

FERNANDO TURMINA

**RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE CRÍTICA E O LIMIAR ANAERÓBIO
ENCONTRADO ATRAVÉS DO LACTATO SANGUÍNEO PARA ATLETAS
MÁSTER DE NATAÇÃO**

**Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Bacharelado em
Educação Física, do Departamento de
Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,
da Universidade Federal do Paraná.**

ORIENTADOR: PROF. MS. PAULO CESAR BARAUCE BENTO

Dedico esta monografia primeiramente a mim pela iniciativa, empenho e dedicação, aos meus pais por confiarem em mim, dando auxílio moral e financeiro para a realização desse trabalho, à minha namorada Juliana Lopes da Silva por sempre me tranquilizar e me apoiar em tudo, além de me disponibilizar muito tempo para a realização da mesma e ao meu orientador Paulo Bento pela confiança e empenho depositadas na realização dessa monografia.

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde, vontade e força para trabalhar e correr atrás dos meus objetivos, aos professores Vitor Bertoli Nascimento, Patrícia Koglin, Daniele Perbiche e Kátia Farias Ruschel da academia Gustavo Borges Natação e Bem Estar pelo auxílio na realização desse trabalho, dedicação na coleta de dados e pela disponibilização de seus atletas para essa pesquisa, e por fim agradeço aos atletas participantes desse estudo pelo empenho e comprometimento em relação ao mesmo.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	1
1.2 JUSTIFICATIVA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 Objetivo Geral	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 HIPÓTESE	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO	4
2.2 ASPÉCTOS FISIOLÓGICOS DO TREINAMENTO	7
2.2.1 Processos Metabólicos.....	7
2.2.2 VO ₂ Máximo.....	9
2.2.3 Limiar Anaeróbio	10
2.3 TESTES PARA PREDIÇÃO E MONITORAÇÃO DO TREINAMENTO	12
2.3.1 Velocidade Crítica	13
3. METODOLOGIA	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	16
3.2 AMOSTRA.....	16
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	16
3.3.1 Determinação do LAN de 4 mM através do Lactato Sanguíneo.....	17
3.3.2 Determinação da Velocidade Crítica	17
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DE CADA FASE DO METABOLISMO ENERGÉTICO EM DIVERSAS PROVAS DE NATAÇÃO.....	9
--	---

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DO TESTE DE LACTATO E VELOCIDADE DE LAN DE 4 mM	19
TABELA 2 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DAS REPETIÇÕES MÁXIMAS DE 200 METROS, 400 METROS E VC	19
TABELA 3 – COMPARAÇÃO E CORRELAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA VC E LAN	20

RESUMO

Dentre as técnicas não invasivas para predição do Limiar Anaeróbio (LAN) na natação, a Velocidade Crítica (VC) tem tido resultados expressivos com nadadores crianças e adolescentes. O objetivo do presente estudo foi verificar a relação entre a VC e o LAN de 4 mM determinado através do lactato sanguíneo em nadadores máster. Participaram desse estudo dez atletas de ambos os sexos com idade entre 25 e 50 anos. O LAN foi determinado através da realização de duas repetições de 200 metros, entre 80% e 90% de intensidade da velocidade máxima para a distância, que foram separadas entre si por 10 a 15 minutos de recuperação passiva, sendo coletada uma gota de sangue da ponta dos dedos para a análise do lactato após um minuto de cada repetição. A velocidade correspondente a 4 mM foi determinada por interpolação linear, entre a concentração de lactato de cada repetição e sua respectiva velocidade. Para determinar a VC foi realizada uma repetição máxima de 200 metros e outra de 400 metros. A VC foi determinada através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os respectivos tempos (em segundos) obtidos em cada repetição. O coeficiente de correlação de Pearson evidenciou uma alta correlação entre a VC e o LAN de 4 mM ($r=0,84$). O teste "t" pareado evidenciou que não houve diferença significativa entre as médias para esses atletas ($p=0,123$), indicando que a VC é um ótimo indicador do LAN de 4 mM para atletas máster, independentemente da idade cronológica, podendo ser utilizada para a prescrição e monitoramento da intensidade no exercício aeróbio na natação.

Palavras chaves: Velocidade crítica, limiar anaeróbio e atletas máster.

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Atualmente, quando se fala de treinamento desportivo, se imagina qual é a maneira mais eficaz de se monitorar o real estado fisiológico de cada atleta, fator esse de grande importância para se obter o melhor resultado durante o treinamento, pois assim podemos determinar a velocidade, monitorar o progresso, diagnosticar pontos fracos no programa de treinamento e fazer uma comparação do potencial para o desempenho de um atleta em relação a outro (MAGLISCHO, 1999). Quando se fala de controle de treinamento, o Limiar Anaeróbio (LAN) é considerado um referencial fundamental para a prescrição da intensidade, controle dos efeitos do treinamento e predição do desempenho, por esse ser considerado o indicador da melhor velocidade para o treinamento de resistência, causando sobrecarga no metabolismo aeróbio sem uma taxa rápida do metabolismo anaeróbio (MAGLISCHO, 1999).

Devido a esse método de controle de treinamento ser importante, vários são os estudos realizados para encontrar uma maneira indireta para predizer o LAN, por ser menos complexo, de baixo custo e que não exige a coleta de sangue. Dentre esses estudos o que está tendo grande destaque é a utilização da Velocidade Crítica (VC) como preditor do desempenho aeróbio e do LAN na natação em diferentes populações, tais como atletas, crianças e adolescentes, visto que a VC parece não sofrer influência do nível de treinamento e da idade cronológica (DENADAI, 2000, DENADAI et. al. 1997, DENADAI et. al. 2000, KOKUBUN, 1996). A partir do que foi abordado anteriormente, surge o seguinte problema de pesquisa: será que a VC corresponde ao LAN de 4 mM determinado pelo lactato sanguíneo na natação, para atletas máster¹ na faixa etária de 25 a 50 anos?

¹ Atleta máster na natação é considerado o atleta com idade igual ou acima de 25 anos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Sabe-se que a VC tem alta correlação com o LAN (KOKUBUN, 1996), porém esses resultados foram encontrados em estudos com amostras constituídas por crianças e adolescentes. O controle da intensidade através do LAN é fundamental na monitoração do treinamento para todo tipo de atletas, inclusive para os atletas máster.

Sabendo que no processo de envelhecimento ocorre um aumento na gordura corporal e perdas da capacidade aeróbia, volume muscular, força, potência, velocidade, coordenação e flexibilidade, e essas mudanças são de aproximadamente 5% a 10% para cada década depois dos 20 ou 30 anos de idade (FOSS; KETAYIAN, 2000, MAGLISCHO, 1999, WEINECK, 1991), é de extrema importância verificar a validade da VC em atletas máster, fazendo com que o treinamento se torne mais específico e individualizado, tendo em vista que esse é um método de baixo custo, com grande facilidade prática, pois depende somente de um cronômetro. É um método não invasivo podendo ser realizado com grandes grupos de atletas sem utilização de equipamentos ou coleta de sangue e independente da fase de treinamento (DENADAI, 2000, DENADAI et. al. 1997, DENADAI et. al. 2000, KOKUBUN, 1996)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Verificar a relação entre a VC e o LAN de 4 mM determinado através do lactato sanguíneo, em atletas máster de natação.

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1 Avaliar o LAN de atletas máster de natação através do lactato sanguíneo.

1.3.2.2 Avaliar o LAN de forma indireta através da VC.

1.3.2.3 Comparar o LAN encontrado através da VC e do lactato sanguíneo.

1.4 HIPÓTESE

H0 – Não existe diferença significativa entre o valor do LAN encontrado através do lactato sanguíneo e o valor do LAN encontrado através da VC, para atletas máster de natação.

H1 – A idade cronológica não influencia na relação entre a VC e o LAN de 4 mM determinado através do lactato sanguíneo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nesse capítulo serão abordadas as bases teóricas para o entendimento do presente estudo, incluindo os princípios de treinamento, aspectos fisiológicos do treinamento e testes para predição e monitoração do treinamento.

2.1 PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO

Para que se tenha uma maior eficiência na prescrição do treinamento, alguns princípios devem ser considerados.

Os princípios do treinamento desportivo servem para otimizar a escolha e execução de métodos por atletas e treinadores. Entretanto, deve-se estar atento para que estes princípios não sejam considerados ou utilizados isoladamente, mas sim no contexto do treinamento (WEINECK, 2003).

Maglischo (1999) cita quatro princípios do treinamento: princípio da adaptação, princípio da sobrecarga, princípio da progressão e princípio da especificidade.

McArdle et. al. (1998) e Denadai (2000) denominam ainda o princípio da individualidade como sendo um dos princípios mais importantes do treinamento, propondo que a sobrecarga a ser aplicada deve observar a capacidade funcional de cada indivíduo. Esse princípio se torna ainda mais importante ao se falar de prescrição e controle de treinamento, de modo que as maneiras de monitoração e prescrição para a melhora do desempenho dos atletas sejam as mais individualizadas possíveis.

Já o termo adaptação diz respeito às alterações que se verificam em resposta ao treinamento. Portanto, a finalidade dos programas de treinamento consiste em produzir adaptações metabólicas, fisiológicas e psicológicas que permitam ao atleta ter melhor desempenho (MAGLISCHO, 1999).

Para Weineck (2003), essas adaptações ocorrem devido à quebra da homeostase², gerando aprimoramento adaptativo nos sistemas neuromuscular

² Homeostase é o estado de equilíbrio bioquímico dinâmico do meio interno do organismo (WEINECK, 2003).

(coordenação) e energético (condicionamento) de acordo com o tipo de desempenho motor.

McArdle et. al. (1998) complementam afirmando que com o treinamento ocorrem algumas adaptações no metabolismo de gorduras, de carboidratos, no tipo e tamanho das fibras musculares, adaptações cardiovasculares e pulmonares, como na frequência cardíaca e pressão arterial e também algumas alterações na composição corporal entre outras.

Para ampliar o aprimoramento fisiológico e induzir uma resposta ao treinamento, deverá ser aplicada uma sobrecarga com o exercício que seja específico para a atividade (McARDLE et. al. 1998).

Segundo Maglischo (1999), a base do princípio da sobrecarga é que as adaptações ocorrem somente quando as demandas impostas pelo treinamento são superiores às usuais impostas a um determinado mecanismo fisiológico, ou seja, quando esse mecanismo está sobrecarregado.

Weineck (2003) afirma que o princípio da sobrecarga compreende a necessidade de que o estímulo do treinamento deve ultrapassar uma determinada intensidade para que haja um aumento de desempenho. Também utilizando das variações corretas, ou seja, a seqüência correta de estímulos de diferentes intensidades possibilita um aumento da intensidade e volume de treinamento gerando uma nova adaptação no organismo. O processo de adaptação condicionado pelo desenvolvimento conseqüente do treinamento ocorre em fases. Faz-se a diferenciação entre fase da sobrecarga e fase de recuperação, sendo que a última corresponde uma fase de supercompensação³. Se novos estímulos forem aplicados de uma maneira ideal, então, há um aumento progressivo de desempenho esportivo.

Segundo Foss e Keteyian (2000), McArdle et. al. (1998), Powers e Howley (2000), a sobrecarga apropriada para cada pessoa poderá ser conseguida pela manipulação de combinações da intensidade, duração do treinamento e frequência (dias por semana), com uma consideração específica para a modalidade do exercício.

³ Supercompensação significa recuperação acima do nível usual (WEINECK, 2003).

Para Maglischo (1999), os princípios da sobrecarga e da progressão podem ser aplicados pela manipulação de três variáveis do treinamento intervalado⁴: (1) a intensidade, que é o nível de dificuldade do exercício ou a velocidade de repetições, (2) o volume, que é o número de repetições, e (3) a densidade, que é o intervalo para repouso entre repetições. Aumentos sistemáticos na intensidade, volume e densidade do treinamento irão gerar maiores níveis de adaptação, com menor risco de causar lesões, e uma melhor capacidade de desempenho do atleta.

Para Bompa e Cornacchia (2000), o volume de treinamento é a quantidade de trabalho, incorporando partes como o tempo do treinamento (duração em horas), o total de peso levantado, o número de exercício por sessões e o número de séries e repetições por exercício ou sessão. Já a intensidade é função do estímulo nervoso aplicado no treinamento, dependendo da carga e velocidade que o movimento é executado, da variação dos intervalos entre repetições e séries e do estresse psicológico. Na natação, o volume de treinamento é caracterizado pela metragem percorrida em determinado estímulo ou sessão diária ou por período de treinamento, com variações entre os atletas de acordo com sua prova. E a intensidade esta relacionada com a velocidade e a potência de nado.

Uma determinada carga de treinamento apenas permanecerá representando uma sobrecarga até que o atleta tenha se adaptado a ela. Nesse ponto, devemos aumentar sua intensidade e/ou duração, antes que possam acontecer quaisquer outras adaptações. O processo passo a passo de aumentar a sobrecarga é chamado progressão (MAGLISCHO, 1999).

Weineck (2003) afirma que o princípio da progressão resulta de uma relação entre estímulo, adaptação e aumento da sobrecarga promovendo uma elevação constante no desempenho esportivo até que se atinja o desempenho individual máximo.

Além da necessidade de se definir a sobrecarga adequada, respeitando a individualidade do atleta, é necessário realizar ajustes periódicos no volume e na intensidade do treinamento para garantir que as adaptações continuem ocorrendo.

⁴ Treinamento intervalado consiste em uma série de seções repetidas de trabalho, ou de exercício, alternada com períodos de recuperação (FOSS; KETEVIAN, 2000, POWERS; HOWLEY, 2000).

Segundo o princípio da especificidade para aprimorar a capacidade de realizar uma determinada tarefa, é necessário trabalhar músculos ou sistemas orgânicos específicos (FOSS; KETEVIAN, 2000, POWERS; HOWLEY, 2000).

Weineck (2003) afirma que em diversos tipos de esporte não se pode obter um elevado desempenho sem que haja uma especialização orientada e oportuna. O princípio de adequação dos estímulos à idade e aos objetivos visa garantir esses resultados.

Maglischo (1999) afirma ainda, que uma interpretação ampla da especificidade deva incluir o treinamento específico para os sistemas de energia, o treinamento específico para as fibras musculares e o treinamento específico para as velocidades de competição.

Não há um modo melhor de treinar os sistemas de produção de energia do corpo humano, mas todos os programas de treinamento devem seguir certos princípios, para que possam ser bem sucedidos (MAGLISCHO, 1999).

2.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO TREINAMENTO

2.2.1 Processos Metabólicos

Para que as células do nosso corpo possam realizar qualquer tipo de trabalho, é necessário energia, e a fonte imediata de energia para a realização desse trabalho é o ATP⁵. Como a reserva intracelular de ATP é muito reduzida, o organismo dispõe de diversos caminhos para a ressíntese de ATP (WEINECK, 2003).

Segundo Foss e Keteyian (2000), Maglischo (1999), McArdle et. al. (1998), Powers e Howley (2000), Wineck (2003), existem três processos metabólicos produtores de energia para a elaboração de ATP: (1) o sistema ATP-PC (sistema anaeróbio alático), no qual a energia para a ressíntese do ATP provém apenas de um único composto, a fosfocreatina (PC), (2) a glicólise anaeróbia (sistema anaeróbio láctico), que é o sistema que gera o ácido láctico, mas que proporciona ATP

⁵ ATP (Adenosina Trifosfato) é um composto químico complexo formado com a energia liberada pelo alimento e armazenada em todas as células, particularmente nos músculos. A célula só consegue realizar trabalho graças à energia liberada pela desintegração desse composto (FOSS; KETEVIAN, 2000, POWERS; HOWLEY, 2000).

a partir da degradação parcial da glicose ou do glicogênio na presença do oxigênio, e (3) o sistema aeróbio, que envolve o uso de oxigênio e que possui duas partes, uma consiste no término da oxidação dos carboidratos (glicogênio), e a outra envolve a oxidação dos ácidos graxos e alguns aminoácidos (gorduras e proteínas).

Todas as três fases do processo metabólico operam desde o primeiro momento do exercício, a única diferença está na contribuição de cada fase. Essa contribuição depende da duração e da intensidade do exercício (FOSS; KETEVIAN, 2000, POWERS; HOWLEY, 2000, MAGLISCHO, 1999, WEINECK, 2003).

No exercício de curta duração e de alta intensidade (de dois a vinte segundos), a produção muscular de ATP é controlada pelo ATP-PC, o exercício intenso com mais de vinte segundos depende mais da glicólise anaeróbia para produzir grande parte do ATP necessário, e finalmente, os eventos de alta intensidade com mais de quarenta e cinco segundos utilizam uma combinação dos sistemas ATP-PC, da glicólise anaeróbia e do sistema aeróbio para produzir o ATP necessário à contração muscular (FOSS; KETEVIAN, 2000, POWERS; HOWLEY, 2000).

Já no exercício prolongado, segundo Foss e Ketevian (2000), Powers e Howley (2000), a energia para a realização do exercício, superior a 10 minutos, é originária sobretudo do metabolismo aeróbio.

No caso das provas da natação, as fases anaeróbia alática e anaeróbia láctica do metabolismo fornecem energia para as provas de 25 a 50 metros (que levam aproximadamente de 10 a 30 segundos). O metabolismo anaeróbio láctico é o principal contribuinte para provas de 100 a 200 metros (aproximadamente de 1 a 3 minutos), embora o papel do metabolismo aeróbio torne-se cada vez mais importante na distância de 200 metros. Tanto o metabolismo anaeróbio quanto o aeróbio contribuem substancialmente para o fornecimento de energia em provas de 400 e 500 metros (aproximadamente de 4 a 6 minutos). A quantidade de energia fornecida pelo sistema anaeróbio alático e pelo metabolismo de gorduras é desprezível nessas distâncias. O metabolismo aeróbio do glicogênio é a principal fonte de energia para provas de 800 a 1500 metros, embora o metabolismo anaeróbio contribua com um quarto a um terço da energia para essas distâncias. Também nesse caso os papéis do metabolismo anaeróbio alático e do metabolismo das gorduras são desprezíveis (MAGLISCHO, 1999).

QUADRO 1 – Contribuição relativa de cada fase do metabolismo energético em diversas provas de natação.

DISTÂNCIA	ANAERÓBIO ALÁTICO	ANAERÓBIO LÁTICO	AERÓBIO
50 metros	45	45	10
100 metros	20	60	20
200 metros	10	50	40
400 metros	10	40	50
800 metros	5	25	70
1500 metros	5	10	85

Mazza (1996).

2.2.2 VO2 Máximo

A quantidade de oxigênio que uma pessoa usa durante um minuto de exercício é o VO₂. A quantidade máxima de oxigênio que uma pessoa pode consumir durante um minuto de exercício chama-se consumo máximo de oxigênio ou VO₂ Máximo (MAGLISCHO, 1999).

A mensuração do consumo máximo de oxigênio durante o exercício constitui o meio mais válido de determinar a potência aeróbia máxima ou VO₂ Máximo. É aceito como a melhor medida para a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório, refletindo a capacidade corporal de transportar e utilizar o oxigênio (FOSS; KETEYIAN, 2000, POWERS; HOWLEY, 2000, WEINECK, 2003).

McArdle et. al. (1998) complementam afirmando que o valor de VO₂ Máximo expressa quantitativamente a capacidade individual para a ressíntese aeróbia do ATP, assim sendo, trata-se de um fator importante para determinar a capacidade individual em realizar um exercício de alta intensidade por mais de 4 ou 5 minutos.

O VO₂ Máximo depende da idade, sexo e composição corporal. Tanto as mulheres quanto os homens alcançam sua potência aeróbia máxima por volta dos 15 a 20 anos de idade. Para a maioria da população ocorre um declínio gradual do VO₂ Máximo com a idade (aproximadamente 10% por década), que começa por volta dos 30 anos (FOSS; KETEYIAN, 2000).

Maglischo (1999) complementa afirmando que um aspecto do consumo de oxigênio é que seu porcentual máximo é atingido quando os atletas estão nadando em velocidades inferiores às máximas. A capacidade de realizar o metabolismo anaeróbio é que lhes torna possível continuar nadando mais rápido depois de terem atingido seu limite máximo de consumo de oxigênio.

Em relação às adaptações fisiológicas do treinamento, o VO2 Máximo parece ser limitado pela oferta central de oxigênio, que por sua vez é influenciada pelo débito cardíaco (volume de ejeção⁶ X FC) e pelo conteúdo arterial de oxigênio (CaO₂), podendo ser expresso como: Oferta central de oxigênio = CaO₂ X FC X volume de ejeção. Este fator é limitante em indivíduos altamente treinados, pois apesar de continuar existindo importantes adaptações periféricas (músculo esquelético) com o treinamento, que podem determinar melhoras no desempenho aeróbio, o débito cardíaco máximo não permite que o VO2 Máximo continue aumentando em função das adaptações provocadas pelo treinamento (DENADAI, 2000).

Foss e Keteyian (2000) resumem afirmando que o método baseado no VO2 Máximo é julgado principalmente pelo grau de estresse imposto pelo sistema cardiorrespiratório

2.2.3 Limiar Anaeróbio

Alguns estudos realizados a partir da década de 60, identificaram na resposta do lactato sanguíneo ao exercício, um índice que também poderia ser usado na avaliação aeróbia. Nesse período, Wasserman e McIlroy (1964) citados por Denadai (2000), propuseram o termo Limiar Anaeróbio (LAN) para identificar a intensidade de esforço onde existe o aumento da concentração de lactato sanguíneo durante o exercício.

Na metade dos anos 70, Mader (1976) citado por Maglischo (1999), introduziu uma teoria de treinamento de resistência que era diferente dos métodos que, até então, estavam em uso. A principal diferença entre sua teoria e as mais antigas era a idéia de que a resistência aeróbia podia ser melhorada de forma mais adequada

⁶ Volume de ejeção é a quantidade de sangue bombeado por batimento cardíaco (FOSS; KETEYIAN, 2000, McARDLE et. al. 1998, POWERS; HOWLEY, 2000).

pelo treinamento em velocidades nas quais o metabolismo aeróbio ficasse sobrecarregado, mas sem uma taxa rápida do metabolismo anaeróbico. Consequentemente, o termo LAN foi associado a essa teoria. O significado do LAN é que ele identifica a melhor velocidade para o treinamento de resistência.

De acordo com Mader (1976), Olbrecht (1985) citados por Colantonio (1999), a velocidade de nado referente a uma concentração fixa de 4 mM de lactato sanguíneo tem sido defendida por alguns pesquisadores como sendo adequada para o treinamento aeróbio e a velocidade na qual o nadador pode se manter nadando por um tempo prolongado, sem aumentos em seus níveis circulantes. Neste ponto, os mecanismos de produção de lactato na musculatura ativa e aqueles envolvidos na sua remoção encontram-se operando em equilíbrio. Assim sendo, a determinação desta velocidade de nado ou o ponto de transição aeróbico-anaeróbico, auxilia na prescrição das intensidades e volumes de treinamento.

Alguns estudos têm proposto a identificação da intensidade do exercício correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC), utilizando principalmente concentrações fixas de lactato (4 mM). Justificam a escolha dessa concentração fixa em função da maioria das pessoas apresentarem nesta intensidade de exercício o máximo balanço entre a produção e a remoção do lactato (DENADAI, 2000).

Existem algumas controvérsias a respeito desse fenômeno, Foss e Keteyian (2000), Powers e Howley (2000) chamam de limiar de lactato o ponto onde ocorre o aumento não linear no lactato sanguíneo durante o exercício.

Para McArdle et. al. (1998), o termo limiar de lactato refere-se ao nível mais alto de exercício (intensidade) ou ao nível de captação de oxigênio que não está associada com uma elevação na concentração sanguínea de lactato acima do nível pré-exercício (ou um aumento inferior a 1,0 mM). A região na qual o lactato sanguíneo mostra um aumento sistemático igual ou acima de um nível de 4 mM é denominada o ponto de início do acúmulo de lactato no sangue, ou simplesmente OBLA (de *onset of blood lactate accumulation*).

A denominação de limiar de lactato aproxima-se, provavelmente, do conceito original de Mader. Apesar disso, a expressão LAN teve aceitação popular entre atletas e treinadores de natação (MAGLISCHO, 1999).

No presente estudo será utilizado o conceito de LAN como sendo a velocidade correspondente a uma concentração de lactato sanguíneo de 4 mM.

Em relação às adaptações fisiológicas do treinamento, o LAN parece depender mais da capacidade de oxidação do lactato, que é a principal via de remoção deste substrato, já que a sua produção não é modificada pelo treinamento aeróbio. Sendo assim, as adaptações que ocorrem devido ao treinamento aeróbio encontradas no músculo esquelético, determinam entre outras modificações, o aumento da taxa de remoção do lactato durante o exercício e conseqüentemente, uma diminuição da sua concentração sangüínea para a mesma intensidade do exercício (desvio à direita da curva lactato X intensidade). Portanto, existindo modificações em decorrência do treinamento, a resposta do lactato sempre se modificara na mesma direção e proporção (DENADAI, 2000).

Foss e Keteyian (2000) resumem que método do LAN orienta a intensidade do exercício com base no grau de estresse imposto ao sistema metabólico dentro dos músculos esqueléticos.

2.3 TESTES PARA PREDIÇÃO E MONITORAÇÃO DO TREINAMENTO

A efetiva administração do treinamento de resistência exige uma monitoração precisa das alterações ocorrentes nas capacidades aeróbia e anaeróbia e também um cuidadoso controle das velocidades do treinamento. O teste de sangue consiste no método mais exato de efetuar essas tarefas (MAGLISCHO, 1999).

Todos os testes para a localização do LAN possuem uma coisa em comum, medem o conteúdo de ácido láctico depois de cada série de tomadas de tempos em velocidades progressivas, a partir de uma amostra muito pequena de sangue de aproximadamente 25 μ L (MAGLISCHO, 1999, FOSS; KETAYIAN, 2000).

Os atletas realizam nestes testes algumas tomadas de tempo, nas mesmas distâncias e de maneira progressiva, com intervalos entre cada repetição, visando identificar a velocidade do nado que produzirá um lactato sanguíneo superior a 4 mM. Os ritmos para as diversas repetições de distâncias, calculada por esse método, transformam-se nas velocidades ideais para o treinamento de resistência no LAN (MAGLISCHO, 1999).

A monitoração do treinamento de resistência é importante para o êxito dos nadadores, e o teste de sangue é o melhor método para realizar essa tarefa. Porém nem sempre é possível o controle por meio do teste de sangue, devido à exigência de equipamentos e tempo para a aplicação dos testes. Por essas razões torna-se fundamental a utilização de outros métodos menos complexos e mais baratos para a monitoração e determinação das velocidades do treinamento (MAGLISCHO, 1999).

2.3.1 Velocidade Crítica

Dentre os métodos indiretos de predição do LAN, a Potência Crítica (PC) tem sido proposta como um bom índice de desempenho aeróbio, por ser de fácil aplicação e de baixo custo, este método não-invasivo tem-se mostrado adequado para a avaliação de grandes grupos de atletas independente da fase do treinamento. Como preditor do desempenho aeróbio, parece não sofrer influência do nível de treinamento como também da idade cronológica (DENADAI, 2000, DENADAI et al. 1997, DENADAI et al. 2000, KOKUBUN, 1996).

Jenkins e Quigley (1990) citados por Denadai (2000) propuseram que a PC é um índice que pode ser utilizado para a determinação da intensidade do esforço, na qual o indivíduo consegue manter-se por um longo período de tempo, sem exaustão, ou a mais alta intensidade que pode ser mantida somente pela síntese aeróbia de ATP, sem contribuição do sistema anaeróbio.

O termo Velocidade Crítica (VC) tem sido proposto para a natação como sendo a velocidade de nado que teoricamente pode ser mantida por um longo período de tempo sem que ocorra a exaustão, tendo sua origem a partir do método de PC (DENADAI, 2000).

O conceito de PC, segundo Monod e Scherrer (1965) citados por Denadai (2000) foi sugerido inicialmente para avaliar grupos musculares sinergistas sendo posteriormente estendido para grandes grupos musculares. A PC é um conceito teórico que pressupõe a existência de uma potência máxima de exercício, que pode ser mantida indefinidamente. O conceito é baseado na relação hiperbólica entre a potência realizada (W_{lim}) e seu respectivo tempo de exaustão (t_{lim}), nesta relação pode-se também ser determinado à Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTAn).

Estudos que comparam a VC com o LAN determinado através da concentração fixa de 4 mM de lactato sanguíneo na natação, verificaram uma elevada correlação entre os dois índices. Wakayoshi et. al. (1992) citados por Denadai (2000), encontraram valores semelhantes para a VC e a velocidade de LAN de 4 mM (1,16 e 1,16 m/s, respectivamente), e uma elevada correlação entre os dois índices ($r = 0,94$; $p \leq 0,05$). Em outro estudo, Wakayoshi et. al. (1992) citado por Denadai (2000), encontraram uma correlação de $r = 0,89$, sendo que a VC (1,55 m/s) foi maior que a velocidade de LAN de 4 mM (1,49 m/s).

Kokubun (1996) em estudo com 48 nadadores de ambos os sexos encontrou elevada correlação entre o LAN e a VC ($r=0,89$; $p \leq 0,05$). Além disso, analisou também que a equação de regressão linear entre VC e LAN não sofreram alterações entre os períodos de treinamento específico e competitivo respectivamente ($r=0,87$; $r=0,85$; $p \leq 0,05$).

Denadai, Greco e Donega (1997), investigando um grupo de nadadores treinados de 13 a 15 anos, encontraram uma alta correlação entre a VC e a velocidade de LAN de 4 mM ($r=0,96$; $p \leq 0,05$), entretanto, constatou-se que a velocidade de LAN superestimou a VC ($0,94 \pm 0,12$ m/s vs. $0,90 \pm 0,13$ m/s; $p \leq 0,05$, respectivamente).

Da mesma forma, estudos realizados em grupos de nadadores de 10 a 12 anos, apresentaram altas correlações ($r=0,84$ a $r=0,96$; $p \leq 0,05$) entre a VC e a velocidade de LAN de 4 mM, independente do nível de treinamento e, concentrações de lactato sanguíneo na VC variando entre $2,71 \pm 1,12$ mM e $3,13 \pm 0,41$ mM (DENADAI; GRECO; DONEGA, 1997, DENADAI; GRECO; TEIXEIRA, 2000, GRECO et. al. 2003).

Greco et. al. (2003) também verificaram correlações elevadas ($r=0,94$; $p \leq 0,05$) entre a VC e a velocidade de LAN de 4 mM em nadadores de 10 a 12 anos. Porém, os dados apontaram que a velocidade de LAN de 4 mM superestimou a VC ($0,97 \pm 0,12$ m/s vs. $0,89 \pm 0,18$ m/s; $p \leq 0,05$, respectivamente). Entretanto, neste mesmo estudo, para nadadores com idades entre 13 e 15 anos, a VC não foi diferente da velocidade de LAN de 4 mM ($1,02 \pm 0,14$ m/s vs. $1,00 \pm 0,11$ m/s; $p \leq 0,05$, respectivamente), sendo encontrada correlação de $r=0,93$; $p \leq 0,05$.

Denadai (2000) descreve três diferentes modelos que têm sido utilizados para a determinação da PC: (1) modelo hiperbólico da relação potência-tempo, sendo

$t_{lim} = (CTAn / W_{lim} - PC)$, (2) modelo linear potência-1/tempo, sendo $W_{lim} = (CTAn / t_{lim}) + PC$, e (3) modelo trabalho-tempo, sendo $Trabalho = (PC \times t_{lim}) + CTAn$.

Gaesser et. al. (1995) citados por Denadai (2000) sugerem que esses modelos podem influenciar os valores obtidos, pois se diferem com respeito à designação das variáveis dependentes e independentes e a unidade na qual elas são expressas. Com isso, se dá um peso diferente a cada coordenada ($W_{lim} - t_{lim}$) e conseqüentemente aos valores que podem ser encontrados para PC. Isso pode explicar, pelo menos em parte, as diferenças entre a PC e a intensidade correspondente ao LAN encontradas em alguns estudos, embora possa existir uma alta correlação entre esses índices (DENADAI, 2000).

Maglischo (2002) propõe a determinação da VC através da relação entre a diferença das distâncias realizadas ($D2 - D1$), e a diferença dos seus respectivos tempo em segundos ($T2 - T1$), formando uma reta de regressão linear entre as distâncias e os respectivos tempos obtidos.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Essa pesquisa é de caráter transversal descritivo correlacionai, segundo Marconi e Lakatos (1990), cujas principais finalidades são o delineamento ou análise de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas, ou o isolamento de variáveis. É caracterizada também pelo controle estatístico com a finalidade de fornecer dados para a verificação de hipóteses, empregando artifícios quantitativos na coleta de dados sobre a amostra. Nesse estudo a variável dependente é o LAN, e as variáveis independentes são a VC e o lactato sanguíneo, ambas utilizadas como métodos para predizer o LAN.

3.2 AMOSTRA

A amostra foi constituída por 10 atletas de ambos os sexos, na faixa etária entre 25 a 50 anos, da equipe máster de natação da academia Gustavo Borges Natação e Bem Estar. Foi escolhida essa academia devido a maior facilidade de acesso. Essa é uma amostragem não probabilística intencional, sendo utilizado como critério de seleção dos sujeitos a participação de no mínimo 3 vezes por semana do treinamento máster, com duração de 1 hora e 15 minutos, a pelo menos 1 ano. Foram excluídos da pesquisa os atletas com idade inferior a 25 anos ou acima de 50 anos, atletas que não treinam no mínimo 3 vezes por semana e atletas que não estejam treinando a pelo menos 1 ano junto a equipe. A participação dos atletas na realização desse estudo foi de maneira voluntária.

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Os testes foram realizados em uma piscina de 20 metros, com temperatura controlada próxima aos 30° C, durante uma semana da fase de recuperação do programa de treinamento da equipe máster. Foi realizado um teste por dia, com no mínimo 24 horas de repouso antes de cada teste, sendo em um dia a realização de uma repetição máxima de 200 metros com saída de dentro da água e em outro dia

foram cronometrados com um relógio *Timex* de 30 memórias. Num terceiro dia foram realizadas as duas repetições de 200 metros, entre 80% a 90% de intensidade com base no melhor tempo do nadador para a distância, ambas com saída de baixo, para a determinação do LAN de 4 mM através do lactato sanguíneo. Cada repetição de 200 metros teve um intervalo passivo entre 10 e 15 minutos. Após um minuto de cada repetição foi coletada uma gota de sangue da ponta dos dedos. A análise do lactato foi realizada através do analisador eletroquímico modelo *Accusport* e os tempos foram cronometrados com um relógio *Timex* de 30 memórias. Esse teste foi realizado individualmente, com a utilização de dois lactímetros.

3.3.1 Determinação do LAN de 4 mM através do Lactato Sanguíneo

O LAN foi determinado através da metodologia proposta por Mader et. al. (1976), citado por Greco et. al. (2003), modificado para esse estudo pois o objetivo foi encontrar a velocidade correspondente à 4 mM, e não o pico máximo de lactato e a recuperação. Foram realizadas duas repetições de 200 metros, entre 80% e 90% de intensidade da velocidade máxima para a distância, que foram separadas entre si por 10 a 15 minutos de recuperação passiva. Após um minuto de cada repetição foi coletada uma gota de sangue da ponta dos dedos para a análise do lactato. A velocidade correspondente a 4 mM foi determinada por interpolação linear, entre a concentração de lactato de cada repetição e sua respectiva velocidade.

3.3.2 Determinação da Velocidade Crítica

A VC foi determinada através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os respectivos tempos (em segundos) obtidos em cada repetição. Estudos anteriores verificaram a validade da determinação da VC em crianças e adolescentes dentro do modelo utilizado neste estudo (DENADAI; GRECO; TEIXEIRA, 2000). $VC = D(400) - D(200) / T(400) - T(200)$.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A relação entre as variáveis VC e velocidade de LAN de 4 mM foi realizada através do teste de correlação de Pearson, sendo considerados como alta correlação valores acima de 0,75. O teste "t" pareado foi realizado para comparar as médias. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para identificar o LAN foram realizadas duas repetições de 200 metros em velocidade progressiva. Os sujeitos foram orientados a realizar os esforços com intensidade entre 80% e 90% de esforço. Os valores das médias (\pm DP) do teste que determinou a velocidade de LAN de 4 mM através do lactato sanguíneo, estão apresentados na tabela 01.

TABELA 1: Valores médios e desvio padrão (DP) do teste de lactato e velocidade de LAN de 4 mM (n=10).

	1º 200 m (m/s)	1º Lactato (mM)	2º 200 m (m/s)	2º Lactato (mM)	LAN de 4 mM (m/s)
Média	0,980	3,9	1,058	7,2	0,99
DP	\pm 0,11	\pm 1,01	\pm 0,10	\pm 2,32	\pm 0,11

As velocidades médias para as repetições de 200 metros utilizadas para determinar o LAN com base na concentração de lactato, demonstram que a velocidade da primeira repetição de 200 metros foi semelhante ao LAN. Analisando os valores do lactato sanguíneo, pode se observar que a média de 3,9 mM corresponde praticamente ao LAN.

Na tabela 2 estão apresentados os resultados das médias (\pm DP) do teste realizado para determinar a VC, constando à velocidade média das repetições máximas de 200 e 400 metros.

TABELA 2: Valores médios e desvio padrão (DP) das repetições máximas de 200 metros, 400 metros e VC (n=10).

	200 metros (m/s)	400 metros (m/s)	VC (m/s)
Média	1,149	1,036	0,96
DP	\pm 0,16	\pm 0,13	\pm 0,11

Como era esperado a velocidade média para os 200 metros foi maior que o valor médio da velocidade de 400 metros, devido ao fato de que a intensidade (velocidade) está relacionada inversamente com a duração do esforço. A VC foi de

0,96 m/s o que corresponde a uma média de tempo de 01'44:00 para cada 100 metros.

Foram realizadas a comparação entre as médias (teste t pareado) e o coeficiente de correlação de Pearson entre as velocidades médias da VC e do LAN, os resultados estão apresentados na tabela 3.

TABELA 3: Comparação e correlação entre as médias da VC e LAN (n=10).

	Média	Desvio Padrão
VC (m/s)	0,96	±0,11
LAN de 4 mM (m/s)	0,99	±0,11

* (r=0,84; p=0,123) Nível de significância $p \leq 0,05$.

O principal objetivo do presente estudo foi comparar a VC com a velocidade de LAN de 4 mM determinado através do lactato sanguíneo em atletas máster, tendo em vista a falta de estudos relacionados a esse método indireto de predizer o LAN para essa população.

Os valores das médias das velocidades encontradas através da VC e da velocidade de LAN de 4 mM foram bastante próximos ($0,96 \pm 0,11$ m/s vs. $0,99 \pm 0,1$ m/s), indicando que a VC corresponde à velocidade de LAN de 4 mM. A correlação de Pearson confirmou que existe elevada relação entre esses dois métodos de predição da velocidade no LAN e o teste “t” pareado evidenciou que não houve diferença significativa entre as médias para esses atletas ($r=0,84$; $p=0,123$), mesmo sendo a VC menor que a velocidade no LAN de 4 mM determinado pelo lactato sanguíneo.

Wakayoshi et. al. (1992) citados por Denadai (2000), encontraram anteriormente elevada correlação entre esses dois métodos ($r=0,94$; $p \leq 0,05$), sugerindo que a VC pode ser utilizada para predizer o LAN. Em outro estudo, Wakayoshi et. al. (1992) citado por Denadai (2000), encontraram uma diferença entre a VC (1,55 m/s) e a velocidade de LAN de 4 mM (1,49 m/s) evidenciando uma correlação de $r = 0,89$.

Denadai, Greco e Donega (1997), também encontraram uma alta correlação entre a VC e a velocidade de LAN de 4 mM ($r=0,96$; $p \leq 0,05$), com nadadores

treinados de 13 a 15 anos, entretanto, constataram que a velocidade de LAN superestimou a VC ($0,94 \pm 0,12$ m/s vs. $0,90 \pm 0,13$ m/s; $p \leq 0,05$, respectivamente).

Greco et. al. (2003) também verificaram, em um estudo com nadadores de 10 a 12 anos, que a velocidade de LAN de 4 mM superestimou a VC ($0,97 \pm 0,12$ m/s vs. $0,89 \pm 0,18$ m/s; $p \leq 0,05$, respectivamente). Mas também encontraram correlações elevadas ($r=0,94$; $p \leq 0,05$) entre a VC e a velocidade de LAN de 4 mM para essa população. Entretanto, neste mesmo estudo para nadadores com idades entre 13 e 15 anos, a VC não foi diferente da velocidade de LAN de 4 mM ($1,02 \pm 0,14$ m/s vs. $1,00 \pm 0,11$ m/s; $p \leq 0,05$, respectivamente), sendo encontrada correlação de $r=0,93$; $p \leq 0,05$. Concluíram nesse estudo que a relação entre a VC e a velocidade no LAN de 4 mM é dependente da distância utilizada para determinar a VC e da idade cronológica, isso devido às respostas do lactato sanguíneo em crianças diminuir com o avanço da idade cronológica.

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, comparados com resultados dos estudos citados anteriormente, pode-se dizer que a VC não sofreu influência da idade cronológica, sabendo que com o processo de envelhecimento ocorrem perdas gradativas das funções fisiológicas que poderiam acarretar algumas diferenças entre a VC e a velocidade de LAN de 4 mM, nem tampouco do nível de treinamento dos atletas. A VC também pode ser utilizada para a prescrição e monitoramento da intensidade no exercício aeróbio para atletas máster de natação.

5. CONCLUSÃO

Atualmente na natação percebe-se que os alunos, principalmente os com a idade mais avançada, estão cada vez mais interessados em participar de eventos como travessias e competições máster. Assim sendo, a utilização do LAN torna-se cada vez mais necessário para controle e predição do treinamento, uma vez que este indica a melhor velocidade para treinamento do sistema aeróbio, tornando a prescrição do treinamento mais específica e individualizada. No âmbito da academia a realização do teste para predizer o LAN deve ser o mais prático possível, devido principalmente à duração da sessão de treinamento, que é limitada, e a quantidade de alunos que realizarão o teste. Dentre os métodos existentes para predizer o LAN, existem o método direto, através da coleta de sangue, que demanda maior tempo de realização, elevado custo e é feito de maneira individualizada, tornando-se impraticável em academias, e o método indireto da VC, que não exige coleta de sangue, que é mais adequado para esse tipo de situação, pois demanda apenas de um cronômetro e pode ser feito com todo o grupo de uma vez acarretando economia de tempo e praticidade.

Através dos resultados encontrados pode-se afirmar que existe grande correlação entre esses valores, e que não houve diferença significativa entre os mesmos para essa população, concluindo que a idade cronológica não influencia nessa relação. Por fim, pode-se afirmar que a VC é um excelente indicador da velocidade no LAN, podendo ser utilizada para a prescrição e monitoramento da intensidade no exercício aeróbio para atletas máster de natação.

Sugere-se em próximos estudos trabalhos longitudinais com o propósito de verificar as adaptações ocorridas ao organismo devido à utilização da VC como forma de prescrever e controlar os efeitos do treinamento aeróbio.

REFERÊNCIAS

BOMPA T.O.; CORNACCHIA L.J. **Treinamento de força consciente**. São Paulo: Phorte Editora, 2000.

COLANTONIO, E. Análise das velocidades: referencial de 4 mM, velocidade de equilíbrio de 30 minutos e velocidade crítica em nadadores adolescentes. **Tese de mestrado da Universidade de São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte**, 1999.

DENADAI, B. S. **Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. São Paulo: Motrix, 2000.

DENADAI, B. S., GRECO C. C., DONEGA M. R. Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade de 10 a 15 anos. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 11, p. 128-133, 1997.

DENADAI B. S., GRECO C. C., TEIXEIRA M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10 – 12 years of different standards. **Journal of Sports Science**, v. 18, p. 779-784, 2000.

FOSS, M. L.; KETAYIAN, S. J. **Bases fisiológicas do esporte e do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GAESSER, G. A. et al. Estimation of critical power with nonlinear models. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, p. 1430-1438, 1995.

GRECO C. C., DENADAI B. S., PELIGRINOTTI I. L., FREITAS A. B., GOMIDE E. Limiar anaeróbio e velocidade crítica determinada com diferentes distâncias em nadadores de 10 a 15 anos: Relações com a performance e a resposta do lactato sanguíneo em testes de endurance. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, p. 1-7, 2003.

JENKINS, D. G., QUIGLEY, B. M. Blood lactate in trained cyclist during cycle ergometry at critical power. **European Journal Applied Physiology and Occupation Physiology**, v. 61, p. 278-283, 1990.

KOKUBUN E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 10, p. 5-20, 1996.

MADER, A., HECK, H., HOLLMANN, W. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle distance runners and swimmers. In **F. Landing e W. Orban (Eds.), Exercise Physiology** (p. 187-199). Miami: Symposia Specialists, 1976.

MADER, A., LIESEN, H., HECK, H., PHILIPPI, H., ROST, R., SCHARCH, P. A., et. al. Zur beurteilung der sportartspezifischen ausdauerleistungsfähigkeit. **Sport-arzt Sportmed**, v. 27, p. 80-88, 1976.

MAGLISCHO E. W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1999.

MAGLISCHO E. W. **Swimming fastest**. USA: Human Kinetics Publishing, 2002.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Manole, 1999.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1990.

MAZZA, J. C. **Actualizacion em ciências del deporte**. v. 4, n.12, 1996.

MONOD, H., SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, v. 8, p. 329-338, 1965.

OLBRECHT, J., MADSEN, O., MADER, A., LIESEN, H., HOLLMANN, W. Relationship between swimming velocity and lactate concentration during continuous

and intermittent training exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, p. 74-7, 1985.

POWERS S. K.; HOWLEY E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2000.

WAKAYOSHI, K. et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal Applied Physiology**, v. 64, p. 153-157, 1992.

WAKAYOSHI, K. et al. A simple method for determination critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal Sports Medicine**, v. 13, p. 367-371, 1992.

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.

WEINECK J. **Biologia do esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WEINECK J. **Treinamento ideal**. São Paulo: Manole, 2003.