

**A FREQUÊNCIA SEMANAL NO TREINAMENTO DE NATAÇÃO TEM INFLUÊNCIA NA RESPOSTA DA FADIGA MUSCULAR E NA FORÇA DE CONTRAÇÃO?**Ricardo Cesar Alves Ferreira<sup>1</sup>, Wendel Simões Fernandes<sup>1</sup>, Fabiano S. Barros<sup>1</sup>, Wellington Ribeiro<sup>1</sup>**RESUMO**

**Introdução:** A atividade física para fins competitivos ou simplesmente na busca pela saúde, evitando os riscos que o sedentarismo pode causar este diretamente relacionado com a metodologia e controle do treinamento em questão. O conhecimento e a elucidações sobre o efeito do treinamento esportivo em diferentes números de sessões durante a semana torna-se importante para o treinador. **Objetivos:** Avaliar a capacidade de contração muscular e índice de fadiga. **Materiais e métodos:** Dezoito camundongos swiss foram divididos em 3 grupos, o primeiro se manteve sedentário e outros dois submetidos ao treinamento de natação com volumes diferentes. O método para avaliação desses parâmetros foi a intensidade de contração e queda percentual do pico Máximo de contração mensurados através da eletroestimulação direta no nervo ciático dos animais e acoplado a um eletrofisiógrafo que registrou as contrações musculares. **Resultados:** Nesses dois parâmetros pode-se observar uma diferença mesmo que não significativa entre os grupos. **Discussão:** De acordo com os resultados obtidos infere-se que indivíduos que se exercitam mesmo que apenas três vezes podem apresentar resultados importantes tanto quanto aqueles que se exercitam 5 vezes por semana em comparação ao grupo sedentário. **Resposta** que pode ser atribuída ao remodelamento metabólico e morfológico na musculatura esquelética, induzido pelo protocolo de treinamento aplicado. **Conclusão:** A atividade física pode promover adaptações fisiológicas favoráveis para a melhora da condição muscular e aumento do limiar de fadiga. **Resultados** que motivam profissionais da saúde no estímulo a população de maneira geral a prática da atividade física.

**Palavra-chave:** Fadiga Muscular. Condicionamento Físico. Natação.

1-Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento-IP&D, Universidade do Vale do Paraíba-Univap, Brasil.

**ABSTRACT**

The weekly frequency in swimming training influences the response of muscle fatigue and contraction force?

The Success of sports training, for competitive purposes or simply Wellness, while avoiding the risks that can cause a sedentary lifestyle, is directly related to the methodology and control of the training in question. Knowledge and elucidations on the effect of sports training on different numbers of sessions during the week it is important for the coaches. In this study 18 mice were divided into three groups where the first remained sedentary and two other groups were subjected to swimming training for 30 minutes and in one of these groups the weekly training volume was three times and the other group swam five times per week, the objective was to evaluate the ability of muscle contraction and fatigue index. The method for evaluation of these parameters was the intensity of contraction and peak Maximum percentage decrease of contraction measured by direct electrical stimulation of the sciatic nerve of animals and coupled to a electrophysiographer which recorded muscular contractions obtained, the results obtained in these two parameters can be observe a significant difference even without the active groups for sedentary suggesting that individuals who exercise even just three times can present significant results as those q exercise five times a week compared to the sedentary group.

**Key words:** Muscle Fatigue. Physical Condition. Swimming.

E-mail dos autores:  
ricardocalves@hotmail.com  
wen\_sfernandes@hotmail.com  
gton@univap.br

Endereço para correspondência:  
Ricardo Cesar Alves Ferreira.  
Avenida Shishima Hifumi, 2911.  
Urbanova, São José dos Campos, São Paulo.  
CEP: 12244-000.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da teoria e da metodologia do treinamento desportivo é o maior atributo dos preparadores físicos de todo o mundo, e para se alcançar o sucesso esta relacionado com as investigações científicas no domínio do desporto e da fisiologia do exercício (Souza e colaboradores, 2014).

Para *performance*, o modelo de treinamento e seu controle de cargas se torna de suma importância. É comum a ocorrência da fadiga muscular e interrupção do exercício causada por atividades onde a intensidade ultrapassa o limiar e que por isso caracterizam por anaeróbias onde o sistema glicolítico é predominante (Cunha e colaboradores, 2006; Lapin e colaboradores, 2007; Souza e colaboradores, 2014).

O protocolo adequado de treinamento pode conduzir a alterações fisiológicas e metabólicas que induzem melhores respostas físicas e conseqüente aumento do limiar aeróbio e melhor resistência à fadiga (Osório e colaboradores, 2003; Silva e colaboradores, 2013; Souza e colaboradores, 2014).

Pontos a serem discutidos na elaboração de um protocolo de treinamento é o volume de treino e a resposta que diferentes volumes podem causar no rendimento aeróbio (Lapin e colaboradores, 2007; Maior e colaboradores, 2009; Oliveira e colaboradores, 2010).

O treinamento aeróbio acarreta várias alterações adaptativas na musculatura esquelética, resultando na melhora do rendimento físico, através do aumento da capacidade oxidativa e vascular, seguida de angiogênese (Prior e colaboradores, 2004).

O volume de treinamento parece estar associado à melhora no rendimento físico, sendo assim o aumento no volume de treinamento poderá levar a maiores adaptações fisiológicas, favorecendo o desempenho esportivo (Ciolac, Guimarães, 2004; Brum e colaboradores, 2004; Alves, Forjaz, 2007; Fernandes e colaboradores, 2013).

Em contrapartida o volume de treinamento em excesso pode gerar complicações que resultam em rendimentos antagônicos aos benefícios esperados pelo treinamento aeróbio.

Portanto o volume de treinamento deve ser muito bem estabelecido, para que possa se obter os melhores rendimentos e não favorecer e induzir o estado de sobre-treinamento, conhecido como *overtrainnig* (Rohlf's e colaboradores, 2005; Simola e colaboradores, 2007; Matos e colaboradores, 2011).

O objetivo do presente estudo é determinar a resposta em relação a força de contração e a resistência a fadiga em camundongos submetidos a dois protocolos de natação, diferindo entre eles o volume de treinamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado mediante aprovação do projeto de pesquisa enviado à Comissão de Ética em Pesquisa com Animais/IPD-UNIVAP (CEAU/2013).

Para a realização dos experimentos foram utilizados camundongos machos (*Swiss*), com seis semanas de idade pesando entre 20g ± três. Obtidos da fazenda Benteví (Paulínia/SP). Os animais foram mantidos em caixas de polietileno (cinco animais por caixa) no biotério do Laboratório de Fisiologia e Farmacodinâmica do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D II) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) com temperatura (22 a 25°C), umidade relativa (40 a 60%) e fotoperíodo controlado (ciclo de 12 horas claro/escuro) sendo alimentados com água e ração *ad libitum*.

Os procedimentos experimentais, foram realizados em sala de teste exclusiva para as atividades, com temperatura e nível de ruído controlados (25°C e 40 Db respectivamente), sendo os animais transferidos para este ambiente 30 minutos antes do início das atividades.

## Grupos experimentais

Os animais foram distribuídos em três grupos, contendo seis animais por grupo. O Grupo (CON) recebeu dieta restrita a água e ração balanceada, se manteve inativo; o Grupo (NAT 3) foi exercitado no tanque de treinamento três vezes por semana e recebeu dieta restrita a água e ração balanceada; o Grupo (NAT 5) foi submetido a atividade física na piscina cinco vezes por semana, também utilizando da mesma dieta dos demais grupos.

**Protocolos de adaptação e protocolo de treinamento**

Todos os animais permaneceram ociosos no biotério durante 10 dias, a título de adaptação ao ambiente, e cumpriram um período de adaptação ao meio aquoso durante cinco dias por semana, ao longo de uma semana, onde realizaram sessões de natação sem carga, com duração de 30 minutos por dia.

Após este período foram submetidos a treinamento físico de resistência durante oito semanas. Os Animais do grupo dois foram submetidos a sessões de natação 30 minutos/dia, três vezes por semana, em dias alternados, realizado sempre no período da tarde, enquanto os animais do grupo três realizaram as sessões de natação cinco vezes por semana em dias consecutivos, caracterizando o grupo de maior volume de treinamento semanal.

O treinamento foi realizado com sobrecarga de 80% da carga máxima suportada por cada animal. A carga máxima foi determinada através do Teste de Carga Máxima (Osório e colaboradores, 2003).

O material utilizado para a confecção das cargas foram esferas de chumbo pesadas em balança de precisão e acopladas ao corpo do animal através de coletes elásticos individuais. Para a realização do protocolo de atividade física foi utilizado um tanque de fibra com dimensões de 100 cm (comprimento) X 50 cm (largura) X 60 cm (altura).

Foi utilizada água potável, a qual foi substituída após cada sessão de treinamento. A temperatura da água foi ajustada entre 33°C a 36°C, através de termostato instalado junto à lateral do tanque e monitorado por um termômetro de mercúrio manual durante toda a sessão de treinamento.

As sessões de natação foram realizadas coletivamente, de modo que os seis animais do mesmo grupo nadaram ao mesmo tempo. Após o término de cada sessão os animais foram retirados da água, secos manualmente e colocados sob banho de luz.

**Testes de carga máxima**

O Teste de Carga Máxima (TCM) foi realizado 24 horas após o término do período de adaptação, em todos os animais submetidos a natação, de maneira individual.

Os animais foram pesados e o teste se inicia com sobrecarga de 1% do peso do animal.

Para cada fase de três minutos foi acrescentado mais 1% de carga e assim sucessivamente até que o animal não consiga permanecer na superfície da água. A partir da imersão foram cronometrados oito segundos. Quando o animal não conseguir retornar à superfície após este período, este é retirado da água e a carga anterior considerada a carga máxima suportada pelo respectivo animal.

**Induções de contrações para obtenção de dados**

Em modelos animais o músculo tibial anterior é de significativo interesse para pesquisa devido ao seu tamanho relativamente grande, por sua inervação pelo nervo ciático e sua mesclada composição de tipo de fibras musculares, por essas características tem sido amplamente utilizado como ferramenta de estudos (Shin e colaboradores, 2008).

Os animais foram submetidos a um teste de contração muscular em eletrofisiógrafo acoplado a transdutor isométrico de força, na semana seguinte ao término do treinamento de natação. Todos os animais foram anestesiados e sedados.

Após, verificado os reflexos e confirmado que o animal não mais respondia aos estímulos, iniciou-se o procedimento cirúrgico. Foi dissecado o músculo tibial direito e uma incisão foi feita para localizar o nervo ciático, depois de localizado, este foi conectado a um eletrodo para receber impulsos elétricos.

O tendão também foi dissecado e conectado ao transdutor isométrico para o registro das contrações realizadas pelo músculo.

A estimulação foi induzida por pulsos de 1HZ. Depois de estabelecida a voltagem mínima a qual o músculo apresentou resposta, a voltagem foi acrescida gradativamente até encontrar a voltagem máxima responsiva. As contrações musculares e tetânicas em resposta aos estímulos foram registradas em um eletrofisiógrafo GEMINI 7070 da UGO BASILE, através de um transdutor isométrico.

Foram realizadas contrações seriada durante 2 minutos e logo após foi induzido a

contração tetânica com duração de 10 segundos.

Para induzir a contração tetânica, a frequência foi elevada para 50Hz durante um período de 10 segundos. A velocidade do papel utilizada para os registros foi de 005 mm/s e 300 mm/s respectivamente.

A força de contração é determinada através do pico obtido na contração tetânica e será expressa em gramas, já a fadiga muscular foi caracterizada pela incapacidade de se manter a contração muscular durante os 10 segundos de contração tetânica.

### Protocolo de anestesia

Os animais foram anestesiados e sedados por injeção intraperitoneal (IP) de

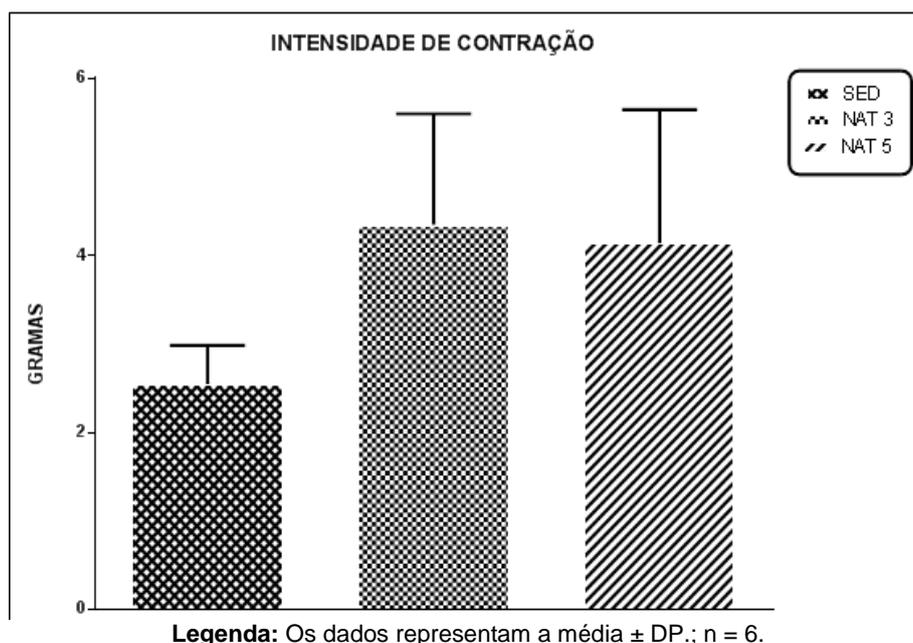
Ketamina 10% e Xilazina 2% na dosagem (100mg/Kg e 10mg/Kg respectivamente).

Posteriormente o animal foi posicionado na mesa cirúrgica em decúbito dorsal, para realização do procedimento cirúrgico e indução das contrações.

### Análises estatística

Para análise estatística dos resultados foi utilizado o método ANOVA e testes de comparações múltiplas Tukey-Kramer foram aplicados para checar os valores dos diferentes grupos. Diferenças foram consideradas significativas se  $p < 0,05$ .

### RESULTADOS DISCUSSÃO



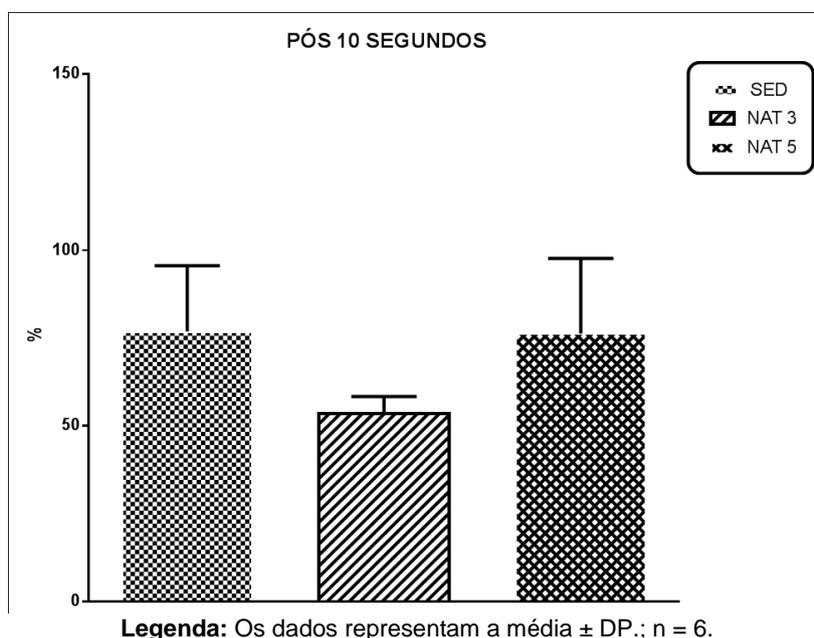
**Figura 1** - Representa o pico máximo durante contração tetânica em camundongos swiss para os diferentes grupos experimentais.

Os dados da figura um representa a média dos grupos referente a intensidade de força muscular em gramas. As análises estatísticas demonstram que não houve diferença significativa entre os grupos comparados e o valor de p obtido foi ( $p < 0,0001$ ).

Os dados da figura dois representa a queda percentual pós 10 segundos de

contração tetânica, esse parâmetro este diretamente relacionado com o limiar da fadiga muscular, sendo o grupo que apresenta a menor queda, demonstra maior resistência à fadiga.

As análises estatísticas demonstram que não houve diferença significativa entre os grupos comparados e o valor de p obtido foi ( $p < 0,0001$ ).



**Figura 2** - Área sob a curva durante 10 segundos de contração tetânica em camundongos swiss para os diferentes grupos experimentais.

A figura um apresenta os dados médios do pico máximo de contração tetânica ou intensidade de contração, que representa a força máxima contrátil do músculo, nesse parâmetro é possível observar que o grupo treinado na natação com volume três vezes por semana obteve números mais expressivos, porém não significativos quando comparados aos grupos sedentários e ao grupo que nadou cinco vezes por semana.

O grupo (NAT5) por sua vez também obteve maiores resultados quando comparados ao grupo formado por camundongos sedentários, porém não significativos. Mesmo assim, podemos demonstrar que a atividade física pode induzir um aumento a capacidade de contração muscular, independente do volume de treinamento utilizado, três ou cinco vezes por semana.

Na figura dois está representado os dados referentes à contração tetânica após 10 segundos de estímulo, este parâmetro está associado a capacidade do músculo se manter contraído por determinado tempo, em uma condição próxima ao seu pico máximo de contração, demonstrando assim sua resistência a fadiga.

Neste caso o grupo que nadou 3 vezes por semana demonstrou maior

capacidade de manter a contração muscular, porém essa diferença não foi significativa.

Contrariando nossas expectativas o grupo que praticou atividade de natação durante 5 vezes por semana teve queda percentual ainda maior do que o grupo sedentário, este dado pode sugerir um possível sobre-treinamento, devido ao seu volume de treinamento aumentado, o que nos motiva a prosseguir com pesquisas nessa linha, já que o sobre-treinamento vem sendo investigado como maior vilão dos atletas em suas respectivas quedas de rendimento.

### CONCLUSÃO

Concluimos que através dos parâmetros utilizados nesse estudo para observar a contração muscular, não houve diferença significativa para os grupos que fizeram atividade física três ou cinco vezes por semana, porém conseguimos observar alterações.

Mesmo não sendo significativa, podemos inferir que a atividade física pode promover adaptações fisiológicas favoráveis para a melhora da condição muscular e aumento do limiar de fadiga.

Resultados que podem motivar profissionais da área de saúde no estímulo a

população de maneira geral a pratica da atividade física mesmo que em frequência diária menor que cinco vezes por semana, objetivando melhora na qualidade vida.

## REFERÊNCIAS

- 1-Alves, L. L.; Forjaz, C. Influência da intensidade e do volume de treinamento aeróbico na redução da pressão arterial de hipertensos. *Rev. Bras. Ci. e Mov.* Vol. 15. Num. 3. 2007. p. 115-122.
- 2-Brum, P. C.; Forjaz, C. L. M.; Tinucci, T.; Negrão, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercícios físico no sistema cardiovascular. *Rev. Paul. Educ. Fís.* Vol.18. Num. 12. 2004. p.21-31.
- 3-Ciolac, E. G.; Guimarães, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 10. Num. 4. 2004.
- 4-Cunha, G, S; Ribeiro, J, L; Oliveira, A, R. Sobre-treinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. *Rev. Bras. Méd. Esporte.* Vol. 12. Num. 5. 2006.
- 5-Fernandes, T.; Hashimoto, N. Y.; Schettert, I. T.; Nakamuta, J. S.; Krieger, J. E.; Oliveira E. M. O grau de melhora na função das células Progenitoras endoteliais derivadas da Medula óssea é dependente do volume de treinamento físico. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 19. Num. 4. 2013.
- 6-Lapin, P, L.; Prestes, J.; Pereira, G, B.; Palanch, C, R.; Cavaglieri, C, R.; Verlengia, R. Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico. *Revista Brasileira de educação física, esporte, lazer e dança.* Vol. 2. Num. 4. 2007.
- 7-Maior, A. S.; Netto, C. F.; Eichwald, A.; Druck, G.; Villaça, G.; Foschieira, R. S.; Oliveira, W. B.; Menezes, P.; Marques-Neto, R, S.; Cavinato, C. Influência da intensidade e do volume de treinamento resistido no comportamento autonômico cardíaco. *Rev. SOCERJ.* Vol. 22. Num. 4. 2009. p. 201-209.
- 8-Matos, N. F.; Winsley, R. J.; Williams, C. A. Prevalence of nonfunctional overreaching/overtraining in young English Athletes. *Official journal of the American college of sports medicine.* Vol.11. Num. 5. 2011 p. 1287-1294.
- 9-Oliveira, M. F. M.; Caputo, F.; Greco, C. C.; Denadai, B.S. Aspectos Relacionados Com a Otimização do Treinamento Aeróbio Para o Alto Rendimento. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 16. Num. 1. 2010.
- 10-Osório, R. A. L.; Silveira, V. L. F.; Maldjian, S.; Morales, A.; Christofani, J. S.; Russo, A.K.; Silva, A.C.; Piçarro, I. C. Swimming of pregnant rats at different water temperatures. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* Vol. 135. Num. 4. 2003. p. 605-611.
- 11-Prior, B. M.; Yang, H. T.; Terjung, R. L. What makes vessels grow with exercise training?. *Journal of Applied Physiology.* Vol.97. Num 14. 2004. p. 1119-1128.
- 12-Rohlf's I. C. P. M.; Mara, L. S.; Lima W.S.; Carvalho, T. Relationship of the overtraining syndrome with stress, fatigue, and serotonin. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 11. Num 6. 2005.
- 13-Shin, R. H.; Vathana, T.; Giessler, G. A.; Friedrich, P. F.; Bishop, A. T.; Shin, A. Y. Isometric tetanic force measurement method of the tibialis anterior in the rat. *Microsurgery.* Vol. 28. Num. 6. 2008. p. 452-7.
- 14-Silva, G. M. E; Valverde, T; Brito, C. J; Garcia, J, M. Capacidade de repetição da força: efeito das recuperações interséries. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* Vol.27. Num. 4. 2013. p.689-705.
- 15-Simola, R. A. P; Samulski, D. M; Prado, L. S. Overtraining: uma abordagem multidisciplinar. *Rev. Iberoamericana de psicologia del ejercicio y el deporte.* Vol. 2. Num 1. 2007.
- 16-Souza F.B.; Ferreira R.C.A.; Fagundes, A. A.; Kawaguchi, L.Y.A; Ribeiro. W.; Osório R.A. Analysis of Anaerobic Performance between Futsal and Handball through the Wingate Test. *Advances in Physical Education.* Vol. 4. Num. 1. 2014. p. 25-28.

Recebido para publicação 18/09/2014  
Aceito em 29/05/2015