLING; ROSSKOPF, 1991; VLECK; GARBUTT, 1998; DEITRICK, 1991; SLEIVERT; WENGER, 1993; ACKLAND; DOWNEY, 1998), elite juniores (BUNC et al., 1996) homens e a média de todos homens de longa distância (HOLLY et

al., 1986; O'TOOLE et al., 1987; BURKE; READ, 1987; KOHRT; O'CONNER; SKINNER, 1989; TITTEL; WUTSHERK, 1992; TRAVILL; CARTER; DOLAN, 1994; SLEIVERT; ROWLANDS, 1996; ACKLAND; DOWNEY, 1998). Mulheres triatletas de curta distância (LAURESON; FULCHER; KORKIA, 1993), longa distância (O'TOOLE et al., 1987; ACKLAND; DOWNEY, 1998), elite juniores (PICKARD, 1995; BUNC et al., 1996), subelite (O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989; COYLE; FELTNER; KAUTZ, 1991; LAURESON; FULCHER; KORKIA, 1993; ACKLAND; DOWNEY, 1998) e a média de todas as mulheres de longa distância (O'TOOLE et al., 1987; O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989; SLEIVERT; ROWLANDS, 1996; ACKLAND; DOWNEY, 1998). Triatletas recreacionais homens (ALBRECHT; FOSTER; DICKINSON, 1986; WELLS; PATE, 1988; KREIDER et al., 1988; LOFTIN; WARREN; ZINGRAF, 1988; DELISTRATY; NOBLE; WILKINSON, 1990; MILLARD-STAFFORD; SPARLING; ROSSKOPF, 1991; BUTTS; HENRY; McLEAN, 1991; HAUSSWIRTH; BIGARD; GUEZENNEX, 1997; MIURA; KITAGAWA; ISHIKO, 1997; ACKLAND; DOWNEY, 1998; VLECK; GARBUTT, 1998; HUE et al., 1998) e triatletas recreacionais mulheres (ALBRECHT; FOSTER; DICKINSON, 1986; KREIDER et al., 1988; BUTTS; HENRY; McLEAN, 1991; KORKIA; TUNSTALL-PEDOE; MAFFULLI, 1994).

Esses dados foram comparados com os dados obtidos dos atletas de elite dos esportes singulares, nadadores homens (SPURGEON; SARGENT, 1977; ASTRAND; RODAHL, 1986; POWERS; HOWLEY, 1990; SHEPARD, 1992; TITTEL; WUTSHERK, 1992; WILMORE, 1992; TRAVILL; CARTER; DOLAN, 1994; PYNE et al., 1995) e nadadores mulheres (WILMORE; BROWN, 1974; SPURGEON; SARGENT, 1977; WILMORE; BROWN; DAVIES, 1977; TITTEL; WUTSHERK, 1992). Ciclistas homens (SPURGEON; SARGENT, 1977; HAGBURG et al., 1979; BURKE, 1980; FOLEY; BIRD; WHITE, 1989; COYLE; FELTNER; KAUTZ, 1991; NEUMANN, 1992; WILBER et al., 1997) e ciclistas mulheres (BURKE, 1980; TITTEL; WUTSHERK, 1992; NEUMANN, 1992; WILBER et al., 1997). Corredores homens (COSTILL; BOWERS; KRAMMER, 1970; SPRYNAROVA; PARIZKOVA, 1971; POLLACK, 1977; DAVIES; THOMPSON, 1979; TITTEL; WUTSHERK, 1992; HETLAND; HAARBO; CHRISTIANSEN, 1998) e corredores mulheres (WILMORE; BROWN; DAVIES, 1977; DAVIES; THOMPSON, 1979; TITTEL; WUTSHERK, 1992). Com a intenção

de determinar um perfil antropométrico dos triatletas. As informações sobre os atletas de elite dos esportes singulares são de praticantes de provas que se assemelham à distância do triathlon olímpico.

4.2.1.1 Idade

Como na maioria dos atletas de *endurance*, os triatletas têm seu pico de performance da metade ao final da segunda década de vida (WILMORE, 1992). Para triatletas de elite, de eventos de curta distância, a idade reportada hoje é de 25,1 anos para homens (TRAVILL; CARTER; DOLAN, 1994; DE VITO et al., 1995; VLECK; GARBUTT, 1998; ACKLAND; DOWNEY, 1998) e 27,1 anos para mulheres (LAURESON; FULCHER; KORKIA, 1993). Os triatletas de longa distância parecem mais velhos do que os de curta distância. Os triatletas de elite são mais velhos do que a maior parte dos grupos de elite de nadadores e de ciclistas previstos no estudo, mas têm idade similar aos corredores de longa distância (Tabela 3).

Tabela 3. Características antropométricas em atletas de elite, homens e mulheres, dos esportes singulares: nadadores de distância (800-1.500 m); ciclistas (rua, longa distância em trilha e tempo de prova); corredores (5.000 m - maratona) e triatletas de curta e longa distância.

População	N	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	Gordura Corporal (%)
Homens					
Atletas de esportes singulares					
Nadadores de elite	-	20,5	184,5 (3,4)	78,9 (2,3)	6,8 (1,4)
Ciclistas de elite	-	23,8 (0,9)	181,6 (2,4)	72,3 (2,9)	7,3 (1,4)
Corredores de Elite	-	26,6 (3,9)	177 (1,2)	63,5 (1,1)	5,8 (1,2)

Triatletas					
Recreacional	286	33	179,3 (176,4-185,5)	74,6 (66,6-90,9)	11,1 (7,4 - 12,5)
Subelite	104	28,5	178,8 (175-182,9)	72,6 (68,9-73,8)	10,3 (8,6-12,3)
Elite curta distância	43	25,1	178,9 (176-181,3)	71,1 (69-72,7)	7,2 (7,2-7,4)
Elite juniores	30	17,8	177,8	67,2	8,2
Média de todos longa distância	317	28,9	180,1 (176,5-181,9)	67,2 (69,4-74,1)	9
Elite de longa distância	50	25,8	178 (176,5-180,1)	71 (69,4-74,1)	9

População	N	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	Gordura Corporal (%)
-----------	---	-----------------	----------------	--------------	-------------------------

Mulheres**Atletas de esportes singulares**

Nadadores de elite	-	17,6 (2,4)	169,8 (3,4)	62 (1,6)	17,1
Ciclistas de elite	-	26	168,9 (1,7)	60,8 (0,9)	13,7 (1,75)
Corredores de Elite	-	27,4 (2,4)	163,6 (2,8)	50,2 (3,2)	16,1 (0,9)

Triatletas

Recreacional	52	29,1 (21-32)	166,5 (162,9-168,9)	58,8 (56,3-63,1)	19,8 (19-22,7)
Subelite	41	31,1 (26,2-35,7)	165 (162,1-169,1)	57,8 (55,2-63,4)	18,8 (17,7-20)
Elite curta distância	10	27,1	167	56,4	17,3
Elite juniores	21	17,5 (17,1-17,8)	168,4 (168-169)	58,2 (57,1-58,8)	10,4
Média de todos longa distância	-	29,8 (28-35,7)	168,2 (166-171)	59,3 (57,3-61)	17,1 (12,6-22,7)
Elite de longa distância	8	30,5 (28-31,3)	169,1 (168,5-171)	60,5 (60,3-61)	15,2

Fonte: Adaptado de GARRET e KIRKENDALL (2000).

ROALSTAD (1989) sugeriu que a idade avançada dos atletas poderia ser devido ao fato de praticarem um dos esportes envolvidos por longo tempo

antes de tornarem-se triatletas e pelo recente desenvolvimento do esporte. Por outro lado, pode ser devido ao triathlon não ser um esporte colegiado, e vários dos triatletas graduados oferecerem especialidade em alguma das modalidades (O'TOOLE et al., 1987).

A similaridade de idade entre os triatletas de elite e os corredores de elite pode estar relacionada ao tempo necessário para as adaptações do treinamento para conseguir chegar em níveis necessários para performance de corredores de elite. O tempo de maturação também é importante na determinação da idade para performance de elite.

4.2.1.2 Peso e altura

Os triatletas são, em média de 1 a 3 cm mais altos que indivíduos da mesma idade da população em geral, a média da população de idade entre 20 à 29 anos é de 176 cm (SLEIVERT; ROWLANDS, 1996). Todas as categorias de triatletas parecem ter altura similar; a única diferença foi que os triatletas de elite de longa distância são mais baixos que os de elite de meia distância. Embora haja poucas pesquisas disponíveis, é sugerido que as triatletas de elite feminina são mais altas que as não-pertencentes a esse grupo (Tabela 3), assim necessita-se de novas pesquisas na área.

Estudos realizados na década de 80 sugeriram que os triatletas, homens e mulheres tinham estaturas similares à de ciclistas especializados (O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989; WILSON; RUSSEL; WILSON, 1993; SLEIVERT; ROWLANDS, 1996). Segundo WILBER et al., (1997) e MIURA; KITAGAWA; ISHIKO (1997) sugerem que a média de altura dos triatletas está entre a média de corredores e de ciclistas especializados (Tabela 3).

4.2.1.3 Massa corporal e composição corporal

Comparando com atletas de elite de esportes individuais, os triatletas têm peso similar aos dos ciclistas. Os triatletas recreacionais e de subelite são mais pesados que os triatletas de elite (Tabela 3). Na maioria dos estudos do triathlon foram utilizados dois modelos de divisão anatômica (WILMORE, 1992) para estimar a composição corporal nos triatletas (ALBRECHT; FOSTER; DICKINSON, 1986; O'TOOLE et al., 1987; O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989; ROALSTAD, 1989; DELISTRATY; NOBLE; WILKINSON, 1990; TRAVILL; CARTER; DOLAN 1994; DEITRICK, 1991; MILLARD-STAFFORD; SPARLING; ROSSKOPF, 1991; BUTTS; HENRY; McLEAN, 1991; LEAKE; CARTER, 1991; LAURESON; FULCHER; KORKIA, 1993; BUNC et al., 1996; ACKLAND; DOWNEY, 1998). Os dois modelos são baseados em medidas de massa corporal e nas dobras cutâneas. Os componentes que determinam a composição corporal são massa de gordura e massa magra, com a hipótese de estimar a densidade de vários tecidos (WILMORE, 1992). Os triatletas têm tipicamente de 6 a 11% de gordura corporal, enquanto as triatletas possuem de 10 a 20% de gordura corporal. Se comparados com atletas recreacionais e de subelite, os atletas de elite possuem menor massa de gordura que as atletas de elite apenas de um esporte (Tabela 3). A porcentagem de gordura influencia na performance da natação, no ciclismo e na corrida de forma diferenciada. Na natação, parece haver um pequeno efeito da porcentagem de gordura na performance (STAGER; CORDIAN, 1984). Na corrida e no ciclismo (especialmente subidas), o excesso de gordura interfere na eficiência do esporte por adicionar massa ao corpo sem a capacidade de produzir força (GARRET; KIRKENDALL, 2000). Durante a natação a massa corporal é compensada pela gravidade. A maior força que gera o sucesso na natação é o atrito associado à propulsão na água (TOUSSAINT, 1990).

Conseqüentemente, a força pode ser melhorada pelo aumento da massa muscular, o que é o caso dos corredores. Os corredores de elite de ambos os sexos têm menor massa magra do que os ciclistas e os nadadores de elite (Tabela 3). Todas as categorias de triatletas possuem um componente similar de

massa magra (massa livre de gordura). A média da massa magra em triatletas é maior que em corredores de elite, menor que nadadores de elite e similar a ciclistas de elite (Tabela 3). As comparações sugerem que a relação entre altura e peso é similar à das populações normais, e as predições antropométricas baseadas em populações normais podem ser válidas para triatletas homens de elite. Segundo TITTEL e WUTSHERK (1992) a massa corporal está relacionada à altura e a composição corporal, onde ela é definida como sendo a razão entre a massa atual e a massa corporal esperada para determinada altura.

A média de altura e massa corporal para atletas de elite de esportes individuais (Tabela 3) produz valores para o triatleta hipotético de elite. Para os homens os valores são 181 cm e 71,6 kg e, para mulheres, 167,4 cm e 57,7 kg.

A forte relação linear entre a altura e a massa corporal sugere que a massa corporal tenha pequenas mudanças em grupos de atletas de *endurance*. Desde que a massa corporal caracteriza excesso para os esportes de *endurance*, ainda pode ser usada para prever a massa corporal ideal para atletas de elite de acordo com a altura (GARRET; KIRKENDALL, 2000).

O modelo assume a relação altura/peso em triatletas de elite e é semelhante ao considerado na população normal. A massa corporal não prediz a melhor performance no triathlon, sendo que outros fatores estão obviamente envolvidos (Figura 1).

Um modelo similar provém de atletas de elite de esportes individuais para biatletas (biatlo é a combinação de esqui *cross-country* (técnica de patinação), e tiro ao alvo com rifle) e triatletas especializados em eventos que envolvem uma combinação múltipla de esportes (GARRET; KIRKENDALL, 2000).

Dentre a população de triatletas, os mais altos têm vantagens físicas sobre os mais baixos durante a natação, que normalmente as alavancas maiores são produzidas com membros mais longos. Aplicando uma força constante, as alavancas mais longas permitem uma maior amplitude de movimento (distância percorrida por braçada), mas também requer uma menor frequência (padrão de braçada) para a economia do movimento (TITTEL; WUTSHERK, 1992). Ao contrário, excesso de altura dos triatletas pode significar desvantagem devido à maior massa corporal, a maior volume e à maior área de atrito. A produção de força relativa à massa corporal aumenta quando a massa corporal diminui. Isto é,

atletas de *endurance* de estrutura menor (mais leves e menores) têm maior produção de proteína por volume e massa. Uma menor proporção de potência por massa é particularmente uma vantagem durante corridas longas e ciclismo em subidas, reduzindo a necessidade energética para superar a gravidade. Menor volume muscular reduz a distância de difusão do tecido sanguíneo, aumentando a transferência de oxigênio e, assim, o metabolismo de remoção (ASTRAND; RODAHL, 1986).

Os ciclistas mais altos têm vantagens na superfície plana, onde a resistência da gravidade conta com menos de 10% da resistência total. Enquanto pedalam na superfície, a maior proporção (80 a 90%) do trabalho é feita para superar a resistência do ar (ASTRAND; RODAHL, 1986). Com uma montagem apropriada na bicicleta, os ciclistas mais altos podem, obter uma área de superfície frontal maior do que os ciclistas menores, oferecendo aos mais altos uma maior potência frontal proporcionalmente à área de superfície. As vantagens que os triatletas altos possuem sobre os mais baixos, nos percursos com superfícies circulares, se atenuam quando os efeitos do atrito dos grupos de ciclistas são considerados. Em um grupo de quatro ciclistas, a resistência relativa do ar diminui em 51% para o segundo e 36% para o quarto na linha relativa ao primeiro ciclista. A 41 km/h o quarto ciclista na linha de passada produziu 54% menos de potência no grupo do que se ele estivesse pedalando sozinho. A resistência do ar em grandes grupos de ciclistas em velocidade de prova é apenas 30 a 35% menor do que se eles estivessem sozinhos (NEUMANN, 1992; STAGER; CORDAIN, 1984). Na corrida, próximo de 75% da energia total são utilizados para superar a resistência do ar. Por volta de 80% da resistência do ar podem ser eliminados estando logo atrás de outro corredor (DANIELS, 1985).

A altura, a massa e a composição corporal em triatletas de sucesso refletem no elo morfológico entre a estatura, composição corporal e importância relativa da natação, do ciclismo e da corrida e atuam como determinantes na superação da performance. Por exemplo, triatletas de elite homens, de longa distância, apresentam características antropométricas próximas dos ciclistas e dos corredores de elite, e a performance de ciclistas e de corredores parece ser importante determinante do sucesso nas provas de longa distância em triatletas homens (Tabela 2).

A legalização do vácuo na fase do ciclismo, em 1995, em preparação à introdução do triathlon nas Olimpíadas (Sidney, 2000), alterou os efeitos psicológicos dos triatletas de elite que competiram em eventos de curta distância. Esses atletas, competindo em eventos onde o vácuo é permitido, podem adotar o aspecto morfológico característico dos da elite de corredores de distância (percentual de gordura menor e massa magra reduzida), mas mantêm características típicas dos nadadores (ombro largo, altura corporal e comprimento de braços e pernas) (TITTEL; WUSSHERK, 1992; TRAVILL; CARTER; DOLAN, 1994) e dos ciclistas (circunferência da coxa) (COYLE; FELTNER; KAUTZ, 1991) para manter a competitividade nas fases de natação e ciclismo que precedem a corrida. Os atletas de sucesso que competem em eventos onde o vácuo não é permitido, porém, necessitam de maior equilíbrio dos componentes morfológicos encontrados em nadadores, em ciclistas e em corredores, similares ao modelo hipotético do triatleta de elite. Os triatletas mais baixos podem ter vantagens morfológicas sobre os triatletas altos, onde o vácuo é permitido.

4.2.1 Características fisiológicas

A performance em exercícios prolongados é limitada pela capacidade do sistema aeróbio em promover energia continuamente para a contração muscular. Isso requer quantidade adequada de substratos, capacidade fisiológica de liberar oxigênio, energia suficiente e ainda uma eficiente remoção dos metabólicos produzidos (GOLLNICK, 1985; ASTRAND; RODAHL, 1986; COYLE, 1995). É típico no treinamento de *endurance* a detecção no aumento do número e do volume das mitocôndrias, além do aumento das atividades das enzimas oxidativas, essas alterações estão associadas com o aumento da capacidade de trabalho e de resistência. O aumento das atividades das enzimas de β -oxidação e um melhoramento generalizado do potencial oxidativo das fibras musculares tornam possíveis a maior utilização dos lipídeos durante o exercício prolongando a despeito dos altos níveis de lactato muscular (HOLLOSZY, 1973). O maior uso

das gorduras como substrato para atividades de *endurance* parece estar relacionado com uma maior translocação da adenosina difosfato (ADP) gerada durante as contrações na mitocôndria. Proporcionando um maior controle sobre o processo glicolítico, criando condições favoráveis para o ingresso das unidades de acetil derivadas da β -oxidação dos ácidos graxos. Os exercícios de *endurance* promovem um aumento das enzimas mitocondriais em todos os tipos de fibras musculares (TERJUNG, 1976). Conseqüentemente as fibras glicolíticas tornam-se mais oxidativas, estando esse evento, relacionado com o recrutamento das unidades motoras durante o exercício prolongado. Como resultado dos treinamentos de *endurance*, a atividade muscular começa a produzir menos lactato apesar de produzir a mesma taxa de glicogenólise, que esta parcialmente relacionada ao aumento da capacidade oxidativa. O que mais se sabe, é que o treinamento de *endurance* favorece mais a remoção do lactato sanguíneo do que sua produção (DONOVAN; BROOKS, 1983).

Os fisiologistas do exercício identificaram ao menos cinco variáveis fisiológicas importantes na performance de *endurance*. O consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$), o limiar anaeróbio, economia de movimento, utilização fracionada do consumo máximo de oxigênio, substratos suficientes.

Uma vez que as demandas competitivas no triathlon são similares aos componentes dos esportes individuais, é justificável assumir que as variáveis fisiológicas mais importantes para o sucesso da *endurance* na natação, no ciclismo e na corrida têm influências similares na determinação do sucesso do triathlon. As demandas fisiológicas da seqüência da natação, do ciclismo e da corrida são complexas, pois se ultrapassar o limiar anaeróbio durante a natação é certo que isso irá comprometer o rendimento do ciclismo e da corrida. Os triatletas possuem aclimações fisiológicas específicas, para acomodar as demandas no triathlon competitivo.

O perfil fisiológico dos triatletas e os fatores associados ao sucesso do triathlon têm sido revisados (O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989; ROALSTAD, 1989; O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1995; SLEIVERT; ROWLANDS, 1996). Quanto maior o ritmo que o atleta consegue sustentar nos eventos de *endurance*, maior a produção de energia aeróbia aproximando-se do limiar de acúmulo de lactato (LT) (COYLE, 1995). O LT esta relacionado ao limiar anaeróbio, os

exercícios realizados acima do LT não podem ser mantidos por longo tempo devido aos fatores relacionados à depleção do glicogênio, à redução da oxidação da gordura e à acidose metabólica (SPURWAY, 1992; COYLE, 1995; SLEIVERT; ROWLANDS, 1996).

O limiar de lactato (LT) reportado em triatleta é similar ou um pouco menor do que os encontrados em atletas de elite de apenas um dos esportes (DANIELS, 1974; SJODEN; SVENDENHAG, 1985; MARTIN et al., 1986; LAVOIE; MONTPETIT, 1986; COYLE, 1995; SLEIVERT; ROWLANDS, 1996; WILBER et al., 1997). O limiar de lactato vem se tornando um fator importante na prescrição de exercícios em condicionamento físico. A velocidade do LT está muito relacionada à performance de *endurance*, e os métodos de treinamento com objetivo de aumentar o LT promovem a melhora da performance no triathlon – particularmente no ciclismo e na corrida (SJODEN; SVENDENHAG, 1985; COYLE; FELTNER e KAUTZ, 1991; COYLE, 1995). Segundo MILLET et al., (2002) os efeitos do treinamento de ciclismo para triatletas foram transferidos para a performance na corrida (maior distância percorrida em 30 minutos), mostrando que mesmo em atletas poderia existir transferência (pelo menos para a performance) dos efeitos do treino de ciclismo para a corrida.

COSTA e KOKUBUN (1995) realizaram um estudo onde simularam uma prova de *short triathlon*, com intuito de verificar a concentração de lactato produzido e compara-los com as concentrações encontradas nas provas isoladas de natação, ciclismo e corrida. A prova foi constituída de 750 metros de natação, 20 quilômetros de ciclismo e 5 quilômetros de corrida, ao final de cada etapa foram coletadas amostras de sangue para posterior análise da concentração de lactato. Na segunda parte do estudo, com intervalo de 24 horas, os atletas realizaram uma corrida de 5 quilômetros, sendo coletado o sangue ao final da prova e, a terceira parte do estudo respeitando o intervalo de 24 horas, os atletas realizaram a prova de 20 quilômetros de ciclismo que ao final foram coletadas as amostras de sangue. Participaram do estudo 8 triatletas do sexo masculino com idade $26, 3 \pm 4,1$ anos, peso $65,1 \pm 2,5$ kg e estatura $175 \pm 0,04$ cm, atletas que realizavam treinamento regular para esta modalidade.

Os autores verificaram que as velocidades da prova do ciclismo e da corrida eram significativamente maiores (4,1 e 8,0%, respectivamente) quando

realizadas isoladamente do que quando realizadas de modo combinado (natação-ciclismo-corrída). Porém, a concentração de lactato pós-esforço, não variou significativamente entre as duas condições (isolada e combinada). Onde na prova de ciclismo (isolada) a concentração de lactato foi de $9,11 \pm 1,49$ e de forma combinada foi de $7,39 \pm 2,85$, com uma diferença de concentração de lactato de $-1,72 \pm 2,64$. Para a corrida os valores das concentrações de lactato sanguíneo foram $7,16 \pm 2,06$ (isolada) e $6,79 \pm 1,55$ para a prova combinada e diferença de $-0,37 \pm 1,93$. As diferenças do tempo e de lactato entre as provas combinadas e isoladas apresentaram correlação significativa, sugerindo que a diminuição do desempenho na prova combinada pode ser atribuída à acidose que se verifica antes do início da próxima etapa. Deste modo, a diminuição da velocidade da prova do ciclismo e da corrida observada nesse estudo, provavelmente não pode ser atribuída nem a duração da prova (± 33 e 20 minutos, respectivamente) e nem ao seu percurso (completamente plano), já que nestas condições é possível executar-se o exercício no limiar anaeróbio (COSTILL, 1970).

Como a diferença em percentuais entre a velocidade de prova e a velocidade do limiar anaeróbio correlacionaram-se negativamente ($r = -0,90$) entre a natação e o ciclismo, é provável que a diminuição de velocidade no ciclismo possa ter ocorrido porque após a prova de natação os triatletas encontravam-se em acidose, já que a velocidade de nado foi acima do limiar anaeróbio, e como se sabe, concentrações de lactato superiores a $4-6$ mM determinam prejuízo para o exercício subsequente (WELTMAN; REAGAN, 1983). Dentre os 8 sujeitos, apenas um apresentou o lactato sanguíneo inferior a $5,0$ mM e um outro ficou entre $4,8$ e $6,0$ mM na prova combinada. Todos os demais sujeitos realizaram as três provas combinadas com lactato superior a $6,0$ mM. Segundo PEREIRA (1989) as intensidades de exercícios podem ser expressas pela concentração de lactato sanguíneo em quatro níveis:

- Trabalho de aeróbio, correspondendo a lactato de até $2,0$ mM;
- Trabalho de baixa acidose, com lactato até $4,0$ mM;
- Trabalho de média acidose, com lactato até $6,0$ mM;
- Trabalho de elevada acidose, com lactato superior a $6,0$ mM.

Considerando as concentrações de lactato obtidas no estudo, a prova de *short triathlon* pode ser classificada como trabalho de elevada acidose

(COSTA; KOKUBUN, 1995). Assim, duas possibilidades podem ser apontadas para o treinamento em *short triathlon*:

- Treinamento para aumentar a tolerância à acidose, através de exercícios anaeróbios e;
- Treinamento para diminuir a produção de lactato, através de exercícios aeróbios.

Entretanto, o treinamento de alta intensidade está inversamente correlacionado com a capacidade aeróbia (PLISK, 1991). Há depressão da capacidade respiratória celular (CHEN; GOLLNICK, 1994) que pode reduzir a capacidade oxidativa muscular em até 55% e a atividade de citocromo oxidase em 40% (BOOTH; THOMASON, 1991). Por outro lado, o treinamento aeróbio resulta em aumento da atividade enzimática mitocondrial, e, em conseqüência, a capacidade de oxidação de gorduras e carboidratos, resultando em menores concentrações de lactato muscular e sanguíneo, menor taxa de depleção de glicogênio e maior aproveitamento das gorduras para o metabolismo energético (O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989).

O treinamento aeróbio produz queda na atividade enzimas glicolíticas, tais como o glicogênio fosforilase, fosfofrutoquinase, gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, piruvato quinase e lactato desidrogenase (HOLLOSZY, 1975; HOLLOSZY; COYLE, 1984). Essas adaptações resultam em deslocamento da curva de lactato para a direita, de modo que o seu acúmulo se inicia em intensidade de exercício mais elevada (JACOBS, 1986).

Assim o treinamento para o triathlon através de provas isoladas, deve ser aplicado com algum cuidado, pois os resultados do estudo demonstraram que esta situação não reflete o quadro fisiológico real da prova combinada. Onde o atleta realiza o esforço em condições de maior lactacidemia e, possivelmente, com menor eficiência mecânica do que nas provas isoladas. Sugere-se que, num programa de treinamento, sejam aplicados, principalmente no período específico, treinamentos simulando a situação real de competição (COSTA; KOKUBUN, 1995).

4.3 Avaliações Fisiológicas da Aptidão Aeróbia

4.3.1 Limiar anaeróbio (LAn)

O conceito de limiar anaeróbico foi originalmente proposto por WASSERMANN e McLLORY (1964) e, desde então tem sido fonte de intensa produção e debate científico (WASSERMANN et al., 1973; FARREL et al., 1979; KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; SJODEN; JACOBS, 1981; STEGMANN; KINDERMANN; SCHANABEL, 1981; KARLSSON; JACOBS, 1982; BROOKS, 1985; DAVIS, 1985; HECK et al., 1985; MADER; HECK, 1986; URHAUSEN et al., 1993; TOKMAKIDIS; LÉGER; PILIANIDIS, 1998). A introdução desse conceito tinha já sido antecedida, pelos relatos de HOLLMANN 1961, do comportamento peculiar da ventilação e do lactato arterial a partir de uma dada intensidade de esforço que chamou "*aerobic endurance limit*" ou "*point of optimal efficiency of respiration*". HOLLMANN e PRINZ (1997) recentemente, apresentaram uma interessante resenha histórica desse percurso evolutivo e das suas relações de dependência com a evolução paralela das tecnologias de suporte à determinação experimental. Os últimos 40 anos de investigação permitiram sucessivas refutações, reafirmações e reformulações do conceito original. A utilidade de que ele se reveste do domínio do treino desportivo e da adaptação crônica ao esforço de longa duração leva a que, apesar da inexistência de consenso generalizado sobre o conceito, ele seja sistematicamente utilizado.

O limiar Anaeróbio (LAn) é um indicador quantitativo da mais alta intensidade de exercício, onde a produção de ácido láctico começa acumular sistematicamente, ou seja, até esse ponto todo o lactato produzido pelo organismo pode ser oxidado. A partir disto o exercício realizado começa necessitar de auxílio da via aeróbia de produção de energia. O Limiar Anaeróbio (LAn) é um parâmetro de aptidão aeróbia que vem sendo extensivamente utilizado em clínica médica (HOLLMANN, 1985), na prescrição de intensidades de exercícios para o treinamento (OLIVEIRA; GAGLIARDI; KISS, 1994) e em

pesquisa na área de fisiologia do exercício (SCHUETZ et al., 1995). Ultimamente vários protocolos têm sido utilizados para da determinação do LAn. Alguns utilizam variáveis ventilatórias (RIBEIRO et al., 1986), enquanto muitos utilizam variáveis metabólicas, especialmente dosagens de lactato sanguíneo (STEGMANN; KINDERMANN, 1982; HECK et al., 1985; JACOBS, 1986).

Como proposto por MADER; HECK e HOLLMANN (1978) para a determinação da velocidade individual correspondente a concentração sanguínea de lactato de 4 mM (LAn) na natação devemos submeter os testados a dois esforços de 400 metros nado *crawl* nas intensidades de 85 e 100% da velocidade máxima para essa distância, com um intervalo de 20 minutos entre um esforço e outro, e recuperação passiva. Nos minutos 1 e 3 após cada esforço são coletadas amostras sanguíneas para análise da concentração de lactato.

Além da determinação do LAn pelo lactato, estudos têm mostrado que o LAn pode ser determinado por meio de dosagens hormonais durante exercício progressivo (CHMURA; NAZAR; KACIUBA-USCILKO, 1994; PORT, 1991). Segundo PORT (1991), durante teste de esforço progressivo ocorre um aumento exponencial tanto no lactato sanguíneo quanto da concentração de cortisol no soro e na saliva quando intensidades de inflexão entre as curvas de lactato sanguíneo e adrenalina foram coincidentes durante exercício progressivo. A resposta de hormônios metabólicos está relacionada à mobilização de nutrientes circulantes, como efeito hiperglicemiante do glucagon e das catecolaminas (WILMORE; COSTILL, 1994), mostrando a possibilidade de determinação do LAn a partir da glicemia. Contudo a resposta da glicemia como possibilidade de determinação do LAn durante exercício de cargas progressivas ainda não foi investigada. O LAn tem sido determinado em pista por meio de diferentes protocolos (CHICHARRO; ARCE, 1991).

O estudo realizado por SIMÕES et al., (1998), objetivou comparar os valores de LAn determinado a partir do lactato em diferentes protocolos de pista e investigar a possibilidade de determinar o LAn a partir da glicemia em dois protocolos. Os indivíduos foram submetidos a quatro testes de corrida, que foram realizados em pista de atletismo (pista de carvão). Os testes realizados sempre no mesmo horário ao longo de uma semana, em diferentes dias, e tiveram sua ordem de aplicação randomizada (aleatória). Durante os testes a temperatura

variou entre 21 e 24 °C, e condições desfavoráveis como chuvas e pista molhada foram evitadas. O primeiro teste realizado foi Teste de 3.000 metros, neste teste o avaliado percorreu a distância no menor tempo possível para o cálculo da velocidade média de corrida (V_{m3Km}). Ao final do teste foi medida a Frequência Cardíaca (FC) e a lactacidemia. A determinação do Limiar Anaeróbio Individual por meio de dosagens lactacidêmicas (IAT) e glicêmicas ($<GlicIAT$). O LAn foi determinado neste protocolo, utilizando-se tanto de dosagens lactacidêmicas quanto glicêmicas. Para tanto os indivíduos realizaram um protocolo modificado das condições laboratorial propostas por STEGMANN; KINDERMANN e SCHANABEL (1981). O teste consistiu de oito séries de 800 metros em velocidades correspondentes a 84, 87, 89, 91, 93, 95, 97 e 102% da V_{m3Km} . O ritmo de corrida durante o teste foi controlado por estímulo sonoro a cada 100 metros. Ao final de cada série a FC foi medida e o tempo cronometrado. Durante 45 segundos de pausa entre as séries, sangue arterializado foi coletado para determinar o comportamento das curvas de lactacidemia e glicemia durante o teste. Ao final do teste, coletas de sangue foram realizadas a cada 3 minutos durante 12 minutos de recuperação, com o objetivo de determinar a cinética do lactato sanguíneo durante a recuperação. Apesar de utilizarmos estágios com distância fixa e não tempo fixo, a determinação do LAn pelo lactato seguiu o modelo comportamental proposto por STEGMANN; KINDERMANN e SCHANABEL (1981) e foi denominado IAT. A velocidade de corrida correspondente à menor glicemia durante o teste foi considerada com LAn determinado pela glicemia, tendo sido denominado como $<GlicIAT$. A FC correspondente a velocidade do IAT e $<GlicIAT$ foram consideradas como a FCIAT e FCIAT $<GlicIAT$ respectivamente.

Para a determinação do ponto de equilíbrio entre produção e remoção de lactato por meio de dosagens lactacidêmicas (Lacmin) e glicêmicas ($<GlicLacmin$). Foi aplicado um protocolo que consistiu de uma corrida de 500 metros à máxima intensidade com o objetivo de elevar os níveis de lactato sanguíneo; aos oito minutos de recuperação após esta indução de acidose láctica, foi iniciado teste progressivo constituído de seis séries de corrida de 800 metros rasos com 45 segundos de pausa. As intensidades correspondentes a estas séries de 800 metros foram 87, 89, 91, 93, 95 e 98% respectivamente da V_{m3Km} .

A FC foi monitorada após cada série, e sangue arterializado foi coletado aos sete minutos após a corrida de 500 metros e durante os 45 segundos de pausa entre cada série de 800 metros, para dosagens de lactato sanguíneo e glicemia.

Para a determinação da velocidade correspondente a 4 mmol.l^{-1} de lactato, onde o teste da velocidade de corrida correspondente à concentração fixa de 4 mmol.l^{-1} de lactato sanguíneo (Vel4mM) foi considerada como LAn. O teste consistiu de duas séries de corrida de 1.200 metros rasos, com 10 minutos de pausa entre as séries, a intensidade de 85 a 100% respectivamente da Vm3Km (SIMÕES et al., 1995). O ritmo da velocidade de cada série foi controlado por estímulos sonoros. Ao final de cada série de 1.200 metros, foi realizada coleta de sangue arterializado aos 1, 3 e 5 minutos de recuperação para dosagem do lactato. A Vel4mM foi determinada por interpolação linear entre a velocidade de corrida nas séries de 1.200 metros e seus respectivos valores de pico de lactato sanguíneo. A FC do LAn, também determinada por interpolação linear, foi considerada como a FC correspondente à determinação da Vel4mM para um único indivíduo.

Em todos os testes de determinação do LAn, as intensidades das séries foram entre 84 e 102% da Vm3Km. A utilização destas intensidades justifica-se em função de que em um estudo anterior (SIMÕES et al., 1996), foi verificado que a velocidade referente ao LAn para corredores fundistas corresponde à velocidade entre 92 e 94% da Vm3Km.

A metodologia utilizada neste estudo possibilitou a determinação do LAn a partir de cinco técnicas diferentes (três a partir do lactato e dois a partir da glicemia), em diferentes protocolos. As velocidades de corrida, bem como os incrementos de velocidade em cada estágio foram individuais, tendo em vista que foram utilizadas intensidades relativas à Vm3Km.

Já com relação a lactacidemia no momento do LAn, o teste do Lacmin evidenciou os valores mais altos entre as três técnicas de determinação pelo lactato. Teste estatístico de Friedman mostrou haver diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) para a concentração de lactato sanguíneo entre as técnicas utilizadas, e o procedimento de comparações múltiplas de Dunn evidenciou que as diferenças significativas foram entre os testes do Lacmin e IAT ($p < 0,05$), e entre o IAT e Vel4mM ($p < 0,05$).

Durante os teste do IAT e Lacmin, o comportamento da glicemia foi muito semelhante ao comportamento do lactato, na medida em que intensidades acima do LAn foram atingidas. Tal comportamento possibilitou determinar o LAn por meio de variáveis glicêmicas. O limiar anaeróbio determinado pela glicemia foi considerado como a intensidade de esforço correspondente ao ponto de menor valor glicêmico durante os testes de determinação do Lacmin e IAT.

Ao realizarmos uma análise comparativa entre os valores de velocidade de corrida e FC correspondentes ao LAn determinados pelas cinco técnicas utilizadas desse estudo, não foi verificada diferença estatisticamente significativa.

Existem diversos protocolos de determinação do LAn, mas pouco tem sido realizado nas mesmas condições em que o atleta realiza seus treinamentos e competições. Os três protocolos utilizados nesse estudo foram o Lacmin, IAT e Vel4Km, os quais utilizam dosagem de lactato sanguíneo e têm sido utilizados em pista (DENADAI; BALAKIAN, 1995; CAMPBELL et al., 1996; SIMÕES et al., 1996).

A realização desse estudo possibilitou a determinação do limiar anaeróbio de corredores fundistas em pista a partir da lactacidemia em qualquer dos protocolos estudados (IAT, LacMin e Vel4Km). E também foi possível determinar o limiar anaeróbio de corredores fundistas em pistas a partir do comportamento da glicemia em dois protocolos (<GlicIAT e <GlicLacmin). Contudo a validade desta nova técnica precisa ser melhor investigada, e futuras pesquisas deveriam ser realizadas no sentido de verificar exatamente quais são os mecanismos fisiológicos que determinam o comportamento da glicemia nestes testes.

4.3.2 Teste de Lactato mínimo (TLM)

TEGTBUR; BUSSE e BRAUMANN (1993) propuseram uma metodologia para identificar a velocidade equivalente à máxima fase estável de lactato sanguíneo. Nesta metodologia os sujeitos realizam primeiramente dois

esforços anaeróbios consecutivos na máxima intensidade, determinando uma grande elevação do lactato. Após oito minutos de descanso passivo, inicia-se um teste com intensidades progressivas. Com a realização das primeiras cargas, existe uma diminuição do lactato, até que se atinge um valor mínimo (lactato mínimo), a partir da qual começa a existir um novo aumento do lactato. TEGTBUR; BUSSE e BRAUMANN (1993) verificaram que a corrida realizada na intensidade de TLM, podia ser sustentada por 8 quilômetros sem acúmulo de lactato sanguíneo, enquanto que a corrida com apenas 0,7 quilômetros por hora acima desta intensidade, resultava em um significativo aumento de lactato, determinando que alguns sujeitos não completassem os 8 quilômetros. Ainda segundo os autores, o lactato mínimo corresponde à máxima intensidade de exercício, onde existe equilíbrio entre produção e remoção de lactato. No estudo, os autores relatam ainda que essa intensidade (lactato mínimo) correspondeu à velocidade equivalente a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL) para a maioria dos sujeitos. O protocolo proposto por TEGTBUR; BUSSE e BRAUMANN (1993) em função de suas características apresentou vários atrativos interessantes, possibilidade de uma avaliação anaeróbia e aeróbia em um só dia e protocolo; não é dependente da disponibilidade de substratos (glicogênio muscular) (CAMPBELL; SIMÕES; DENADAI, 1998a) e da concentração sanguínea de lactato antes do exercício incremental; a possibilidade de avaliação de esportes combinados (duathlon e triathlon) em uma única sessão (TEGTBUR; BUSSE; SCHRODER, 1994; HIGINO; DENADAI, 1998); grande objetividade (JONES; DOUST, 1998); excelente reprodutividade em teste de pista (CAMPBELL; SIMÕES; DENADAI, 1998b) e, principalmente a possibilidade de estimar-se individualmente a MFEL em uma só sessão de exercício (TEGTBUR; BUSSE; BRAUMANN, 1993; BACON; KERN, 1999; SIMÕES et al., 1999). Posteriormente, estudos realizados em diferentes laboratórios confirmaram a validade do TLM utilizando diferentes delineamentos experimentais. SIMÕES et al., (1999) verificaram em um estudo realizado com corredores de *endurance*, que a intensidade correspondente ao TLM determinada em pista de atletismo, não foi diferente da velocidade associada a 4mM, correspondendo a MFEL para a maioria dos sujeitos analisados.

Por outro lado, pouco tem analisado especificamente a correlação entre LA e a performance durante outras competições de triathlon (KOHRT; O'CONNER; SKINNER, 1989; O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER, 1989).

4.3.3 Máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL)

A intensidade de exercício correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL), que pode ser definida como a máxima intensidade de exercício de carga constante, onde se observa equilíbrio entre a taxa de liberação e remoção de lactato sanguíneo, tem sido bastante investigada (BENEKE; VON DUVILLARD, 1996; HECK et al., 1985; JONES; DOUST, 1998). Esta intensidade parece ser o limite superior onde ainda se observa estabilidade nas respostas metabólicas e nas trocas gasosas pulmonares (GAESSER; POOLE, 1996), sendo freqüentemente indicada para a prescrição do treinamento aeróbio, particularmente em atletas (KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; LONDEREE, 1986). A identificação da Máxima Fase Estável de Lactato se dá através da realização de 4-6 séries de exercícios de carga constante, preferencialmente em dias diferentes com 30 minutos de duração.

HECK et al., (1985) propuseram a identificação da MFEL com base em um único protocolo de carga progressiva, empregando uma concentração fixa de 4 mM, justificaram a utilização fixa de 4,0 mM em um dos seus estudos, onde encontraram correlação positiva ao comparar resultados em LAn obtidos em testes de cargas progressivas com o teste de MFEL. Embora alguns estudos tenham confirmado que a MFEL corresponde em média 4 mM (JONES; DOUST, 1998; SIMÕES et al., 1999), verificou-se uma variabilidade individual relativamente grande nestas concentrações (STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981). Além disso, outros estudos encontraram que este critério está sujeito à influência da disponibilidade de substratos (MAASSEN; BUSSE, 1989) e também ao tipo de exercício (BENEKE; VON DUVILLARD, 1996). Em

função disso, autores têm proposto protocolos incrementais que possam estimar a MFEL, sem a necessidade de vários exercícios submáximos.

Posteriormente, outros estudos realizados em corredores de *endurance* (SIMÕES et al., 1999) e jogadores de futebol (DENADAI; GOMIDE; GRECO, 2003) confirmaram a validade do Limiar Anaeróbio para estimar a MFEL durante a corrida.

Entretanto, BENEKE (1995) verificou em remadores com diferentes níveis de performance, que o Limiar Anaeróbio superestimou a MFEL. Diferenças na massa muscular envolvida nestes tipos de exercícios (corrida x remo) podem explicar em parte estes dados antagônicos.

Outro fator que pode influenciar na validade do Limiar Anaeróbio para estimar a MFEL é o nível de treinamento aeróbio dos indivíduos. Alguns estudos têm proposto que a concentração de lactato sanguíneo no Limiar Anaeróbio poderia diminuir com o aumento da performance aeróbia (SIMON et al., 1981).

O estudo realizado por FIGUEIRA e DENADAI (2004) com 9 ciclistas treinados, de idade $20,6 \pm 2,3$ anos, $69,1 \pm 9,9$ kg, $177,5 \pm 5,0$ cm, que tinham no mínimo 2 anos de envolvimento com o treinamento aeróbio. Objetivou analisar a validade do LAn para prever a intensidade de exercício correspondente a MFEL durante o ciclismo em indivíduos treinados. Teve como principal achado que o uso de uma concentração fixa de lactato apresentou validade para estimar a MFEL durante o ciclismo de indivíduos bem treinados. Cada voluntário realizou um teste incremental onde foram determinados o LAn e o IAT, e 2 a 4 testes de carga constante para determinar a MFEL em uma bicicleta de frenagem mecânica (Monark). A rotação do pedal foi mantida constante a 70 rpm durante todos os testes. O intervalo entre os testes foi de no mínimo 48 horas, com o protocolo todo durando de 10-15 dias. Os sujeitos foram orientados a virem para os testes descansados, alimentados e hidratados e a não realizarem esforços intensos nas últimas 48 horas, os testes foram realizados no mesmo local e horário do dia (± 2 horas). Os atletas foram submetidos a um teste contínuo e incremental, com carga inicial de 105 W e incrementos de 35 W a cada três minutos, até a exaustão voluntária. A frequência cardíaca (FC) foi anotada no final de cada carga e as amostras de sangue foram coletadas nos 20 segundos finais de cada estágio e no 10, 30, 50, 80, 120 minutos de recuperação passiva após a exaustão. O LAn foi

determinado por interpolação linear utilizando a concentração fixa de 3,5 mM de lactato sanguíneo (BENEKE, 2003). O LAn foi significativamente correlacionado com a MFEL.

4. 4 Predição da Performance em Provas de Triathlon

Inúmeros estudos têm procurado determinar variáveis fisiológicas que possam prever a performance de endurance na natação (SMITH et al., 1984; LAVOIE; MONTPETIT, 1986), ciclismo (COYLE, 1988; FARIA, 1992; COYLE; FELTNER; KAUTZ, 1991; COYLE, 1995) e corrida (DANIELS, 1974; FARREL et al., 1979; POWERS et al., 1983; SJODEN; SVENDENHAG, 1985). Apesar de encontrarmos um considerável número de estudos que indagam sobre as respostas fisiológicas para intensidades de exercícios físicos inerentes ao triathlon *Iron Man* (O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER 1995; SPEEDY et al., 1999; LAURSEN; RHODES; LANGILL, 2000; LAURSEN; RHODES, 2001), relativamente pequena informação está disponível referente à longa intensidade de exercício que pode ser mantida para eventos de múltiplos componentes (O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER 1989; O'TOOLE; DOUGLAS; HILLER 1998; LAURSEN; RHODES, 2001).

O estudo realizado por BALAKIAN e DENADAI (1994) com seis triatletas durante uma prova de *short triathlon* (750 metros de natação, 20 quilômetros de ciclismo e 5 quilômetros de corrida), cujo objetivo foi determinar a correlação entre Limiar Anaeróbio (LAn) a performance e, comparar a velocidade correspondente ao LAn na natação, ciclismo e corrida, com a velocidade média destas provas durante o *short triathlon*. Todos os participantes do estudo são atletas que realizam um programa de treinamento da modalidade, todos do sexo masculino, com idades entre 17 e 26 anos. As velocidades da natação, ciclismo e corrida foram calculadas sem o tempo necessário para a transição entre os eventos. Na natação para determinação do limiar anaeróbio os sujeitos da pesquisa foram submetidos a um protocolo similar ao proposto por MADER; HECK e HOLLMANN (1978) onde realizaram três tiros de 200 metros de natação, respectivamente a 85, 90 e 95% da velocidade máxima para o percurso, com 20

minutos de pausa entre um tiro e outro. Para a corrida realizaram três tiros de 1.200 metros, respectivamente a 85, 90 e 95% da velocidade máxima para o percurso com 20 minutos de pausa entre um tiro e outro. E o teste de ciclismo foi constituído por três tiros de 2.400 metros, respectivamente a 85, 90 e 95% da velocidade máxima para o percurso com 20 minutos de pausa entre cada tiro. A velocidade máxima foi determinada solicitando-se para que o indivíduo realizasse a respectiva distância (200m (natação), 1200m (corrida) e 2400m (ciclismo)) no menor tempo possível. Após 1, 3 e 5 minutos do final de cada tiro de todos os testes (natação, corrida e ciclismo) foram coletados do lóbulo da orelha 25 μ l de sangue para medição do lactato plasmático (YSL 2300 STAT). Para a determinação do Limiar Anaeróbio foi considerada apenas a mais alta concentração de lactato encontrada das três amostras realizadas em cada tiro. Deste modo, para cada tiro foram determinadas a velocidade média e sua respectiva concentração de lactato e, por interpolação linear, foi calculada a velocidade correspondente a 4 mM de lactato (Limiar Anaeróbio). O grande achado do estudo foi que houve correlação significativa entre a velocidade do Limiar Anaeróbio na natação, ciclismo e corrida e o tempo no percurso em cada evento ($r = -0,98$, $r = -0,90$ e $r = -0,89$) respectivamente. Os resultados encontrados comparados com estudos anteriores sugerem que o LAn é uma variável capaz de prever a performance em provas de triathlon de curta distância (*short triathlon*) com 750 metros de natação, 20 quilômetros de ciclismo e 5 quilômetros de corrida e provas com distâncias um pouco acima do triathlon olímpico (1.9 quilômetros natação, 90.3 quilômetros de ciclismo e 21.1 quilômetros de corrida), sendo portanto um índice fundamental para a seleção do treinamento de triatletas que irão competir nestas provas. Esses resultados sugerem que a periodização do treinamento para esse tipo de prova deve conter ações que objetivem a melhora do LAn, contribuindo assim para o aumento do rendimento.

SCHUYLENBERGH; EYNDE e HESPEL (2004) realizaram um estudo com 10 estudantes de educação física homens, idade de $21,9 \pm 0,3$ anos, 179 ± 2 cm e $67,5 \pm 2,5$ kg. Todos eram praticantes de triathlon há pelo menos 1 ano e tinham participado de pelo menos três competições de triathlon. O propósito do estudo era avaliar o desempenho no triathlon de curta distância relacionando-o

com os testes de laboratório, identificando a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFEL). Segundo BENEKE e VON DUVILLARD, 1996; BENEKE; LEITHAUSER e HUTLER (2001) a máxima fase estável de lactato é presumivelmente específica ao tipo de exercício. Assim os voluntários foram submetidos a testes para determinar a MFEL na natação, ciclismo e corrida. O período de testes foi de 3 semanas sendo que nesse período realizaram de 8 a 11 testes. Além disso, para uma melhora da reposição de carboidratos os atletas foram instruídos para aumentarem na sua dieta a ingestão de carboidratos durante esse período, e entre 2 e 3 horas antes dos testes eles receberam uma suplementação rica em carboidratos (1.500 kcal, sendo 85% carboidrato, 10% de proteína e 5% de gordura). Os dois primeiros testes foram exercícios incrementais em cicloergômetro e esteira, para determinar o $VO_2\text{max}$ do ciclismo e corrida. Em seguida executaram de 6 a 9 tipos de exercícios (2 a 3 testes por disciplina esportiva (natação, ciclismo e corrida)) de 30 minutos a uma intensidade constante, para determinar a máxima fase estável de lactato sanguíneo para a natação, ciclismo e corrida. A temperatura ambiente do laboratório era de 19°C, os testes de natação foram realizados em piscina de 25 metros com a temperatura da água em 27°C. Os testes graduados, de ciclismo e corrida realizados conduziram os participantes a um esgotamento físico voluntário, os testes de ciclismo foram realizados com a própria bicicleta de cada um, adaptada a um ergômetro freado (Avantronic Recordtrainer, Leipzig, Alemanha), tudo com objetivo de extrair o melhor desempenho durante os testes. Depois de 20 minutos pedalando numa intensidade de 100 W, foram feitos incrementos na carga de 2/3 do peso corporal expressos em watts, para um período de esforço de 6 minutos. A corrida foi realizada em esteira (Woodway ELG2, Weil am Rhein, Alemanha), que foi calibrada antes da realização da pesquisa, a rampa estava fixa em 1% de inclinação, para simular as condições de correntes ao ar livre (HECK, et al., 1985), a velocidade de 2,5 m.s⁻¹ para 20 minutos com incremento de 0,5 m.s⁻¹ para um tempo total de 6 minutos. Durante todos os testes de ciclismo e corrida foram monitorados continuamente os dados de $VO_2\text{max}$, produção de CO₂ (Jaeger Oxycon Alfa, Hoechberg), frequência cardíaca (FC) (Polar, Kempele, Finlândia), e ao final dos testes (3º minuto) foram coletadas amostras sanguíneas para análise da hiperlactacidemia (Analox LM07, Londres, Reino Unido) dos

voluntários. Nos testes de carga constante, cada tentativa de identificar a MFEL o exercício começava entre 120-130 da FC (natação e ciclismo) e entre 135-145 da FC para a corrida, todos foram instruídos a manter a maior velocidade constante para 30 minutos. A velocidade encontrada entre 100 e 200 metros da primeira tentativa da natação foi utilizada pelos atletas como o ritmo durante o teste. Tanto para o ciclismo como para a corrida a MFEL (determinada na fase dos testes de exercícios graduados) foi utilizada para determinar a velocidade na primeira tentativa e esta correspondia a uma velocidade de 4-mmol.l^{-1} . Foram coletadas amostras de sangue durante o intervalo de 10 minutos. Para as próximas cargas de trabalho (ciclismo) e velocidade (natação e corrida) as tentativas eram ajustadas para se atingir a MFEL. Assim, se a concentração de lactato sanguíneo encontrada fosse menor ou estável, a intensidade de exercício era aumentada entre 10-20 watt para o ciclismo, e entre $0,1\text{-}0,25\text{ m.s}^{-1}$ para a corrida e $0,01\text{-}0,06\text{ m.s}^{-1}$ para a natação. A MFEL foi definida como a mais alta concentração de lactato sanguíneo que não sofreu alteração maior que 1.0 mmol.l^{-1} durante os 20 min final do teste de 30 minutos de carga constante (HECK, et al., 1985). Se este critério não fosse suficiente para identificar a MFEL em uma das disciplinas, um teste adicional seria executado. Duas semanas depois do último teste de laboratório todos os voluntários participaram do campeonato nacional de triathlon universitário. A prova consistia de 500 metros de natação, 20 quilômetros de ciclismo e 5 quilômetros de corrida. O principal objetivo do estudo é verificar se o triathlon de curta distância pode ser predito através de testes de laboratório e se as intensidades de exercícios realizados durante os testes correspondia a MFEL para a natação, ciclismo e corrida. Os dados obtidos pelo presente estudo demonstram que a MFEL é uma ferramenta muito precisa para estimar a performance para o triathlon de curta distância. A velocidade de corrida encontrada pela MFEL foi apontada como o fator mais importante para prever a performance do triathlon, compatível com outras observações feitas por LANDERS et al., (2000) onde o desempenho da corrida é a variável mais importante para determinar a performance de atletas de triathlon durante uma competição de triathlon olímpico. Esse achado é compatível com o estudo que indicou o desempenho da corrida como sendo o principal determinante para o sucesso em competições de alto nível de triathlon de curta distância (MIURA;

KITAGAWA; ISHIKO, 1997; ZHOU et al., 1997; SCHABORT et al., 2000). Ainda no estudo de SCHUYLENBERGH; EYNDE e HESPEL (2004) também foram encontradas alta correlação entre o VO_2 max e o tempo final da prova de triathlon. Porém, devemos levar em consideração as seguintes observações que indicam que os atletas, que se exercitam em uma intensidade submáxima tem desempenho superior ao dos atletas que treinam levando em consideração o VO_2 max com parâmetro para regular a intensidade de treinamento (LUCIA et al., 1998; DEMARLE et al., 2001). Outra consideração a ser feita é que os voluntários do estudo eram estudantes de educação física (padrão de treinamento não específico para a modalidade) e não atletas de elite de triathlon, o que pode explicar também o fato da alta correlação encontrada entre VO_2 max e o tempo final da prova. Em conclusão, os dados que foram encontrados na prova de triathlon de curta distância que foi utilizada para predizer o desempenho de atletas moderadamente treinados podem ser justamente preditos através de testes de carga constante, que determinam a intensidade de exercício correspondente a MFEL para a corrida e natação. Além disso, as taxas de lactato encontradas durante a natação, ciclismo e corrida para determinar a MFEL são muito diferentes para um mesmo indivíduo. Assim, se essas taxas de concentração de lactato forem utilizadas para monitorar a intensidade de treinamento, deve-se adequar uma simulação de prova e não envolver testes separados de natação, ciclismo e corrida.

5 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos pelos estudos investigados, conclui-se que o triathlon envolve várias características peculiares no que diz respeito a sua prática e treinamento. As variáveis antropométricas e fisiológicas parecem apresentar significativa contribuição para esse esporte, sendo necessário uma atenção especial a essas variáveis na prática desse esporte para o rendimento esportivo.

5 REFERÊNCIAS

ACKLAND, J; DOWNEY, B. Unpublished. **Performance Lab**, Auckland, 1998.

ACKLAND, J. Precision training. **Auckland:Reed**, 1998.

ALBRECHT, T. J; FOSTER, U. L; DICKINSON A. L. Triathletes: exercise parameters measured during bicycle, swim bench, and treadmill testing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 18:S86, 1986.

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. Tratado de fisiologia do esforço. **Interamericana**. Rio de Janeiro, 2 ed, 1980.

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. New York , 3 ed, **McGraw-Hill**, 1986.

BACON, L.; KERN, M. Evaluating a test protocol for predicting maximum lactate steady state. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. Turin, v. 39, p. 300-308, 1999.

BALAKIAN, P. J.; DENADAI, B. S. Relação entre limiar anaeróbio e performance no *short triathlon*. In: **Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**. São Caetano do Sul, 1994.

BALSOM, P.D.; HELLSTEN-WESTING, Y.; NORMAN, B.; SJODIN, B. The effect of high-intensity training on purine metabolism in man. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 149, n. 4, p. 405-412, 1993.

BASSET, D.; FLOHR, J.; DUEY, W.; HOWLEY, E.; PEIN, R. Metabolic responses to drafting during front crawl swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23, p. 744-747, 1991.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n. 6, p. 863-867, 1995.

BENEKE, R.; VON DUVILLARD, S. P. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, p. 241-246, 1996.

BENEKE, R.; LEITHAUSER, R. M.; HUTLER, M. Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. **Br J Sports Med**, v. 35, 192-196, 2001.

BENEKE, R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, p. 361-369, 2003.

BOOTH, F. W.; THOMASON, B. D. Molecular and cellular adaptation of muscle in response to exercise: perspectives of various models. **Physiological Review**, v. 71, p. 541-585, 1991.

BROOKS, G. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, p. 22-31, 1985.

BUNC, V.; HELLER, J.; HORCIC, J.; NOVOTNY, J. Physiological profile of best Czech male and female young triathletes. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 36, p. 265-270, 1996.

BURKE, E. R. Physiological characteristics of competitive cyclists. **Phys Sports Med**, v. 8, p. 69-74, 1980.

BURKE, L. M.; READ, R. S. D. Diet patterns of elite Australian male triathletes, **Phys Sports Med**, v. 15, p. 140-155, 1987.

BUSKIRK, E. R.; PUHL, S. Nutritional beverages: exercise and sport. In: Hickson, J. F.; Wolinsky, I., eds: **Nutrition in exercise and sport**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1989.

BUTTS, N. K.; HENRY, B. A.; McLEAN, D. Correlations between VO_2 max and performance times of recreational triathletes. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 31, p. 339-344, 1991.

CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. S.; KOKUBUN, E.; BALDISSERA, V.; DENADAI, B. S. Reproducibility of individual anaerobic threshold (IAT) and lactate minimum (LM) in track test. In: **International Pre-Olympic Scientific Congress**, Dallas, 1996. Abstract's Book. Dallas, International Council of Sports Science and Physical Education, p. 114, 1996.

CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. S.; DENADAI, B. S. Influence of glucose and caffeine administration on identification of maximal lactate steady state. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, p. s327, Madison, 1998a.

CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. S.; DENADAI, B. S. Reprodutividade do Limiar Anaeróbico Individual (IAT) e lactato mínimo (LM) determinados em testes de pista. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. Londrina, v. 3, p. 24-36, 1998b.

CARVALHO, E. B. O. Triathlon Olímpico. **Editora Sprint**. Rio de Janeiro, 1995.

CHATARD, J. D.; CHOLLET, D.; MILLET, G. Effects of draft swimming on performance and drag. In: **8th International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming**. Hong Kong: Hong Kong Olympic Academy, 1998.

CHEN, J.; GOLLNICK, P. D. Effect of exercise on hexokinase distribution and mitochondrial respiration in skeletal muscle. **European Journal of Physiology**, v. 427, p. 257-263, 1994.

CHICHARRO, J. L.; ARCE, J. C. L. Umbral anaerobio bases fisiologicas y aplicacion. **Interamericana**, Madrid, 1991.

CHMURA, J.; NAZAR, K.; KACIUBA-USCILKO, H. Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamine threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 15, p. 172-176, 1994.

COSTA, J. M. P.; KOKUBUN, E. Lactato sanguíneo em provas combinadas e isoladas do triathlon: possíveis implicações para o treinamento. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 9, 1995.

COSTILL, D. L. Metabolic responses during distance running. **Journal of Applied Physiology**, v. 28, p. 251-255, 1970.

COSTILL, D. L.; BOWERS, R.; KRAMMER, W. F. Skinfold estimantes of body fat among marathon runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 2, p. 93-95, 1970.

COYLE, E. F et al. Determinants of endurance well-trained cyclists. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, p. 2622-2630, 1988.

COYLE, E. F.; FELTNER, M. A.; KAUTZ, S. A. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23, p. 93-107, 1991.

COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise Sports Science Rev**, v. 23, p. 25-63, 1995.

DANIELS, J. Physiological characteristics of champion male athletes. **Res Q**, v. 43, p. 342-348, 1974.

DANIELS, J. A Physiologists view of running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, p. 332-338, 1985.

DANTAS, E. H. M. A prática da preparação física. **Shape**. Rio de Janeiro, 4 ed, 1995.

DAVIES, C. T. M.; THOMPSON, M. W. Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes. **J Appl Physiol**, v. 41, p. 233-245, 1979.

DAVIS, J. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, n. 1, p. 6-18, 1985.

DETRICK, R. W. Physiological responses of typical versus heavy weight triathletes to treadmill and bicycle exercise. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 31, p. 367-375, 1991.

DELISTRATY, D. A.; NOBLE, B. J.; WILKINSON, J. G. Treadmill and swim bench ergometry in triathletes, runners and swimmers. **Journal Applied Sport Science Res**, v. 4, p. 31-36, 1990.

DENADAI, B. S.; BALIKIAN J. P. Relação entre limiar anaeróbio e performance no *short triathlon*, **Revista Paulista de Educação Física**, v.9, n. 1, p.10-15, 1995.

DENADAI, B. S. Avaliação aeróbia – Determinação Indireta da Resposta do Lactato Sanguíneo. **Motriz**. Rio Claro, São Paulo, 2000.

DENADAI, B. S.; GOMIDE, E.; GRECO, C.C. Validity of critical velocity to determine the maximal lactate steady state in soccer player. [5th **World Congress On Science And Football**]. Lisboa, Portugal, 2003.

DEMARLE, A. P.; SLAWINSKI, J. J.; LAFFITE, L. P.; BOCQUET, V. G.; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. L. Decrease of O₂ deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training. **J Appl Physiol**, v. 90, p. 947-953, 2001.

DE VITO, G.; BERNARDI, M.; SPROIERO, E.; FIGURA, F. Decrease in endurance performance during Olympic Triathlon. **International Journal Sports Medicine**, v. 16, p. 24-28, 1995.

DOMINGUES, Luiz Antonio. Triathlon. **Editora Sprint**. Rio de Janeiro – 1995.

DONOVAN, C. M.; BROOKS, G. A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **Am J Physiol**, v. 244, p. E83-E92, 1983.

FARIA, I. E. Energy expenditure, aerodynamics and medical problems in cycling. **Sports Medicine**, v. 14, p. 43-63, 1992.

FARREL, P. A. et al. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 11, p. 338-344, 1979.

FIGUEIRA, T. R.; DENADAI, B. S. Relações entre o limiar anaeróbio, limiar anaeróbio individual e máxima fase estável de lactato em ciclistas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, n. 2, p. 91-95, 2004.

FOLEY, J. P.; BIRD, S. R.; WHITE, J. A. Anthropometric comparison of cyclists from different events. **Br J Sports Med**, v. 23, p. 30-33, 1989.

FOX, E. L.; MATHEWS, D. K. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. **Interamericana**. Rio de Janeiro, 3 ed, 1983.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen uptake kinetics in human. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v. 24, p. 35-70, 1996.

GARRET, W. E.; KIRKENDALL, D. T. Exercise and Sports Science. **Lippincott Williams e Wilkins**. Philadelphia, EUA, 2000.

GOLLNICK, P. D. Metabolism of substrates: energy substrate metabolism during exercise and as modified by training. **Fed Proc**, v. 44, p. 353-357, 1985.

HAUSSWIRTH, C.; BIGARD, A. X.; GUEZENNEX, C. Y. Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. **International Journal Sports Medicine**, v. 18, p. 276-280, 1997.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal Sports Medicine**, v. 6, p.117-130, 1985.

HAGBURG, J. M.; MULLIN, J. P.; BAHRKE, M.; LIMBURG, J. Physiological profiles and selected psychological characteristics of national class American Cyclists. **J Sports Med**, v. 19, p. 341-346, 1979.

HELLEMANS, J. Triathlon: a complete guide for training and racing. **Auckland: Reed**, 1993.

HETLAND, M. L.; HAARBO, J.; CHRISTIANSEN, C. Regional body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Relation to training, sex hormones, and serum lipids in male long-distance runners. **Scand J Med Sci Sports**, v. 8, p. 102-108, 1998.

HIGINO, W. P.; DENADAI, B. S. Efeito da utilização de diferentes tipos de exercícios para indução do acúmulo de lactato na determinação da intensidade de esforço correspondente ao lactato mínimo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 4, p. 143-146, 1998.

HOLLMANN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, p. 109-116, 1985.

HOLLMANN, W.; PRINZ, J. P. Ergospirometry and its history. **Sports Medicine**, v. 23, p. 93-105, 1997.

HOLLOSZY, J. Biochemical adaptations to exercise: aerobic metabolism. **Exercise Sport Science Rev**, v. 1, p. 45-71, 1973.

HOLLOSZY, J. O. Adaptation of skeletal muscle to endurance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 7, p. 155-164, 1975.

HOLLOSZY, J. O.; COYLE, E. F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology**, v. 56, p. 831-838, 1984.

HOLLY, R. G.; BERNARD, R. J.; ROSENTHAL, M.; APPLGATE, PRITIKIN, N. Triathlete characterisation and response to prolonged strenuous competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 18, p. 123-127, 1986.

HOPKINS, W. G. New guidelines for hard training. **NZ Coach**, v. 2, p. 16-20, 1993.

HUE, O.; LE GALLAIS, D.; CHOLLET, D.; BOUSSANA, A.; PREFAUT, C. The influence of prior cycling on biomechanical and cardiorespiratory response profiles during in triathletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 77, p. 98-105, 1998.

JACOBS, I. Blood lactate: implications for training and sports performance. **Sports Medicine**, v. 3, p. 10-25, 1986.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, p. 1304-1013, 1998.

KARLSSON, J.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a theoretical conception. **International Journal of Sports Medicine**, v. 3, p. 190-201, 1982.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 42, p. 25-34, 1979.

KOVRT, W. M.; O'CONNOR, J. S.; SKINNER, J. S. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling and running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 21, p. 569-575, 1989.

KORKIA, P. K.; TUNSTALL-PEDOE, D. S.; MAFFULLI, N. An epidemiological investigation of training and injury patterns in British triathletes. **Br J Sports Med**, v. 28, p. 191-196, 1994.

KREIDER, R. B.; BOONE, T.; THOMPSON, W. R.; BURKES, S.; CORTES, C. W. Cardiovascular and thermal responses of triathlon performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, p. 385-390, 1988.

LANDERS, G. J.; BLANKSBY, B. A.; ACKLAND, T. R.; SMITH, D. Morphology and performance of world championship triathletes. **Ann Hum Biol**, v. 27, p. 387-400, 2000.

LAURESON, N. M.; FULCHER, K. Y.; KORKIA, P. Physiological characteristics of elite and club level female triathletes during running. **International Journal Sports Medicine**, v. 14, p. 445-459, 1993.

LAURSEN, P. B.; RHODES, E. C.; LANGILL, R. H. The effects of 3.000m swimming on subsequent 3 h cycling performance: implications for ultraendurance triathletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 83, p. 28-33, 2000.

LAURSEN, P. B.; RHODES, E. C. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. **Sports Med**, v. 31, 195-209, 2001.

LAVOIE, J. M.; MONTPETIT, R. R. Applied physiology of swimming. **Sports Medicine**, v. 3, p. 165-189, 1986.

LEAKE C. N.; CARTER, J. E. L. Comparison of body composition and somatotype of trained female triathletes. **Journal Sports Science**, v. 9, p. 125-135, 1991.

LONDEREE, B. The use of laboratory test results with long distance runners. **Sports Medicine**, v. 3, p. 201-213, 1986.

LOFTIN, M.; WARREN, B. L.; ZINGRAF, S. A. Peak physiological function and performance of recreational triathletes. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 28, p. 330-335, 1998.

LUCIA, A.; PARDO, J.; DURÁNTEZ, A.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J. L. Physiological differences between professional and elite road cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, v. 19, p. 342-348, 1998.

MAASSEN, N.; BUSSE, M. W. The relationship between lactic acid and work load – a measure for endurance capacity or an indicator of carbohydrate deficiency?. **European Journal of Applied Physiology**, v. 58, p. 728-37, 1989.

MADER; A.; HECK, H.; HOLLMANN, W. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers. **Axer Physiology**, v. 4, p. 187-94, 1978.

MADER, A.; HECK, H. A theory of metabolic origin of “Anaerobic Threshold”. **International Journal of Sports Medicine**, v. 7, p. 45-65, 1986.

MARTIN, D. E.; VROON, D. H.; MAY, D. F.; PLIBEAM, S. P. Physiological changes in elite male distance runners training. **Physiology Sports Medicine**, v. 14, p. 152-171, 1986.

McNAUGHTON, L. R. Plasma volume responses associated with a sprint triathlon in novice triathletes. **International Journal Sports Medicine**, v. 10, p. 161-164, 1989.

MILLARD-STAFFORD, M.; SPARLING, P. B.; ROSSKOPF, L. B. Differences in peak physiological responses during running, cycling and swimming. **Journal Applied Sport Science Res**, v. 5, p. 213-218, 1991.

MILLET, G. P.; CANDAU, R. B.; BARBIER, B.; BUSO, T.; ROUILLON, J. D.; CHATARD, J. C. Modelling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. **International Journal Sports Medicine**, v. 23, p. 55-63, 2002.

MIURA, H.; KITAGAWA, K.; ISHIKO, T. Economy during a simulated laboratory test triathlon is highly related to Olympic distance triathlon. **International Journal Sports Medicine**, v. 18, p. 276-280, 1997.

MURRAY, R. Fluid needs in hot and cold environments. **International Journal Sports Nutr**, v. 5, S:62- S73, 1995.

NEUMANN, G. Cycling. In: Shephard RJ, Astrand P-O, eds. **Endurance in Sport**. Oxford: Blackwell, p. 582-596, 1992.

OLIVEIRA, F. R.; GAGLIARD, J. F. L.; KISS, M. A. P. D. Proposta de referência para prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 8, n. 2, p. 68-76, 1994.

O'TOOLE, M. L.; HILLER, W. D. B.; CROSBY, L. O.; DOUGLAS, P. S. The ultraendurance triathlete: a physiological profile. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 19, p. 45-50, 1987.

O'TOOLE, M. L.; DOUGLAS, P. S.; HILLER, W. D. B. Applied physiology of triathlon. . **Sports Medicine**, v.8, n., 4, p. 201-225, 1989.

O'TOOLE, M. L.; DOUGLAS, P. S.; HILLER, W. D. B. Lactate, oxygen uptake, and cycling performance in triathletes. **International Journal Sports Medicine**, v. 10, p. 413-448, 1989.

O'TOOLE, M. L.; DOUGLAS, P. S.; HILLER, W. D. B. Applied physiology of triathlon. **Sports Medicine**, v.19, n. 4, p. 251-267, 1995.

O'TOOLE, M. L.; DOUGLAS, P. S.; HILLER, W. D. B. Use of heart rate monitors by endurance athletes: lessons from triathletes. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 38, 181-187, 1998.

PANAMERICAN TRIATHLON CONFEDERACION, Manual de Entrenamiento de Triatlón nivel I, México, 2004.

PEREIRA, J. G. A transição aeróbia-anaeróbia: sua importância na prescrição e controle do treino. **Treino Desportivo**, v. 11, p. 44-46, 1989.

PICKARD, R. **Unpublished data**, Triathlon Austrália, 1995.

PLISK, S. S. Anaerobic metabolic conditioning: a brief review of theory, strategy and practical application. **Journal of Applied Sport Science Research**, v. 5, p. 22-34, 1991.

POLLACK, M. L. Characteristics of elite class distance runners. **Ann NY Acad Sci**, v. 301, p. 278-282, 1977.

PORT, K. Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing. **International Journal of Sports Medicine**, v. 12, p. 490-494, 1991.

POWERS, S. K et al. Ventilatory threshold, running economy, and distance running performance of trained athletes. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 54, p. 179-182, 1983.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Exercise physiology: theory and application to fitness and performance. **Dubuque, IA: Brown WC Pub**, 1990.

PYNE, D. B.; BAKER, M. S.; FRICKER, P. A.; McDONALD, W. A.; TELFORD, R. D.; WEIDEMANN, M. J. Effects of an intensive 12-wk training program by elite swimmers on neutrophil oxidative activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, p. 536-542, 1995.

RIBEIRO, J. P.; YANG, J.; ADAMS, R. P.; KUCA, B.; KNUTTEN, H. G. Effect different incremental exercise protocols on determination of lactate and ventilatory thresholds. **Brazilian Journal of Medical Biology Research**, v. 19, p. 109-117, 1986.

RIBEIRO, L. F. P.; GALDINO, R.; BALAKIAN, P. Resposta lactacidêmica de nadadores e triatletas em função da utilização de “esteira” durante natação em velocidade correspondente ao limiar anaeróbio. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 15, n. 1, p. 55-62, 2001.

ROBERTS, D.; SMITH, D. J. Biochemical aspects of peripheral muscle fatigue: a review. **Sports Medicine**, n. 7, p. 125-138, 1989.

ROALSTAD, M. S. Physiologic testing of the ultraendurance triathlete. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p. S200-S204, 1989.

SCHABORT, E. J.; KILLIAN, S. C.; ST CLAIR, G. A.; HAWLEY, J. A.; NOAKES, T. D. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, p. 844-849, 2000.

SCHUETZ, W.; TRAEGER, K.; ANHAEUPL, T.; SCHANDA, S.; RAGER, C.; VOGT, J.; GEORGIEFF, M. Adjustment of metabolism, catecholamines and β -adrenoceptors to 90 min of cycle ergometry. **European Journal of Applied Physiology**, v. 70, p. 81-87, 1995.

SCHUYLENBERGH, R. V.; EYNDE, B. V.; HESPEL, P. Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, p. 94-99, 2004.

SHALIN, K.; HEHRİKSSON, J. Buffer capacity and lactate accumulation in skeletal muscle of trained and untrained men. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 122, p. 331-339, 1984.

SHEPARD, R. J. Maximal oxygen intake. In: Shepard, R. J.; Astrand, P-O, eds. **Endurance in sport**, Oxford: Blackwell, p. 192-200, 1992.

SJODEN, B., JACOBS, I. Onset of blood accumulation and marathon running performance. **International Journal Sports Medicine**, v. 2; p.23-26, 1981.

SIMÕES, H. G.; DENADAI, B. S.; KOKUBUN, E.; BALDISSERA, V. Comparação entre protocolos de determinação do limiar anaeróbio para corredores fundistas. In: **Simpósio Paulista de Educação Física**, v. 5, Rio Claro, 1995. Anais. Rio Claro, UNESP, p. 42, 1995.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, C. S. G.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V. Comparison between 4 mmol.l^{-1} lactate and individual anaerobic threshold velocity in track test. In: **International Pre-Olympic Scientific Congress**, Dallas, 1996. Abstract's Book. Dallas, International Council of Sports Science and Physical Education, p. 119, 1996.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, C. S. G.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens

glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. **Revista Paulista de Educação Física**, v, 12, p. 17-30, 1998.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, C. S. G.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V. Blood glucose responses in human mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track teste. **European Journal of Applied Physiology**. v. 80, p. 34-40, 1999.

SIMON, G.; BERG, A.; DICCKHUTH, H.; SIMON-ALT, A.; KEUL, J. Determination of anaerobic threshold depending on age and performance capacity. **Dtsch Z Sportmed**, v. 32, p. 7-14, 1981.

SJODEN, B.; SVENDENHAG, J. Applied Physiology of marathon running. **Sports Medicine**, v.2, p. 83-99, 1985.

SLEIVERT, G. S.; WENGER, H. A. Physiological predictors of short-course triathlon performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, p. 871-876, 1993.

SLEIVERT, G. G.; ROWLANDS, D. S. Physical and physiological factors associated with success in triathlon. **Sports Medicine**, v. 19, p. 45-50, 1996.

SMITH, B. W. et al. A comparasion of the anaerobic threshold of sprint and endurance trained swimmers. **Journal of Sports Medicine**, v. 24, p. 94-98, 1984.

SPEEDY, D. B.; NOAKES, T. D.; ROGERS, I. R.; THOMPSON, J. M.; CAMPBELL, R. G.; KUTTNER, J. A.; BOSWEEL, D. R.; WRIGHT, S.; HAMLIN, M. Hyponatremia in ultradistance triathletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, p. 809-815, 1999.

SPRYNAROVA, S.; PARIZKOVA, J. Functional capacity and body composition in top wegihtlifters, swimmers, runners and skiers. **Int Z Angew Physiol**, v. 29, p. 184-194, 1971.

SPURGEON, J. H.; SARGENT, R. G. Measures of physique and nutrition on outstanding male swimmers. **Report. College of Health and Physical Education**, University of South Carolina, Columbia, 1977.

SPURWAY, N. C. Aerobic Exercise, anaerobic exercise and the lactate threshold. **Br Med Bull**, v. 48, p. 569-591, 1992.

STAGER, J. M.; CORDIAN, L. Relationship of body composition to swimming performance in female swimmers. **J Swim Res**, v. 1, p. 21-26, 1984.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHANABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold, **International Journal Sports Medicine**, v. 2, p.160-165, 1981.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and fixed anaerobic threshold of 4 mmol.l⁻¹ lactate. **International Journal of Sports Medicine**, v. 3, p. 105-110, 1982.

TABATA, I.; KAWANAKA, K.; KATSUTA, S.; HIGUCHI, M. Changes in insulin-stimulated glucose transport and GLUT-4 protein in rat skeletal muscle after training. **Journal Applied Physiology**, v. 83, n. 6, p. 2043-2047, 1997.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K. M. Estimation of and individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, p. 620-27, 1993.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; SCHRODER, P. Triathlon – triple-test swimming, cycling and running in one test. **International Journal of Sports Medicine**. Stuttgart, v. 15, p. 15, 1994.

TERJUNG, R. L. Muscle fiber involvement during training of different intensities and durations. **Am J Physiol**, v. 230, p. 946-950, 1976.

TITTEL, K.; WUTSHERK, H. Anatomical and anthropometric fundamentals of endurance. In: Shephard RJ, Astrand P-O, eds. **Endurance in sport**. Oxford: Blackwell, p. 35-45, 1992.

TOKMAKIDIS, P. S.; LÉGER, A. L.; PILIANIDIS, C. T. Failure to obtain a unique threshold on the blood lactate concentration curve during exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 77, p. 333-342, 1998.

TOUSSAINT, H. M. Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 22, p. 409-415, 1990.

TOWN, G. P. Science of Triathlon Training and Competition. **Human Kinetics Publishers**, 1988.

TRAVILL, A. L.; CARTER, J. E. L.; DOLAN, K. P. Anthropometric characteristics of elite male triathletes. In: Bell FI, Van Gyn GH, eds. **Proceedings of the 10th Commonwealth and International Scientific Congress**. Access to active living. Victoria, Canada: University of Victoria, p. 340-343, 1994.

URHAUSEN, A.; COEN, B.; WEILER, B.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. **International Journal Sports Medicine**, v. 14, n. 3, p. 134-139, 1993.

VLECK, V. E.; GARBUTT, G. Injury and training characteristics of male elite, development squad, and club triathletes. **International Journal Sports Medicine**, v. 19, p. 38-42, 1998.

WASSERMAN, K.; McLLORY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal Cardiology**, v. 14, p. 844-852, 1964.

WASSERMAN, K.;WHIPO, B.; KOYLE, S.; BEAVER, W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 35, n. 2, p. 236-243, 1973.

WELLS, C. L.; PATE, R. R. Training for performance of prolonged exercise. In: Lamb D, Murry, R, eds. **Perspectives in exercise science and sports medicine, prolonged exercise**. Indianapolis, Indiana, Benchmark Press, v. 1, p. 357-391, 1988.

WELTMAN, A.; REAGAN, J. D. Prior exhaustive exercise and subsequent, maximal constant load exercise performance. **International Journal of Sports Medicine**, v3, p.184-89, 1983.

WILBER, R. L.; ZAWADZKI, K. M.; KEARNEY, J. T.; SHANNON, M. P.; DISALVO, D. Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, p. 1090-1094, 1997.

WILMORE, J. H.; BROWN, C. H. Physiological profiles of women distance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 6, p. 178-181, 1974.

WILMORE, C.; BROWN, H.; DAVIES, J. A. Body physique and composition of the female distance runner. **Ann NY Acad Sci**, v. 301, p. 765-776, 1977.

WILMORE, J. H. Body Composition and body energy stores. In: Shephard RJ, Astrand P-O, eds. **Endurance in sport**. Oxford, Blackwell, p. 244-255, 1992.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. Physiology of sport and exercise, Champaign, **Human Kinetics**, 1994.

WILSON, N.; RUSSEL, D.; WILSON, B. Body composition of New Zealanders. **Life in New Zealand activity and health research unit**. Otago, New Zealand: University of Otago, 1993.

ZHOU, S.; ROBSON, J.; KING, M. J.; DAVIE, A. J. Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 37; p. 122-130, 1997.

ZINGRAF, S. A.; JONES, C. J.; WARREN, B. An empirical investigation of triathlon performance. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v. 26, p. 350-356, 1986.

SITES DA INTERNET

International Triathlon Union. <http://www.triathlon.org>. Acesso em: 25 de maio de 2005.

Confederação Brasileira de Triathlon. <http://www.cbtri.org.br>. Acesso em: 25 de maio de 2005.