

**UM NOVO MÉTODO INDIRETO PARA DETERMINAR VELOCIDADE CRÍTICA
APLICÁVEL EM NADADORES DE ACADEMIA**

Renan Marcondes Porto¹, Alessandro Pierucci², Pedro Pugliesi Abdalla³
Anderson dos Santos Carvalho⁴, Jair Rodrigues Garcia Júnior²

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar se a velocidade crítica (VC) pode substituir a medida da velocidade do Limiar Anaeróbico (LAn) em nadadores de academia que são fisicamente ativos e moderadamente treinados. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, do tipo experimental. Participaram do estudo 13 voluntários adultos jovens do sexo feminino e masculino com idade de 18 a 30 anos, praticantes do treinamento de natação por pelo menos um ano e com frequência semanal entre três a cinco vezes. Para coleta de dados foram realizados testes de VC de 3, 5 e 7 min com intervalos de 24 horas entre os testes (e replicados uma semana após [re-teste]). Após estas coletas, foram realizados testes de velocidade progressiva com coletas de sangue para estimar a velocidade do LAn. As distâncias percorridas no primeiro e segundo teste em 3 min (215,4 ±39,9 m e 214,4 ±41,3 m), em 5 min (330,8 ±63,7 m e 333,4 ±65,6 m) e em 7 min (434,1 ±84,3 m e 443,6 ±87,2 m) não apresentaram diferenças significativas. A distância média no primeiro (326,9±61,8 m) e segundo teste (330,4±64,0 m), assim como a VC no primeiro (0,91 ±0,20 m/seg) e segundo teste (0,95 ±0,20 m/seg) também não se mostraram diferentes estatisticamente, indicando boa reprodutibilidade do teste de VC. A VC no teste (0,91 ±0,20 m·s⁻¹) apresentou diferenças significativas em comparação com a velocidade no LAn (1,00 ±0,19 m·s⁻¹; p=0,009), mas a VC no re-teste não diferiu da velocidade no LAn (0,95 ±0,20), houve diferença de apenas 5% entre as velocidades. Concluímos, diante a semelhança entre os resultados do primeiro e do segundo teste, que o teste da VC é reprodutível e pode ser utilizado em nadadores de academia. Há concordância adequada e validade da VC para substituir o LAn em nadadores adultos recreativos assíduos quando estão familiarizados com o teste de VC (a partir da segunda aplicação).

Palavras-chave: Natação. Velocidade Crítica. Treinamento. Capacidade Aeróbica.

ABSTRACT

A new indirect method to determine critical velocity applicable in gym swimmers

The aim of this study was to verify whether the critical velocity (CV) can replace the measurement of the Anaerobic Threshold (AT) velocity in gym swimmers who are physically active and moderately trained. This is a quantitative and experimental research. The study included 13 male and female young adult volunteers aged between 18 and 30 years, practicing swimming training for at least one year and with a weekly frequency between three and five times. For data collection, CV tests of 3, 5, and 7 min were performed with intervals of 24 hours between tests (and replicated one week after [re-test]). After these collections, progressive velocity tests were performed with blood samples to estimate the AT velocity. The distances covered in the first and second tests in 3 min (215.4±39.9 and 214.4±41.3 m), in 5 min (330.8 ±63.7 and 333.4 ±65.6 m), and at 7 min (434.1 ±84.3 and 443.6 ±87.2 m) showed no significant differences. The average distance in the first (326.9±61.8 m) and second test (330.4 ±64.0 m), as well as the CV in the first (0.91 ±0.20 m/sec) and second test (0.95 ±0.20 m/sec) were also not statistically different, indicating good reproducibility of the CV test. The CV in the test (0.91 ±0.20 m·s⁻¹) showed significant differences compared to the velocity in the AT (1.00 ±0.19 m·s⁻¹; p=0.009), but the CV in the re-test did not differ from the velocity in the AT (0.95 ± 0.20), there was a difference of only 5% between the velocities. Given the similarity between the results of the first and second tests, we conclude that the CV test is reproducible and can be used in gym swimmers. There is adequate agreement and validity of the CV to replace the AT in assiduous recreational adult swimmers when they are familiar with the CV test (from the second application).

Key words: Swimming. Critical Speed. Training. Aerobic Capacity.

INTRODUÇÃO

A natação é um esporte praticado desde os primórdios da existência da vida na terra.

A procura por saber nadar gera uma procura constante de academias e clubes especializados na modalidade.

Envolve desde bebês, passando por crianças e adultos, e chegando à idosos, muitos por querer aprender a nadar para não se afogar, outros para perder o medo de água, ou ainda para obterem saúde e qualidade de vida, coordenação motora, emagrecimento e para competir (Santos e Simões, 2012).

Nadadores de academia geralmente realizam poucos testes ou dependendo não são testados para se saber o quão treinado estão.

Os testes envolvem parâmetros aeróbicos, anaeróbicos, frequência de braçadas e comprimento da braçada (Porto e colaboradores, 2018).

Para a realização de testes, em atletas profissionais e amadores, são utilizados testes como o de capacidade aeróbica, que se refere a capacidade do sistema fisiológico de transportar o oxigênio utilizado para produzir energia, quando ocorre o aumento da intensidade, atingindo o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), obrigado o sistema anaeróbico a fornecer o restante da energia, para que se possa continuar a atividade (Powers e Howley, 2014).

O Limiar Anaeróbico (LAn) é uma das ferramentas mais utilizadas para a prescrição de treinamento, com enorme precisão, mas para a análise, necessita-se de aparelhos sofisticados e específicos para a análise destes.

Contudo, o teste de velocidade crítica (VC), é um método menos dispendioso e mais barato para se prescrever o LAn, pois não necessita de aparelhos sofisticados.

A VC por se tratar de um método mais acessível aos pesquisadores pode auxiliar na análise do desempenho/rendimento de atletas praticantes de natação amadora. A VC é definida como a mais alta intensidade sustentada por um período sem alcançar o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) em carga constante (Franken, Zacca, Castro, 2011).

Em Exercícios realizados sob intensidade da VC foram encontrados aumentos no lactato sanguíneo (LA), da frequência cardíaca (FC) e do esforço

percebidos (EP), em séries de treinamento com cinco repetições de 400m e com repouso passivo de 90 seg (Ribeiro, Lima, Gobatto, 2010).

O objetivo deste estudo foi avaliar a velocidade crítica (VC) para estimar o Limiar Anaeróbico (LAn) em nadadores de academia que são fisicamente ativos e moderadamente treinados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram da pesquisa 13 voluntários do sexo masculino e feminino, universitários, com idade entre 18 e 30 anos, com regularidade em treinamentos entre três a cinco vezes na semana por um período de um ano.

Foram excluídos menores de idade, acima da idade limite e com períodos de treino menores do que o apresentado.

Todos os voluntários receberam um termo de consentimento livre, que explicava como todo o procedimento iria ocorrer. O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP da UNOESTE. CAAE 55832516.5.0000.5515 e núm. parecer: 1.539.855.

Local

As medidas e avaliações foram realizadas em uma academia de atividades aquáticas, localizada na cidade de Presidente Prudente-SP, em uma piscina de tamanho 16,7m x 8,0m.

Medidas e Avaliações

Para determinar a validade e reprodutibilidade do teste de VC em predizer o LAn em sujeitos fisicamente ativos e moderadamente treinados, os participantes foram submetidos à três testes de nado crawl (1-VC teste [VC1], 2-VC re-teste [VC2] e 3-velocidade do LAn) em uma piscina de 16,7 metros.

O primeiro e segundo testes com um intervalo de uma semana entre eles tiveram como objetivo testar a reprodutibilidade do teste de VC. Para isso, os participantes realizaram esforços máximos de 3, 5 e 7 min para determinação da VC. Foi obedecido um intervalo de no mínimo 24h entre os esforços.

Dois dias após o último teste para determinação da VC os sujeitos realizaram um protocolo incremental para determinação do LAn pela concentração de lactato sanguíneo.

Velocidade crítica

A determinação da VC foi realizada a partir do modelo distância-tempo. As distâncias percorridas (metros) em três, cinco e sete minutos de nado foram plotadas no eixo y, enquanto os tempos (segundos) foram inseridos no eixo x. A partir da regressão linear da relação, a VC do indivíduo foi considerada como o coeficiente angular da reta.

Determinação da velocidade do limiar anaeróbio

A velocidade do LAn foi determinada em um teste incremental. Para isso, os sujeitos realizaram seis esforços de aproximadamente dois minutos com intensidade constante e intervalo de aproximadamente 30 seg entre os esforços (coleta de sangue). A velocidade foi controlada por estímulo sonoro a cada 5 m. A velocidade inicial foi determinada a partir da máxima velocidade atingida no esforço de 3 min.

Assim, a velocidade inicial foi de 70% da velocidade do esforço de 3 min. O incremento de velocidade foi de 5%, e o teste foi interrompido quando o participante não conseguiu manter a velocidade por três estímulos sonoros consecutivos. O LAn foi considerado como a intersecção da regressão linear de duas retas estabelecidas de acordo com a cinética da concentração de lactato sanguíneo.

Coleta e análise sanguínea para determinação da velocidade do Lan

Após cada estágio de 2 minutos, 25 μL de sangue foram coletados em capilares, armazenados imediatamente em tubo do tipo Eppendorf® contendo 50 μL de fluoreto de sódio a 1% e congelados (-20°C) para posterior análise. A concentração do lactato foi determinada em lactímetro YSI2500 (YellowSpring®, Ohio, EUA) usando tampões recomendados pelo fabricante.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi testada e comprovada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para verificar a reprodutibilidade foram utilizados o teste t de Student para amostras pareadas, erro típico da medida e coeficiente de correlação intraclasse.

Para a validade do teste da VC prever o limiar anaeróbio dos nadadores, foram utilizados ANOVA de medidas repetidas (VC1, VC2 e Lan), coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e análise de concordância pelos plots de Bland, Altman (1986). O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$ para todos os testes.

RESULTADOS

Reprodutibilidade

Os valores de distância percorrida nos esforços de 3, 5 e 7 min, a distância média e a VC observada no teste e re-teste são apresentados na Tabela 1.

Nenhuma diferença foi encontrada entre as distâncias percorridas no teste e re-teste, e elas apresentaram elevado coeficiente de correlação intraclasse (CCI). A VC apresentou erro típico reduzido e forte CCI.

Tabela 1 - Distância percorrida em 3, 5 e 7 min, a média da distância nos três esforços e a VC (n=13; média \pm desvio padrão).

	Teste	Re-teste	p	ET	CCI
3-min (m)	215,4 \pm 39,9	214,4 \pm 41,3	0,330	3,27	0,99
5-min (m)	330,8 \pm 63,7	333,4 \pm 65,6	0,580	11,64	0,96
7-min (m)	434,7 \pm 84,3	443,6 \pm 87,2	0,270	20,20	0,94
Média (m)	326,9 \pm 61,8	330,4 \pm 64,0	0,380	9,56	0,97
VC ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0,91 \pm 0,20	0,95 \pm 0,20	0,210	0,08	0,82

Legenda: VC: velocidade crítica; ET: erro típico; CCI: coeficiente de correlação intraclasse; p: p de nível de significância.

Validade

Os valores de VC no teste e re-teste (Tabela 1) e Lan dos sujeitos ($1,00 \pm 0,19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

¹⁾ são apresentados na Figura 1. Foi encontrado efeito principal para a velocidade ($F=5,84$; $p=0,009$) com diferença entre a VC do teste e do Lan.

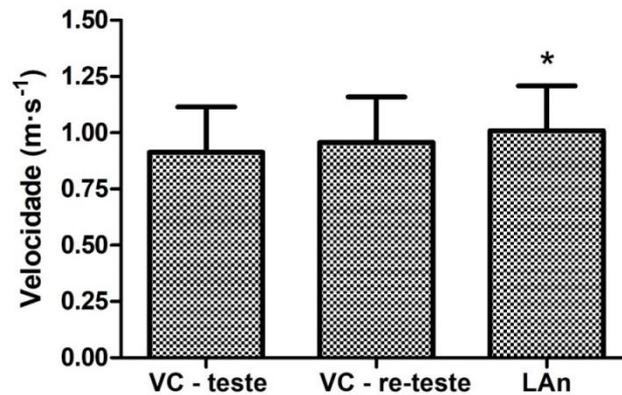


Figura 1 - Velocidade crítica (VC) do teste, re-teste e do limiar anaeróbio ($n=13$; média \pm desvio padrão). * $p<0,05$ em comparação ao VC – teste.

Na análise gráfica dos plots de Bland, Altman (1986) entre a VC1 e LAn (Figura 2) e VC2 e Lan (Figura 3), apesar da diferença entre VC1 e LAn, foram encontrados baixos erros de estimativa e limites de concordância.

Não houve maior tendenciosidade ao erro (heteroscedasticidade) à medida que os valores de velocidade no LAn foram maiores ou menores.

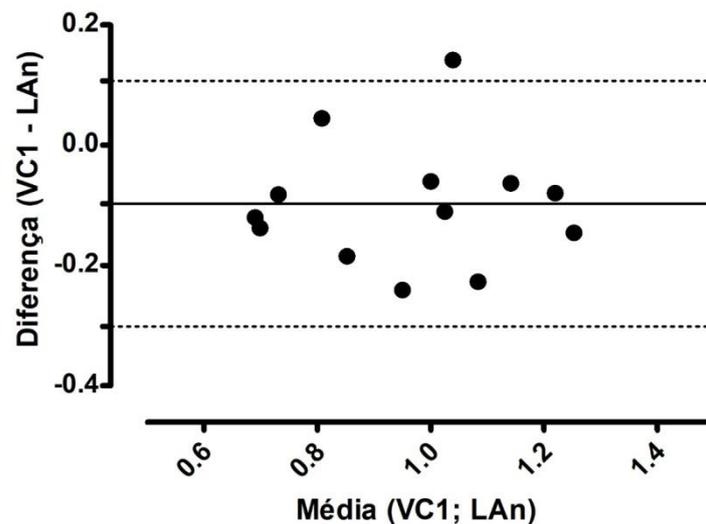


Figura 2 - Análise concordância entre a VC1 (teste) e o LAn.

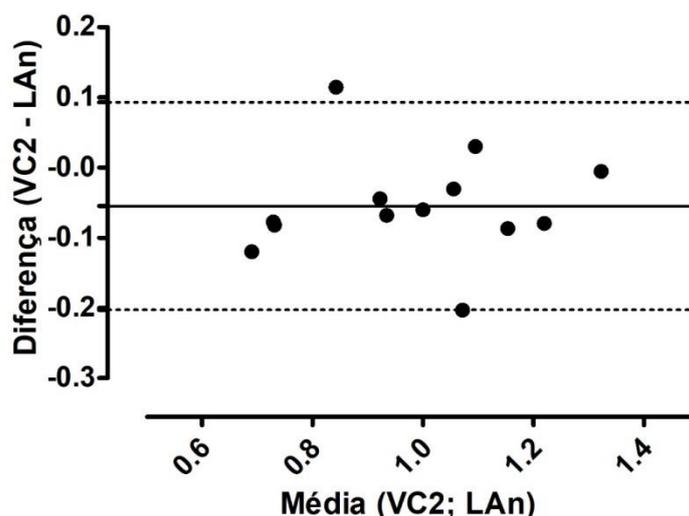


Figura 3 - Análise da concordância entre a VC2 (re-teste) e o LAn.

DISCUSSÃO

As avaliações na natação são realizadas mais comumente em atletas, para o acompanhamento de parâmetros fisiológicos e biomecânicos, que se prestam à prescrição do treinamento com vistas à constante evolução de seu desempenho.

Já no ambiente da natação de academia, as avaliações são raramente realizadas ou sequer são cogitadas para realização na maioria dos alunos, como forma de demonstrar a evolução que estão obtendo ao longo das aulas.

Mesmo na academia, onde pouco há de competição, a avaliação periódica se faz necessária para o acompanhamento da evolução do aluno, da eficiência do método utilizado, do professor e como um fator de motivação e comprometimento do aluno. Por vezes, a avaliação esbarra na falta de métodos apropriados para os nadadores de academia ou de equipamentos específicos, além de outros vários tipos de limitações.

Este estudo propõe um método para avaliação do LAn que pode ser utilizado em todos os alunos com mínimo de técnica e de condicionamento, trazendo um resultado objetivo e de grande importância para prescrição do treinamento e a continuidade da evolução de seu condicionamento físico.

Nas últimas décadas, o fenômeno da preocupação com a saúde vem crescendo continuamente, estando muito relacionada

como a prática de exercícios (Santos e Simões, 2012).

A divulgação das pesquisas científicas sobre esse tema atinge cada vez públicos mais amplos e passam a ser mais bem compreendidas. A frequência dos alunos nas academias em geral e nas academias de natação em particular, também apresenta curva ascendente, apesar de ainda atingir pequena proporção da população (CONFEEF, 2015).

O melhor entendimento do público leigo sobre a relação direta da prática de exercícios com a prevenção de doenças auxilia a diminuir o contingente de sedentários.

Para os leigos que pouco conhecem a natação, a visão é de que se entra na piscina para nadar sem finalidade e propósito, com benefícios que não podem ser observados “a olho nu”. Num estudo de Porto e colaboradores (2018) foram analisados nadadores de academia de distintas idades quanto à velocidade da saída da borda, velocidade em um tiro de 50 m, distância percorrida num teste de 12 min e o VO_2 máx, comprimento e frequência de braçada de acordo com faixas etárias diferentes. Os pesquisadores chegaram à conclusão de que com a progressão da idade, o indivíduo tem diminuição da capacidade aeróbia, anaeróbia e nos parâmetros de comprimento de braçada e frequência.

Enquanto no âmbito da natação competitiva há vários estudos, poucos estudos são realizados com objetivos de melhorar o ensino-aprendizagem, o condicionamento

físico e propor métodos para acompanhar a evolução dos 1,5 milhão de praticantes nas academias.

A análise de VC é um exemplo de parâmetro de grande relevância, mas cujos estudos praticamente só ocorrem em equipes de grande porte no cenário nacional de natação, para que haja um monitoramento frequente dos atletas, para readequação nos treinamentos.

Por isso, esta pesquisa se propôs a estudar nadadores de academia adultos, cuja carga e volume de treino são consideravelmente menores em comparação a dos atletas profissionais que realizam sessões diárias com elevados volumes e intensidades.

O teste de VC foi reprodutível, pois não houve mudanças significativas nos resultados obtidos no re-teste dos protocolos de 3, 5 e 7 min. Acredita-se que os voluntários do teste, por já terem o conhecimento prévio que o teste seria controlado pelo tempo (minutos), já sabiam dosar a velocidade durante a aplicação do protocolo.

Greco e colaboradores (2003) avaliaram 31 nadadores com a faixa etária de 10 a 15 anos, divididos em dois grupos, para analisar a VC e o LAn, com a velocidade máxima mantida durante testes de 20 e 30 min. Concluíram que a distância utilizada na determinação da VC, interfere nos resultados obtidos, de acordo com a idade cronológica do indivíduo.

Outro ponto a ser destacado nos resultados (Figura 1) é sobre a semelhança do resultado obtido pelo método direto para o LAn, com o re-teste utilizando o método indireto, quando os nadadores já estavam mais familiarizados com o teste e, provavelmente puderam dosar melhor a intensidade ao longo dos três esforços. A diferença de apenas 5% entre os testes direto e indireto demonstra que o protocolo é aplicável, como a vantagem de não ser invasivo, implicar em riscos e custos.

Sobre a concordância dos resultados obtidos no teste 1 da VC e o LAn, e o re-teste da VC e o LAn (Figuras 2 e 3), podemos observar que, apesar da dispersão, não se distanciam significativamente do zero, indicando a concordância dos resultados.

Em estudo realizado por Pires e colaboradores (2017) foram analisados 17 nadadores jovens, por um período de 14 semanas de treinamento de força. Durante os testes, houve redução no desempenho dos

avaliados, pois se encontravam em período de competição.

Diferentemente deste estudo, os resultados apresentados foram o oposto, houve uma melhora significativa entre os testes, por conta que os avaliados do nosso estudo não estavam em período pré e pós competição.

Barbosa e Oliveira (2006) realizaram um estudo com 16 nadadores universitários com testes de força fora da água, e apenas um teste específico dentro da piscina, na distância de 200 m para verificar o desempenho dos atletas.

Os resultados apresentados se assemelham aos que Greco e colaboradores (2003) tiveram com atletas de 13-15 anos em testes com distâncias iguais e maiores (100, 200 e 400 m), mas sem estímulos em diferentes velocidades.

Acompanhar a evolução de cada nadador permite aplicar de uma forma sensata um treinamento para o aluno sempre estar evoluindo.

Não se baseia apenas em dados da melhora do atleta no teste, mas também da técnica aplicada para nadar, frequência de braçadas, comprimento de braçada, permitindo percorrer maior distância com uma menor quantidade de braçadas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o teste e o re-teste de velocidade crítica não apresentaram diferenças nos resultados, sendo a velocidade obtida reprodutível e fidedigna.

O teste de velocidade crítica apresenta validade concorrente com a velocidade do limiar anaeróbio em nadadores de academia quando o protocolo é aplicado uma segunda vez, permitindo familiaridade dos avaliados com a aplicação do teste.

É preciso ampliar o número de participantes e o número de testagens para confirmar a validade do teste da velocidade crítica como substitutiva da velocidade do limiar anaeróbio considerando uma única aplicação do teste de velocidade crítica.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesses que possam interferir nos resultados obtidos e apresentados neste estudo.

REFERÊNCIAS

1-Barbosa, A.C.; Oliveira Junior, A. Efeito do treinamento de força no desempenho da natação. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. Vol. 20. Núm. 2. p. 141-150. 2006.

2-CONFEEF. Conselho Federal de Educação Física. Levantamento de academias no Brasil. 2015. Acesso em: 9/11/2018. Disponível em: <https://www.confef.org.br/confef/comunicacao/boletim/>

3-Franken, M.; Zacca, R.; Castro, F.A.S. Velocidade crítica em natação: fundamentos e aplicação. Motriz. Vol. 17. Num. 1. p. 209-222. 2011.

4-Greco, C.C.; Denadai, B.S.; Pellegrinotti, I.L.; Freitas, B. 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. Rev Bras Med Esporte. Vol. 9. Num.1. p.2-8. 2003.

5-Porto, R.M.; Reis, D.F.; Pierucci, A.; Junior, J.R.G. Capacidade aeróbica, anaeróbica e parâmetros biomecânicos de nadadores de academia. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol.12. Num.74. p.325-332. 2018.

6-Powers, S.K.; Howley, E.T. Fisiologia do exercício. São Paulo. 8ª edição. Manole. 2014.

7-Ribeiro, L.F.P.R.; Lima, M.C.S.; Gobatto, C.A. Changes in physiological and stroking parameters during interval swims at the slope of the d-t relationship. Journal of Science and Medicine in Sport. Vol. 13. Núm. 1. p. 141-145. 2010.

8-Santos, A.L.P.; Simões, A.C. Educação Física e qualidade de vida: reflexões e perspectivas. Saúde e Sociedade São Paulo. Vol. 21. Num. 1. p.181-192. 2012.

1 - Academia Enforma, Brasil.

2 - Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Brasil.

3 - Universidade de São Paulo, Brasil.

4 - Universidade Paulista, Brasil.

E-mail dos autores:

renanporto@hotmail.com

mergulhosul@hotmail.com

pedroabdalla1@gmail.com

ander_uai@hotmail.com

jjjunior@unoeste.br

Recebido para publicação em 03/03/2023

Aceito em 09/04/2023