



Agora  
indexada na  
SciELO

**revista portuguesa de  
ciências do desporto**

Volume 6 - Nº 2  
Maio-Agosto 2006

portuguese journal  
of sport sciences



**Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**  
[Portuguese Journal of Sport Sciences]

Publicação quadrimestral da  
Faculdade de Desporto da Universidade do Porto  
Vol. 6, Nº 2, Maio-Agosto 2006  
ISSN 1645-0523 · Dep. Legal 161033/01

**Director**

Jorge Olímpio Bento (Universidade do Porto)

**Editores**

António Teixeira Marques (Universidade do Porto)  
José Oliveira (Universidade do Porto)

**Conselho editorial [Editorial Board]**

Adroaldo Gaya (Universidade Federal Rio Grande Sul, Brasil)  
António Prista (Universidade Pedagógica, Moçambique)  
Eckhard Meinberg (Universidade Desporto Colónia, Alemanha)  
Gaston Beunen (Universidade Católica Lovaina, Bélgica)  
Go Tani (Universidade São Paulo, Brasil)  
Ian Franks (Universidade de British Columbia, Canadá)  
João Abrantes (Universidade Técnica Lisboa, Portugal)  
Jorge Mota (Universidade do Porto, Portugal)  
José Alberto Duarte (Universidade do Porto, Portugal)  
José Maia (Universidade do Porto, Portugal)  
Michael Sagiv (Instituto Wingate, Israel)  
Neville Owen (Universidade de Queensland, Austrália)  
Rafael Martín Acero (Universidade da Corunha, Espanha)  
Robert Brustad (Universidade de Northern Colorado, USA)  
Robert M. Malina (Universidade Estadual de Tarleton, USA)

**Comissão de Publicação [Publication Committee]**

Amândio Graça (Universidade do Porto, Portugal)  
António Manuel Fonseca (Universidade do Porto, Portugal)  
Eunice Lebre (Universidade do Porto, Portugal)  
João Paulo Vilas Boas (Universidade do Porto, Portugal)  
José Pedro Sarmento (Universidade do Porto, Portugal)  
Júlio Garganta (Universidade do Porto, Portugal)  
Maria Adília Silva (Universidade do Porto, Portugal)  
Olga Vasconcelos (Universidade do Porto, Portugal)  
Ovídio Costa (Universidade do Porto, Portugal)  
Rui Garcia (Universidade do Porto, Portugal)

**Design gráfico e paginação** Armando Vilas Boas  
**Impressão e acabamento** Multitema

**Assinatura Anual** Portugal e Europa: 37,50 Euros  
Brasil e PALOP: 45 Euros, outros países: 52,50 Euros  
**Preço deste número** Portugal e Europa: 15 Euros  
Brasil e PALOP: 15 Euros, outros países: 20 Euros

**Tiragem** 500 exemplares

**Copyright** A reprodução de artigos, gráficos ou fotografias só é permitida com autorização escrita do Director.

**Endereço para correspondência**

**Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**  
Faculdade de Desporto da Universidade do Porto  
Rua Dr. Plácido Costa, 91  
4200.450 Porto · Portugal  
Tel: +351-225074700; Fax: +351-225500689  
[www.fcdef.up.pt](http://www.fcdef.up.pt) – [expediente@fcdef.up.pt](mailto:expediente@fcdef.up.pt)

**Consultores [Consulting Editors]**

Alberto Amadio (Universidade São Paulo)  
Alfredo Faria Júnior (Universidade Estado Rio Janeiro)  
Almir Liberato Silva (Universidade do Amazonas)  
Anthony Sargeant (Universidade de Manchester)  
Antônio Carlos Guimarães† (Universidade Federal Rio Grande Sul)  
António da Paula Brito (Universidade Técnica Lisboa)  
António José Silva (Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro)  
António Roberto da Rocha Santos (Univ. Federal Pernambuco)  
Carlos Balbinotti (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)  
Carlos Carvalho (Instituto Superior da Maia)  
Carlos Neto (Universidade Técnica Lisboa)  
Cláudio Gil Araújo (Universidade Federal Rio Janeiro)  
Dartagnan P. Guedes (Universidade Estadual Londrina)  
Duarte Freitas (Universidade da Madeira)  
Eduardo Kokubun (Universidade Estadual Paulista, Rio Claro)  
Francisco Alves (Universidade Técnica de Lisboa)  
Francisco Camiña Fernandez (Universidade da Corunha)  
Francisco Carreiro da Costa (Universidade Técnica Lisboa)  
Francisco Martins Silva (Universidade Federal Paraíba)  
Glória Balagué (Universidade Chicago)  
Gustavo Pires (Universidade Técnica Lisboa)  
Hans-Joachim Appell (Universidade Desporto Colónia)  
Helena Santa Clara (Universidade Técnica Lisboa)  
Hugo Lovisolo (Universidade Gama Filho)  
Isabel Fragoso (Universidade Técnica de Lisboa)  
Jaime Sampaio (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro)  
Jean Francis Gréhaigne (Universidade de Besançon)  
Jens Bangsbo (Universidade de Copenhaga)  
João Barreiros (Universidade Técnica de Lisboa)  
José A. Barela (Universidade Estadual Paulista, Rio Claro)  
José Alves (Escola Superior de Desporto de Rio Maior)  
José Luis Soidán (Universidade de Vigo)  
José Manuel Constantino (Universidade Lusófona)  
José Vasconcelos Raposo (Univ. Trás-os-Montes Alto Douro)  
Jurez Nascimento (Universidade Federal Santa Catarina)  
Jürgen Weineck (Universidade Erlangen)  
Lamartine Pereira da Costa (Universidade Gama Filho)  
Lilian Teresa Bucken Gobbi (Univ. Estadual Paulista, Rio Claro)  
Luiz Cláudio Stanganelli (Universidade Estadual de Londrina)  
Luís Sardinha (Universidade Técnica Lisboa)  
Manoel Costa (Universidade de Pernambuco)  
Manuel João Coelho e Silva (Universidade de Coimbra)  
Manuel Patrício (Universidade de Évora)  
Manuela Hasse (Universidade Técnica de Lisboa)  
Marco Túlio de Mello (Universidade Federal de São Paulo)  
Margarida Espanha (Universidade Técnica de Lisboa)  
Margarida Matos (Universidade Técnica de Lisboa)  
Maria José Mosquera González (INEF Galiza)  
Markus Nahas (Universidade Federal Santa Catarina)  
Mauricio Murad (Universidade do Estado do Rio de Janeiro)  
Pablo Greco (Universidade Federal de Minas Gerais)  
Paula Mota (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro)  
Paulo Farinatti (Universidade do Estado do Rio de Janeiro)  
Paulo Machado (Universidade Minho)  
Pedro Sarmento (Universidade Técnica de Lisboa)  
Ricardo Petersen (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)  
Sidónio Serpa (Universidade Técnica Lisboa)  
Silvana Göllner (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)  
Valdir Barbanti (Universidade São Paulo)  
Víctor Matsudo (CELAFISCS)  
Víctor da Fonseca (Universidade Técnica Lisboa)  
Víctor Lopes (Instituto Politécnico Bragança)  
Wojtek Chodzko-Zajko (Universidade Illinois Urbana-Champaign)

#### ARTIGOS DE INVESTIGAÇÃO [RESEARCH PAPERS]

- 143 Alterações imunológicas e antropométricas induzidas por uma ultramaratona em Kayak. Um estudo de caso  
Immunological and antropometric changes induced by an ultramarathon in kayak. A case study  
J.A. Rodrigues dos Santos, J. Candeias, M.C. Magalhães
- 154 Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de Futebol  
Comparison between the effort intensity of young soccer players in the first and second halves of the soccer game  
Lucas Mortimer, Luciano Condessa, Vinícius Rodrigues, Daniel Coelho, Danusa Soares, Emerson Silami-Garcia
- 160 Exercício contínuo e intermitente: Efeitos do treinamento e do destreinamento sobre o peso corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos  
Continuous and intermittent exercise: Effects of training and detraining on body weight and muscle metabolism in obese rats  
Larissa Braga, Maria Mello, Fúlvia Manchado, Claudio Gobatto
- 170 Exercício rosca bíceps: influência do tempo de execução e da intensidade da carga na atividade eletromiográfica de músculos lombares  
Biceps curl exercise: endurance time and load level effects in the electromyographic activity of lumbar muscles  
Anderson Oliveira, Mauro Gonçalves, Adaliso Cardozo, Fernando Barbosa
- 179 Efeito do número de demonstrações na aquisição de uma habilidade motora: um estudo exploratório  
Effect of the number of demonstrations on a motor skill learning: An exploratory study  
Alessandro Bruzi, Leandro Palhares, João Fialho, Rodolfo Benda, Herbert Ugrinowitsch.
- 188 Análise da assimetria nos padrões fundamentais arremessar e chutar em crianças  
Asymmetry analysis of overarm throwing and kicking motor patterns in children

Ilca Santos, Guilherme Lage, Adriana Calvacante, Herbert Ugrinowitsch, Rodolfo Benda

- 194 A competência percebida pelos alunos, as expectativas do professor e o desempenho acadêmico: como se relacionam na disciplina de educação física?  
Pupil's self-perceived competence, teacher expectations, and academic performance: How do they relate in Physical Education?  
José Henrique, Carlos Januário
- 205 As associações desportivas em Porto Alegre, Brasil: espaço de representação da identidade cultural teuto-brasileira  
The sport associations in Porto Alegre, Brazil: space for representation of the German-Brazilian cultural identity  
Janice Mazo, Adroaldo Gaya

#### ARTIGOS DE REVISÃO [REVIEWS]

- 217 Glicocorticóides e síndrome metabólica: aspectos favoráveis do exercício físico nesta patofisiologia  
Metabolic Syndrome and Glucocorticoid: Favorable aspects of physical exercise on this pathophysiology  
J. Rodrigo Pauli, Luciana Souza, Gustavo Rogatto, Ricardo Gomes, Eliete Luciano
- 229 Compreendendo o *overtraining* no desporto: da definição ao tratamento  
Understanding overtraining in sports: from definition to treatment  
Adelino S. R. Silva, Vanessa Santhiago, Cláudio A. Gobatto

#### ENSAIO [ESSAY]

- 241 Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas  
One should not compare explosive strength and muscular power even if some connection can be found between both abilities  
Carlos Carvalho, Alberto Carvalho
- 249 Pedagogia da viagem. Arlequim, Mestiço, Híbrido, uma colcha de retalhos  
Traveler's pedagogy  
Adroaldo Gaya

## Nota editorial

### *Diário de bordo — Ventos alísios*

Jorge Bento

#### VIAGEM

*Aparelhei o barco da ilusão  
E forcei a fé do marinheiro  
Era longe o meu sonho, e traiçoeiro  
O mar...  
(Só nos é concedida  
Esta vida que temos;  
E é nela que é preciso  
Procurar o velho paraíso  
Que perdemos.)  
Prestes, larguei a vela  
E disse adeus ao cais, à paz tolhida.  
Desmedida, a revolta imensidão  
Transforma dia a dia a embarcação  
Numa errante e alada sepultura...  
Mas corto as ondas sem desanimar.  
Em qualquer aventura,  
O que importa é partir, não é chegar.*

Miguel Torga

1. Preocupam-me os excessos do futebol. Tal como as claques que se assemelham a hordas de selvagens, sem cultura e sem alma, por dentro vazios de princípios e valores, mas cheios de instintos bárbaros e primários. Assusta-me que haja gente que esgota a vida a brigar por uma equipa. E que se entrega ao futebol a ponto de se esquecer da sua vida, de outra vida, com outro sentido e elevação.

Sim, essa forma de extremismo e fanatismo religioso dá que pensar e temer. Mas assusta-me muito mais a comissão liquidatária da alma lusitana - escarolada, limpa, laboriosa, íntegra, proba, séria e honrada – que se instalou entre nós. As marcas nobres dessa

alma, os traços essenciais e ancestrais que a perfazem e exaltam estão a ser abatidos e entregues ao desbarato pelo despudor neoliberal.

O pensamento filosófico, na antiguidade como no presente, viu e vê na ilusão o alimento preferido da felicidade. Tudo quanto seja fonte multiplicadora de encantamento e ilusão leva a modalidades superiores de configuração da vida e portanto abeira da felicidade ou, no mínimo, oferece momentos e oportunidades de concretização desta utopia. Não podemos, pois, deixar de ver o desporto em geral e o futebol em particular como um campo de sementeira fértil de ilusões e, por via destas, de vivência de situações únicas e renováveis de felicidade. Ora é isto mesmo que o Mundial de Futebol constitui para tantas pessoas em todos os recantos do globo, para mim e milhões de portugueses. O apego ao futebol traduz descrença no resto. É a única tábua de salvação à vista de um povo à deriva. Por isso também tenho medo dos tempos seguintes à conclusão do certame. O vazio promete alastrar. Aonde iremos buscar a ilusão que sustenta a vida?

2. A hora é estranha. É como se a mortalidade flutuasse no ar e vivêssemos um intervalo, num lugar que não mais nos reconhece. Como se a sabedoria, a decência e lucidez voassem pela janela, à medida que a crise se adensa. Todavia no fundo do nosso íntimo vive a convicção de que o homem volta sempre às suas próprias necessidades de beleza, verdade e discernimento. Mais, acredito que na escrita, no ensino e aprendizagem da vida só perdura aquilo que obedece a três critérios: esplendor ético e estético, força intelectual, sapiência.

Mas é uma crença desmentida pela conjuntura. Este é o tempo de *Dom Quixote*: de beirar a transcendên-

cia e simultaneamente de sucumbir à desilusão, como se apenas houvésemos de alcançar a apoteose no silêncio tranquilo e amargo do aniquilamento e resignação. Aceitemos, pois, os limites das possibilidades, sem esquecer as palavras de Hilel: “Onde não houver homens, esforçai-vos para agir como um homem”. E tendo também em conta a advertência de Tarphon: “Não sois obrigados a concluir a obra, mas tampouco estais livres para desistir dela”.<sup>1</sup>

Mantenhamos vivas as convicções ganhas num trajecto esforçado, suado e limpo. E continuemos a iluminar as noites e dias da dúvida opressora com este clarão de Mário Quintana: “A vida são deveres que nós trouxemos para fazer em casa”. Para os guardar e cumprir. Sei que eles caíram em desuso. Porém é mister que sigamos o rumo traçado, para não cairmos na farsa e mentira. Os enganadores têm o castigo de ser o que são; não são nada, falta-lhes identidade. Eis porque devemos passar de cara erguida, leves e orgulhosos de nós, por entre a multidão desfigurada.

Sim, devemos preferir a dificuldade dorida do dever porfiado à vantagem indevida do dever contornado. Até porque o homem que a dor não educou não passa de uma criança. A dor torna-nos mais fortes e por certo mais sábios, cépticos e prudentes, embora também pessimistas e solitários.

3. Quando olho a conjuntura e as circunstâncias, vem-me à memória o poeta russo Maiakowski. O poeta acreditava piamente na revolução e que dela sairia um mundo melhor, mais justo, fraterno e solidário. Pouco a pouco foi percebendo que os líderes do seu país tinham perdido a alma. O desrespeito e os atropelos brutais à dignidade física e moral das criaturas eram a regra vigente. Desiludido e sem esperança, em 1930 rendeu-se e saiu de cena, pondo um fim trágico à sua vida.

Também hoje vivemos tempos dúbios e tristes. Muitos de nós já sentem angústias e desalentos próximos aos do poeta. Perdemos a confiança em gente que se afirmava ciosa do bem comum, apostada em combater iniquidades e diminuir as desigualdades sociais. Tudo o que traduz solidariedade, atenção e respeito do outro, do semelhante, é destruído sem apelo nem agravo. O doente, o necessitado e o desvalido são erigidos em privilegiados e como tal vilipendiados e execrados na praça pública. Por isso vai alastrando uma onda de suspeição, descrédito e

desesperança, em relação aos políticos e ao seu jeito tão baixo de fazer política. Contudo ela não gera revolta; pelo contrário, redundando em passividade e desistência, o que é deveras preocupante.

Só que eu sou professor, pertença à profissão da palavra e da obrigação de a dizer alto. Não procederei como Maiakowski, nem tampouco fico calado, à espera que me tirem a voz da garganta e já não possa falar.

Não deixemos que o silêncio dos melhores seja cúmplice do alarido e desvergonha dos piores! Não percamos a alma, nem permitamos que nos roubem o direito de sonhar, a vontade de viver melhor!

Sim, é tudo isto que causa dor em mim e em muitos portugueses. Não foi tão presente enquanto a nossa Selecção esteve no Mundial. Depois veio o pesadelo a toldar a nossa visão sobre um horizonte onde já não se descortina a ilusão. Da terra emerge uma cruz com um epitáfio: “Aqui jaz a alma portuguesa. Vendida e perdida por...” Recuso-me a continuar a ler, porque é longa a lista dos que a vendem e perdem.

4. Somos poucos e sem peso económico, mediático e comercial, mas fomos longe no Mundial de Futebol. Na Europa não há admiração pelos feitos desmedidos da nossa história, mas na Alemanha sentiu-se o vento lusitano. Esse sopro universal que insufla a inquietação de Portugal, tão bem dito por Miguel Torga, que é o de não ter medo senão da pequenez, “medo de ficar aquém do estalão por onde, desde que o mundo é mundo, se mede à hora da morte o tamanho de uma criatura”.<sup>2</sup>

O papel que nos tocou desempenhar na história da Humanidade ri-se da soberba europeia. A via-sacra da nossa aventura ingente deixou-nos na pele uma nova tatuagem e o sudário de uma condição desgarrada; transformou-nos em arlequins de roupa multicolorida. Somos híbridos, mestiços, polimorfos, ubíquos, divididos e perdidos na lonjura e na distância. Uma colcha de retalhos e estilhaços, a revelar a unidade da espécie humana. Antes tínhamos só as marcas do agro originário; hoje temos traços de outras culturas, somos também africanos, asiáticos, angolanos, brasileiros, cabo-verdeanos, goeses, guineenses, macaenses, moçambicanos, timorenses etc. Temos a pátria aumentada e gememos por todas as suas parcelas no desespero duma opção impossível. Somos duplos? É claro que não somos duplos, somos isso sim um ser

por inteiro, mais humano, mais solidário, mais comunitário. Somos sim um sujeito mais universal, um cidadão global e planetário. Como um Cristo de amplos braços. A isso chama-se ser português.

No decurso da nossa peregrinação e errância houve desencontros com os povos que conosco se cruzaram. Mas também houve encontros, aproximações, paixões, amores e sexo insubmissos a pudores da epiderme e a arrogâncias biológicas, redundando em casamentos que misturaram o sangue e geraram laços e afectos. Por isso somos Sísifos com as pernas escanchadas sobre o oceano, apostados em secá-lo e unir as suas margens.

Estava em Cabo Verde quando Portugal jogou com Angola. Alegrei-me com a vitória, mas não entrei em excesso de festa e euforia. Talvez os angolanos precisassem mais do que nós de ganhar para porem uma pincelada de alegria em cima da espessa camada de agrura e incerteza que cobre o seu dia-a-dia. Para Angola vai, pois, uma saudação de estima e apreço pelo feito realizado, tal como a minha profunda sintonia com o entusiasmo que varreu o povo angolano. Em Cabo Verde senti a identificação com Portugal. Ela mantém-se viva, apesar das vicissitudes da política e do poderoso cortejo de interesses económicos que tudo fazem para destruir laços antigos e, em seu lugar, colocar outros mais superficiais e surdos à voz dos afectos. A nossa Selecção também é a de muitos cabo-verdeanos, mas o Brasil também conquista cada vez mais corações naquelas paragens. Este facto dá-me satisfação, por ser prova inofismável de que a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa tem raízes fundas no sentir dos povos que a perfazem. Ela é uma realidade bem mais sólida e visível nas atitudes das pessoas do que no cenário político. Igualmente de Goa, do Brasil, Timor e outras bandas recebi testemunhos da intensa comunhão lusófona e do apoio activo às selecções do nosso idioma. Foram deveras comoventes os telefonemas que chegaram de Goa, de Manaus, de Porto Alegre, de São Luís do Maranhão, de São Paulo e do Rio de Janeiro, a transmitir a corrente de solidariedade, quer no início, quer após os jogos. Nos locais mais recônditos do globo havia bandeiras do Brasil e de Portugal a ondular ao vento do amor, da veneração e admiração. E erguia-se no ar a chama resplandecente da alma lusófona, grávida e acrescida de sonho e futuridade.

O nosso lugar certo e natural é portanto na imensidão lusófona. É nela que podemos encontrar arrimo e lambar as feridas provocadas pelas mordeduras dos canzarrões que defecam no Mundo. Por isso mesmo é que me dói ver responsáveis políticos, inclusive na área desportiva, exibirem um ar de riso desdenhoso quando se fala na lusofonia e na sua comunidade. A cara dessa gente não engana; a sua alma tem os ferros das ganadarias dos mares do norte. Viva o Portugal multicolorido! Viva a pátria lusófona!

5. Como disse atrás, estive recentemente no meio do Oceano Atlântico, em Cabo Verde. Ao contemplar aquelas ilhas e o esforço titânico das suas gentes para dobrarem o destino e a rudeza das circunstâncias, dei-me conta de que não podemos ser todos iguais; a dimensão telúrica do local do nascimento condiciona o ser e a obra das criaturas. A grandeza da alma e da autenticidade e ternura humanas que se derramam na sua face. Realmente a gente de Cabo Verde é incomparável no tamanho e limpidez da alma e do coração, dos sonhos, do afecto e generosidade, da alegria de dar, de ser fraterna e de se sentir lusófona. Aberta ao mistério, à fé e ao milagre da vida, faz brotar das cinzas e fragas vulcânicas as plantas, flores e frutos que incendeiam de riso, harmonia e festa o cântico sofrido e magoado da existência. Na falta de água, rega a seca e o chão com lágrimas de saudade e emoção.

Isto leva-me a considerar irrelevantes as razões e o teor deste texto. Talvez o devesse deitar fora e escrever de novo. Eis uma sugestão para algo mais lato e abrangente: para recomeçar o texto da vida e reinventar as margens que o seu curso deve seguir. Afinal a vida é uma viagem; é nesta que a aprendizagem acontece e a pessoa amadurece. O saber vem-nos do sabor que a viagem oferece. Estamos e somos em trânsito, num mar salgado e fundo de vivo encantamento e ácida desilusão.

Cabo Verde e o exemplo, a música, a fé, a persistência e a diáspora das suas gentes vão comigo até ao fim da viagem, envoltos na toalha da memória doce e da sentida gratidão. Bem hajam!

<sup>1</sup> BLOOM, Harold (2004): *Onde Encontrar a Sabedoria?* Editora Objetiva Ltda., Rio de Janeiro.

<sup>2</sup> TORGA, Miguel (2002): *Ensaio e Discursos*. Círculo de Leitores.



ARTIGOS DE  
INVESTIGAÇÃO

[RESEARCH PAPERS]



# Alterações imunológicas e antropométricas induzidas por uma ultramaratona em Kayak. Um estudo de caso

J. A. Rodrigues dos Santos<sup>1</sup>

J. Candeias<sup>2</sup>

M.C. Magalhães<sup>2</sup>

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.143>

<sup>1</sup> Universidade do Porto

Faculdade de Desporto  
Portugal

<sup>2</sup> Serviço de Imunologia

Hospital de S. João  
Porto  
Portugal

## RESUMO

Replicando um estudo anterior com o mesmo canoísta veterano, foram analisados, no sangue periférico, os valores de várias células da função imune, bem como algumas medidas antropométricas, antes e um, cinco e dez dias após uma ultramaratona (UM) em Kayak. As amostras sanguíneas foram obtidas em jejum, às 9 horas da manhã e, pelo menos, mais de 12 horas após o último momento de esforço. Foram medidos o número de leucócitos e o número e percentagens de linfócitos, monócitos, neutrófilos, eosinófilos e basófilos. Por citometria de fluxo foram identificados as seguintes subpopulações linfocitárias (CD3+, CD4+, CD8+, CD16+/CD56+, CD19+), *ratio* CD4+/CD8+, CD3+ $\alpha\beta$ , CD3+ $\gamma\delta$ , e os marcadores de activação (CD25+, CD94+ e HLA-DR), bem como as células “naive” (CD45RA+) e “memória” (CD45RO+). As alterações mais significativas após a UM incidiram na redução das células CD4+CD45RA+ (-14.8%), CD94+ (-40%), da *ratio* CD4+/CD8+ (-15.7%) e no aumento das CD4+CD25+ (28%), CD8+ (19%), CD8+CD25+ (36%), CD25+ (29%). Com excepção das células totais CD25+, cujos valores se mantiveram elevados, e das células NK, em que se acentuou a depressão pós-esforço (-13.6%), ao 10º dia após esforço todos os valores de partida foram recuperados e por vezes ultrapassados. Verificou-se uma redução significativa do peso corporal a expensas da redução da percentagem da massa gorda, o que indica um balanço energético negativo no decurso da UM. A evolução dos indicadores imunológicos, neste estudo, indicia uma boa capacidade adaptativa do sujeito a este tipo de esforços. As alterações provocadas pela UM parecem ter um carácter transitório e não se exprimiram por qualquer crise infecciosa das vias respiratórias superiores em todo o tempo do estudo.

**Palavras-chave:** ultramaratona, canoagem, sistema imune, CD4+, CD8+, CD16+/CD56+, CD19+, HLA-DR, CD25+, CD94+, CD45RA+, CD45RO+.

## ABSTRACT

**Immunological and antropometric changes induced by an ultramarathon in kayak. A case study**

*This study, replicating a former study with the same master paddler, investigated the changes on the immune system, as well as some anthropometric indicators, before, and one, five, and ten days after an ultramarathon in kayak. The blood samples were collected in fasting state, at 9 a.m., at least 12 hours after the last exertion. The number of leukocytes and the number and percent of lymphocytes, monocytes, neutrophils, eosinophils, and basophils were assessed. By flow cytometry, the following lymphocytes subsets were identified and assessed: CD3+, CD4+, CD8+, CD16+/CD56+, CD19+, ratio CD4+/CD8+, CD3+ $\alpha\beta$ , CD3+ $\gamma\delta$ , the activation markers (CD25+, CD94+ e HLA-DR), as well as the “naive” (CD45RA+) and “memory” (CD45RO+) cells. The most significant changes after the ultramarathon indicated the decrease of CD4+CD45RA+ (-14.8%), CD94+ (-40%), CD4+/CD8+ ratio (-15.7%) and the increase of CD4+CD25+ (28%), CD8+ (19%), CD8+CD25+ (36%), CD25+ (29%). Total CD25+ cells increase verified after exertion was sustained during the recovery period. The slight depression of the NK cells verified after the ultramarathon, was more pronounced (-13.6%) at the 10<sup>th</sup> day of recovery. The other cells, at the 10<sup>th</sup> of recovery, returned or overpassed the basal values. A significant reduction of the body weight was verified supported by the concurrent reduction of the fat mass, what suggest a negative energetic balance during the ultramarathon. The evolution of the immunological indicators during the study indicated good adaptative capacity of the subject to this kind of exertion. The changes induced by the ultramarathon seem be transitory and didn't trigger any upper respiratory tract infection during the time of exertion or recovery days.*

**Key-Words:** ultramarathon, canoeing, immune system, CD4+, CD8+, CD16+/CD56+, CD19+, HLA-DR, CD25+, CD94+, CD45RA+, CD45RO+.

## INTRODUÇÃO

Em estudo anterior (40), com o mesmo atleta, verificamos uma marcada linfocitose, elevadas percentagens basais de linfócitos CD8+ e *ratio* CD4+/CD8+ abaixo de 1.0, quer em período de treino intenso quer após ultramaratona (UM), não se tendo verificado a ocorrência de qualquer episódio de infecção das vias respiratórias superiores. Alguns sinais indicadores de imunodepressão não se exprimiram em qualquer processo infeccioso. A literatura aponta para o efeito protector do exercício físico moderado, enquanto o exercício físico intenso parece induzir debilidade imunológica que se pode manter expressa durante vários dias (26, 45) e que pode provocar o advento de processos de infecção do tracto respiratório superior (27). No entanto, mesmo o exercício físico de fraca intensidade mas muito prolongado, pode induzir alterações imunológicas que se mantêm durante vários dias (41). Reforçando a tese protectora foi verificado, em ultramaratonistas (29), que os mais experientes apresentavam o sistema imune adquirido mais potenciado, o que atenuava a emergência de episódios infecciosos das vias respiratórias superiores.

Em relação aos indicadores antropométricos, foi comprovado que esforços muito prolongados e de baixa intensidade mobilizam as reservas lipídicas, induzindo redução do peso corporal por diminuição da massa gorda (40).

Assim, o objectivo fundamental deste estudo foi replicar, com o mesmo atleta, o estudo anterior, tentando verificar se esforço idêntico em novas circunstâncias induziria idênticas alterações, quer ao nível do sistema imune quer ao nível antropométrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Sujeito

Canoísta veterano, com 56 anos de idade, praticante da modalidade há mais de 40 anos e com participação frequente em provas competitivas de longa duração.

### Percurso e condições particulares

O percurso foi cumprido no rio Tejo desde Trillo (Espanha) até Lisboa (Portugal), durante 16 dias de esforço, descansando 1 dia em Aranjuez, 1 dia em Talavera la Reina e 1 dia em Vila Velha do Rodão. A quilometragem total rondou os 900 km, que foram

cumpridos em etapas que variaram entre os 50 e os 70 km. O esforço mínimo diário a pagaiar nunca foi inferior a 6 horas. Várias etapas foram desenroladas debaixo de temperaturas superiores a 40 graus centígrados. As barragens foram todas ultrapassadas com o barco às costas, por vezes andando mais de 2 km. Em dois momentos, por má provisão de alimentos, o sujeito esteve um dia sem se alimentar e com reduzido aporte hídrico.

### Composição corporal

A determinação da composição corporal foi obtida a partir da mensuração das pregas de adiposidade subcutânea. A densidade corporal foi estimada a partir da equação de Durnin e Womersley (7) e a percentagem de gordura corporal a partir da equação de Siri (47).

### Amostras sanguíneas

Amostras de sangue venoso periférico (5 ml) foram recolhidas da veia antecubital em tubos contendo etilenodiaminotetracetato (EDTA) e analisadas dentro de 6 horas.

### Valores hematológicos

Os leucócitos totais e uma contagem diferencial de cinco populações foi realizada usando os procedimentos padrão (Max M - Coulter Electronics®).

### Anticorpos monoclonais

Foram utilizados anticorpos monoclonais de rato dirigidos contra os antigénios da superfície celular dos leucócitos e conjugados com diferentes fluorocromos (FITC) e ficoeritrina (PERCEP CY5.5 e APC). O *cluster*, clone, fluorocromos, origem e especificidade e modo de associação desses anticorpos estão sumariados no quadro 1.

Quadro 1. Cluster, clone, corante fluorescente, fonte e especificidade dos anticorpos.

Fluorescência	FITC	PE	PERCEP CYS.5	APC
Monoclonal Clone	CD45 – (BD) 2D1	CD14 – (BD) MqP9		
Monoclonal Clone	CD3 – (BD) SK7	CD16+CD56 – (BD) 3G8 MY31	CD45 – (BD) 2D1	CD19 – (BD) SJ25C1
Monoclonal Clone	CD4 – (BD) SK3	CD8 – (BD) SK1	CD45 – (BD) 2D1	CD3 – (BD) SK7
Monoclonal Clone	TRCA/B – (BD) WT31	TCR G/D – (BD) 11F2	CD45 – (BD) 2D1	CD3 – (BD) SK7
Monoclonal Clone	CD8 – (BD) SK1	CD45RA – (PHARM.) HI100	CD45 – (BD) 2D1	CD4 – (COULTER) 13B8.2
Monoclonal Clone	CD8 – (BD) SK1	CD45RO – (DAKO) UCHL1	CD45 – (BD) 2D1	CD4 – (COULTER) 13B8.2
Monoclonal Clone	CD94 – (PHARM.) HP3D9	CD56 – (BD) MY31	HLA DR – (BD) L243	CD45 – (BD) 2D1
Monoclonal Clone	CD11B – (COULTER) BEAR1	CD13 – (BD) L138	CD45 – (BD) 2D1	CD34 – (BD) 8G12
Monoclonal Clone	CD36 – (COULTER) FA6.152	CD64 – (COULTER) 22	CD45 – (BD) 2D1	CD14 – (BD) MqP9
Monoclonal Clone	CD3 – (BD) SK7	HLA DR – (BD) L243	CD45 – (BD) 2D1	CD14 – (BD) MqP9
Monoclonal Clone	CD4 – (BD) SK3	CD25 – (BD) 2A3	CD45 – (BD) 2D1	CD3 – (BD) SK7
Monoclonal Clone	CD8 – (BD) SK1	CD25 – (BD) 2A3	CD45 – (BD) 2D1	CD3 – (BD) SK7

BD – Becton Dickinson; PHARM. – Pharmingen; COULTER – Coulter Electronics

#### Preparação das amostras para citometria de fluxo

A determinação das subpopulações linfocitárias foi conseguida através de técnica de imunofluorescência directa. As amostras tratadas com EDTA foram incubadas (20 min, 4°C, escuro) com 10 µl de anticorpos monoclonais conjugados com FITC e 5 µl PERCEP e APC. Depois os eritrócitos foram lisados durante 10 min. com 2 ml de *Facs Lysing Solution*®(BD). Finalmente as células foram lavadas em PBS, centrifugadas a 1500 r/min. e resuspendidas em PBS. “List mode files” foram adquiridos num citómetro de fluxo (FACSCALIBUR, BD) dentro de 2 horas.

#### Recolha de dados e análise

A recolha de dados e análise foram realizados com o *software* de investigação FACSCALIBUR Lysis II 1.1. (BD), elaborando gráficos de pontos para a separa-

ção dos linfócitos, usando janelas de dispersão frontal (FSC) *versus* janelas de dispersão lateral (SSC) e confirmados por “gate” em CD45 *versus* SSC, pelo menos nas células com mais alta intensidade de fluorescência em CD45. Foram analisados 10000 eventos. Foram usados 600 volts no multiplicador FL1 e 581 volts no FL2, uma amplificação linear para FL1 e uma compensação espectral para FL2. Para confirmar a população analisada, a percentagem de linfócitos obtida foi comparada com os diferentes valores das 5 subpopulações e com o resultado obtido com o primeiro gráfico de pontos - FL1 *versus* SSC - usando CD45/CD14 (Leucogate - BD). As células que mostraram uma dupla intensidade média de fluorescência, quando comparadas com o controle negativo, eram consideradas positivas.

## RESULTADOS

### Antropometria

*Quadro 2. Alterações antropométricas induzidas pela UM em kayak.*

Indicadores	Antes	1 Dia Após
Peso [kg]	85.3	82.5
Altura [cm]	188	188
Massa Gorda [%]	11.3	9.6
Índice de Massa Corporal (IMC)	24.0	23.3

Verificamos uma marcada redução do peso e percentagem de gordura após a UM.

*Quadro 4. Percentagens das subséries linfocitárias, antes e vários momentos após a realização da UM em kayak.*

Células	Antes	1 Dia Após	5 Dias Após	10 Dias Após
CD3+	71.3	71.3	71.5	71.5
CD3+CD4+	39.6	40.7	40.6	43.2
CD3+CD8+	28.0	27.9	27.5	21.0
CD3CD16+/CD56+	3.4	2.7	2.0	2.8
CD3+ $\alpha\beta$	66.2	69.2	68.1	70.0
CD3+ $\gamma\delta$	1.6	1.5	1.5	1.2
CD3+DR	1.1	0.7	1.6	1.3
CD3CD25+	17.7	25.1	22.3	20.1
CD4+	39.6	40.7	40.6	43.2
CD4+CD45RA	16.2	14.1	14.7	18.5
CD4+CD45RO	32.0	30.1	27.3	32.7
CD4+CD25	16.8	21.5	19.0	17.6
CD8+	29.9	35.6	33.8	27.6
CD8+CD45RA	23.4	25.7	23.4	17.7
CD8+CD45RO	11.1	11.8	10.7	9.0
CD8+CD25	1.9	2.6	2.8	1.5
CD8+CD3-	1.9	7.8	6.4	6.7
CD16+/CD56+	22.0	20.4	18.7	19.0
CD19+	10.8	11.1	11.9	10.1
CD25+	23.4	30.2	29.1	30.2
CD56+	21.4	20.4	18.7	18.4
CD56+CD94+	12.5	10.1	9.1	10.9
CD56DR	0.5	1.7	0.7	1.0
CD94+	17.3	12.3	11.4	12.5
CD94DR	0.5	1.7	0.6	0.6
HLADR	12.1	12.5	13.8	13.0
CD45RA	63.1	60.3	61.1	59.2
CD45RO	44.8	43.6	39.5	43.4
CD4+/CD8+	1.32	1.14	1.20	1.56

Quadro 3. Percentagem e número das células leucocitárias, antes e vários momentos após a realização da UM em kayak.

Células	Antes	1 Dia Após	5 Dias Após	10 Dias Após
Leucócitos [X 10 <sup>9</sup> /L]	4.20	4.16	4.43	4.24
Linfócitos [%]	48.1	46.9	46.0	50.5
Linfócitos [X 10 <sup>9</sup> /L]	2.02	1.95	2.04	2.14
Monócitos [%]	7.0	5.8	6.3	8.9
Monócitos [X 10 <sup>9</sup> /L]	0.3	0.2	0.3	0.4
Neutrófilos [%]	34.1	40.6	40.0	39.0
Granulócitos [X 10 <sup>9</sup> /L]	1.4	1.7	1.8	1.7
Eosinófilos [%]	10.8	6.0	7.0	0.0
Eosinófilos [X 10 <sup>9</sup> /L]	0.5	0.2	0.3	0.0
Basófilos [%]	0.0	0.7	0.7	1.5
Basófilos [X 10 <sup>9</sup> /L]	0.0	0.03	0.03	0.06

## DISCUSSÃO

O stress físico induz alterações dos parâmetros imunológicos que estão, principalmente, dependentes do tipo de esforço (31) e do perfil de actividade física do sujeito (41). As alterações agudas do sistema imune induzidas por um esforço de endurance de curta duração desaparecem ao fim de poucas horas (35). Os esforços de endurance, regulares e muito prolongados, parecem produzir alterações com algum carácter crónico (40).

Foi comprovado (22), após exercício físico exaustivo e prolongado, um aumento do número de leucócitos que permaneceu elevado vários dias. Como adaptação crónica aos esforços de endurance parece acontecer uma redução do número basal de leucócitos (2), o que está de acordo com os valores relativamente baixos encontrados no sujeito do PE. A estabilidade verificada na contagem leucocitária indicia o carácter crónico desta adaptação e é corroborada pelo estudo anterior que realizamos com o mesmo atleta (40). Assim, os presentes dados conflituam, em parte, com a posição de Scharhag et al. (43) que afirmam que o exercício prolongado e moderado não altera de forma significativa a primeira linha de defesa imune. Esta discrepância pode radicar nas diferenças verificadas na situação experimental, já que o nosso raciocínio é reforçado pela verificação de elevadas percentagens basais de linfócitos e baixas de neutrófilos, ambas fora dos valores de referência laboratorial, e que pouco foram alteradas pela UM. O que indicia um estado crónico de debilidade imunológica que

corroborava o nosso estudo anterior (40) e que pode radicar no perfil de esforço habitual deste atleta, o qual pode induzir um estado crónico de alteração da função linfocitária (28).

Será que o exercício prolongado constante altera de forma crónica a função imune? Será que a teoria da “open window”, caracterizada pela diminuição das defesas imunes 1 a 9 horas após exercício prolongado, se pode estabelecer como défice crónico do sistema imunitário quando o treino de endurance muito prolongado se torna sistemático?

Estas perguntas são difíceis de responder já que, contrariando os nossos dados, foram encontrados, em maratonistas, valores de linfócitos ligeiramente inferiores aos normais (16), o que faz supor uma responsividade individual muito diferenciada aos estímulos de treino.

O elevado número de eosinófilos antes da UM pode significar, ou uma agressão parasitária, ou um episódio alérgico intenso. Vamos pela segunda hipótese, já que o canoísta deste estudo caracteriza-se por episódios recorrentes de rinite alérgica com manifestações de hipersensibilidade do Tipo I, com dificuldades respiratórias e prurido cutâneo generalizado, que podem ser detonados ou potenciados por choques anafiláticos de origem alimentar. A regressão a zero da contagem de eosinófilos ao 10º dia de recuperação significa a eliminação do episódio alérgico ou agressão parasitária.

Parece que a resposta aguda ao esforço prolongado é o aumento do número de monócitos (1) que cai

abaixo dos valores basais 3 horas após o exercício (14). No PE verificamos, 1 dia após a UM, uma redução quer na percentagem (-17.2%) quer no número (-33.3%) de monócitos o que, corroborando o estudo de Gabriel et al. (14), indicia uma mobilização dos monócitos para zonas de inflamação provocadas pelo exercício, evoluindo, assim, até macrófagos. Ao 10º dia os valores de partida foram recuperados e mesmo ultrapassados o que pode significar a atenuação do processo fagocitário.

A percentagem total de linfócitos T (CD3+) aumenta após o esforço e rapidamente regressa aos valores basais (27), parecendo ser relativamente estável e independente do estado de treino (20, 35). Essa estabilidade foi verificada neste estudo.

As células CD3+alfa/beta (a nível sistémico) e as CD3+gama/delta (mais a nível do epitélio intestinal) apresentam um papel protector contra uma série de infecções (5, 24) e controlo do processo inflamatório (6) através da secreção de citocinas ou citotoxicidade. As CD3+alfa/beta aumentaram ligeiramente após a UM, mantendo-se estável a percentagem das CD3+gama/delta, indicando um bom estado de vigiância imunológica específico destas células. A inexistência de estudos em desporto com estas subséries linfocitárias não nos permite fazer comparações.

Os linfócitos T exprimindo os receptores para a interleucina-2 (CD25+) que segundo Baum et al. (3) não se modificam com o treino, sofreram após a UM um aumento significativo (29%), o que indica uma superior activação e potenciação contra eventuais agressões de antígenos estranhos (36). Os linfócitos T reguladores (CD4+CD25+), que correspondem a 5-10% das células CD4+ em animais normais (4), apresentavam valores de partida de 16.8% e subiram para 21.5% após a UM. Este aumento significativo (28%) parece apontar para a potenciação da linha de defesa contra doenças infecciosas e auto-imunes. No período de recuperação verificou-se uma tendência para regresso aos valores de partida, o que pode significar que o repouso induz a redução do número de células reguladoras activadas por redução dos focos inflamatórios. Isto é confirmado pelo comportamento das células CD8+CD25+ que, após um pico ao 5º dia de recuperação, regrediram para valores abaixo dos valores de partida ao 10º dia, iniciando uma atenuação da função citotóxica/supressora.

Números baixos de linfócitos CD4+ estão relacionados com várias patologias e situações de imunodepressão. A percentagem de linfócitos CD4+ no decurso do estudo encontrou-se, sempre, dentro dos valores normais em atletas (10). Os valores destas células mantiveram-se praticamente inalterados após a UM, o que é corroborado por outros estudos (15, 32). No entanto, após esforço idêntico, foi verificada uma ligeira redução desta subsérie linfocitária (40). Ao 10º dia e em relação aos valores pós-UM, verificamos um ligeiro aumento, quer da percentagem quer do número total de células CD4+ que passaram de 794/ $\mu$ L para 924/ $\mu$ L de sangue, ou seja, mais 16,3%. Esta evolução dentro dos valores de normalidade (500 a 1600/ $\mu$ L) indica uma certa potenciação do sistema imune que estava ligeiramente debilitado no decurso do esforço, o que é parcialmente corroborado por outro trabalho (25), já que o protocolo experimental no nosso estudo foi muito mais agressivo. Os linfócitos T citotóxicos-supressores (CD8+) aumentaram 19% após a UM regredindo, ao 10º dia, para valores inferiores aos de partida. Embora alguns autores, imediatamente após esforços prolongados, encontrem aumentos (12) ou reduções (32), quer nos parecer que os esforços diários prolongados deste estudo podem ter induzido alterações bi-fásicas, com redução durante o esforço e com aumento após algumas horas de recuperação. Estas alterações coincidem com o comportamento da *ratio* CD4+/CD8+ que diminuiu 15.7% após a UM, aumentando depois. Estes dados corroboram o nosso estudo com o mesmo atleta (40) em que se verificou uma *ratio* basal de 0.87 em período de treino intenso e de 0.92 após UM, com recuperação posterior. Embora alguns autores tenham constatado que o treino moderado de endurance não altera esta *ratio* (46), a descida verificada neste estudo prende-se, no nosso entender, com a elevada quilometragem desenvolvida diariamente. A redução temporária da *ratio* CD4+/CD8+ pode significar o aumento da função citotóxica e um aumento da susceptibilidade a infecções (23). Os nossos dados não apontam para aí já que, quer durante o esforço quer nos 10 dias de recuperação, não se verificou nenhum episódio de infecção das vias respiratórias superiores, o que corrobora a experiência anterior do mesmo atleta em que a redução da *ratio* foi mais acentuada (40).

Quer-nos parecer que durante um esforço exaustivo e prolongado e nos primeiros dias de recuperação, mesmo que alguns indicadores indiquem imunodepressão, o organismo apresenta-se em estado de alerta potenciado contra agressões externas, o que tende a desvalorizar o significado clínico das descidas temporárias da *ratio* CD4+/CD8+. O aumento de 18.2% da *ratio* CD4+/CD8+ ao 10º dia é um sinal de aumento do potencial imunológico com o dominante aumento e influência dos linfócitos T-auxiliadores.

O exercício de endurance, intenso e exaustivo, promove a mobilização das células “natural killer” (CD16+/CD56+), que aumentam no sangue imediatamente após o esforço e, posteriormente, se deslocam para os focos de lesão ou inflamação (13). Também se verificou, após exercício de 1 hora a 75% do VO<sub>2</sub>max, um aumento para o dobro das células NK, que regressaram aos valores de partida dentro de 2 horas (35). O valor basal do sujeito do PE excede ligeiramente o valor superior de referência para atletas (10). O treino sistemático aumenta a contagem basal das células CD16+CD56+ (46), mas parece que tem de ser intenso e prolongado para induzir uma elevação crónica desta subsérie linfocitária (50), o que está de acordo com o perfil de treino deste sujeito. Após a UM verificamos uma redução de 7,3% das células NK que se acentuou (15%) ao 3º dia de recuperação. É de aceitar a hipótese que em esforços excepcionalmente prolongados, como no PE, aconteça uma deslocação das células NK durante o esforço para os locais de inflamação, induzindo reduções pronunciadas que se prolongam no tempo e que parecem depender das prostaglandinas libertadas pelos monócitos e neutrófilos activados (35). Esta asserção é corroborada por Shek et al. (44) que verificaram uma redução significativa das células NK 7 dias após exercício prolongado.

Também Baj et al. (2), em relação ao grupo controlo, verificaram, em ciclistas, uma contagem diminuída das células CD16+. Contrariando os nossos dados, comparando maratonistas com sedentários, verificaram-se idênticas contagens das células NK, mas superior actividade citotóxica naqueles (33).

O *cluster* de diferenciação CD94+ designa células NK maduras e controla a sua função. Após exercício curto e intenso, células NK expressando CD94+ não se alteraram (18) e demonstram grande estabilidade

mesmo em sujeitos altamente treinados (39).

Tomando como referência os valores totais deste marcador, verificou-se uma redução de 40% após a UM que se acentuou ao 3º dia. Esta redução é similar às verificadas em algumas patologias (17) e indica a atenuação da função citotóxica das células NK. No entanto, ao contrário das situações patológicas instaladas, ao 10º dia denota-se uma tendência para recuperar os valores de partida. Após a UM, a percentagem das células NK exprimindo CD94+ diminuiu, embora a percentagem de células activadas (CD94+DR) tenha aumentado 340%, o que indicia aumento do potencial citotóxico das células NK. Os linfócitos B (CD19+) que sofrem aumentos marcantes após exercício regressam rapidamente aos valores de partida (8). No decurso do PE, a percentagem de linfócitos B (CD19+) não sofreu alterações significativas, o que é corroborado por outros estudos (40, 48). No entanto, contrariando os nossos dados, verificou-se que o treino reduz os valores basais das CD19+ (46). Os nossos resultados reforçam a posição de Pedersen (35) que afirma a grande estabilidade das células CD19+ e a impossibilidade de discernir a situação de treinado de não treinado a partir deste indicador.

A HLA-DR é uma glicoproteína presente na superfície de todas as células B, monócitos e células T activadas. Está presente entre 11 a 18% dos linfócitos normais periféricos. No PE as células exprimindo HLA-DR sofreram ligeiras variações entre os vários momentos de avaliação, demonstrando grande estabilidade que parece não ser afectada mesmo durante as adaptações agudas ao exercício (12, 20).

No PE, o valor basal das células CD4+CD45RA+ (16.2%) é superior ao verificado em estudo anterior com o mesmo atleta (9.9%), mas inferior ao verificado em futebolistas (38). Quer-nos parecer que o stresse recorrente determinado por cargas muito prolongadas fez diminuir a percentagem das células “naive” CD4+, que reduziram 14.8% após a UM, recuperando e ultrapassando os valores basais ao 10º dia. Se o esforço for sistemático e recorrente parece haver uma tendência, no decurso do tempo, para a redução desta subsérie linfocitária (38). As células “memória” CD4+CD45RO+, que diminuíram ligeiramente após a UM, recuperaram os valores de partida ao 10º dia, o que conflua com o estudo de Woods et al. (49).

As células CD8+CD45RA+, contrariamente ao verificado noutra estudo (50), sofreram um ligeiro aumento após a UM reduzindo quase 15% ao 10º dia. As células CD8+CD45RO+ não se alteraram após a UM mas reduziram ao 10º dia, o que conflua com outro estudo (11). Esforços muito prolongados parecem apontar para a depressão das células memória CD8+.

As percentagens totais das células CD45RA+ e CD45RO+ sofreram uma ligeira redução após a UM com comportamentos diferentes ao 3º dia. Enquanto as células “naive” aumentavam ligeiramente, as “memória” acentuavam a redução (quase 12% em relação aos valores de partida). Ao 10º dia reverteu-se a situação diminuindo as CD45RA+ e recuperando os valores de partida as CD45RO+. Estes dados estão de acordo com Gabriel et al. (11) que afirmam que o exercício de endurance muito prolongado pode induzir a conversão dos linfócitos CD45RA+ em CD45RO+, o que indica um superior estágio de activação e, talvez, uma superior maturação destas células. A regularidade da *ratio* CD45RA+/CD45RO+, verificada no PE, não justifica essa asserção. O comportamento individual das células “naive e “memória” das subséries CD4+ e CD8+ não nos permite ser muito conclusivos e abre espaço para novos trabalhos.

As células T reguladoras (CD4+CD25+), que parecem desempenhar um papel central na imunomodulação, previnem a autoimunidade, evitam a rejeição de enxertos, controlam as respostas à infecção e inibem os processos inflamatórios (19). Estas células reguladoras são antigénio-específicas e desempenham um papel primordial na imunidade adquirida. Aumentaram 28% após a UM, regredindo ao 10º dia aos valores de partida. Contrariando os nossos dados, alguns autores (3, 21) afirmam que o treino não altera a percentagem deste tipo de células. Pensamos que as condições protocolares justificam as diferenças.

As células CD8+CD25+ aumentaram 36% após esforço e recuperaram para os valores de partida ao 10º dia. Pizza et al. (37) afirmam que quanto mais agressivo for o exercício maior é a expressão de activação dos linfócitos T citotóxicos-supressores. Parece que o treino aumenta os linfócitos

CD8+CD25+ como resposta a uma dada carga (9). Os nossos dados confirmam que, embora o esforço tenha sido de intensidade fraca a moderada, devido ao elevado volume diário constituiu-se num significativo *stressor* do sistema imune.

Embora, os marcadores CD25+ específicos das CD4+ e CD8+ tenham regredido aos valores basais no 10º dia, a percentagem total de células exprimindo receptores alfa para a IL-2 (CD25+) subiu 29% após esforço, o que é corroborado pelo estudo de Mertens et al. (30), e continuou elevada ao 10º dia, o que indicia a activação de outras células leucocitárias. Como em situação de infecção se verifica o aumento dos marcadores de activação linfocitária (e.g. CD25+), quer-nos parecer que os valores elevados ao 10º dia podem indicar uma situação de alguma disfunção imunológica. Esta especulação pode ser abusiva já que outros indicadores de activação (e.g. HLA-DR) não sofreram variações significativas no decurso do estudo, o que nos permite especular que a manutenção elevada dos valores das células exprimindo CD25+ representa um superior estado de imuno-vigilância potenciado pela UM.

Verificou-se uma redução significativa de peso corporal, fundamentalmente à custa da massa gorda. Embora a redução de peso esteja relacionada com a diminuição da proliferação linfocitária estimulada por mitogénios, parece não afectar a imunidade inata do compartimento sanguíneo (34). Shore et al. (46) afirmam que quando o volume de treino é suficiente para induzir um balanço energético negativo, como aconteceu no PE, o sistema imune pode ser negativamente afectado. Quer-nos parecer que a boa condição física do sujeito e a grande adaptabilidade a este tipo de esforços obstou a disfunções marcantes do sistema imune.

Podemos concluir que, seja pelo carácter protector da experiência anterior (40), seja pelo habitual perfil de actividade deste atleta, no PE, embora levado a efeito em situações climatéricas e nutricionais muito agressivas, verificaram-se ligeiras alterações do sistema imune, o que evidencia a óptima capacidade adaptativa deste atleta a este tipo de esforços. Embora algumas alterações persistam ao 10º dia de recuperação, pensamos que são transitórias e não indiciadoras de imunodepressão.

## CORRESPONDÊNCIA

**José Augusto Rodrigues dos Santos**

Faculdade de Desporto  
Universidade do Porto  
Rua Dr. Plácido Costa, 91  
4200-450 Porto  
Portugal  
jaugusto@fcdef.up.pt

## BIBLIOGRAFIA

1. Bain, BJ; Phillips, D; Thomson, K; Richardson, D & Gabriel, I (2000). Investigation of the effect of marathon running on leucocyte counts of subjects of different ethnic origins: relevance to the aetiology of ethnic neutropenia. *British Journal of Haematology* 108(3):483-487.
2. Baj, Z; Kantorski, J; Majewska, E; Zeman, K; Pokoca, L; Fornalczyk, E; Tchorzewski, H; Sulowska, Z & Lewicki, R (1994). Immunological status of competitive cyclists before and after the training season. *International Journal of Sports Medicine* 15(6):319-324.
3. Baum, M; Klopping-Menke, K; Muller-Steinhardt, M; Liesen, H & Kirchner, H (1999). Increased concentrations of interleukin 1-beta in whole blood cultures supernatants after 12 weeks of moderate endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology* 79(6):500-503.
4. Couzin, J (2004). Basic and clinical immunology meeting. An old favorite is resurrected: regulatory T cells take the stage. *Science* 305(5685):772.
5. Cowley, SC; Hamilton, E; Frelinger, JA; Su, J; Forman, J & Elkins, KL (2005). CD4-CD8- T cells control intracellular bacterial infections both in vitro and in vivo. *The Journal of Experimental Medicine* 202(2):309-319.
6. D'Souza, CD; Cooper, AM; Frank, AA; Mazzaccaro, RJ; Bloom, BR & Orme, IM (1997). An anti-inflammatory role for gamma delta T lymphocytes in acquired immunity to Mycobacterium tuberculosis. *The Journal of Immunology* 159(3):1217-1221.
7. Durnin, JVG & Womersley, J (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness. *British Journal of Nutrition* 32:77-97.
8. Espersen, GT; Elbaek, A; Ernst, E; Toft, E; Kaalund, S; Jersild, C & Grunnet, N (1990). Effect of physical exercise on cytokines and lymphocyte subpopulations in human peripheral blood. *Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica* 98:395-400.
9. Fu, SC; Qin, L; Leung, CK; Chan, BP & Chan, KM (2003). Regular moderate exercise training prevents decrease of CD4+ T-lymphocytes induced by a single bout of strenuous exercise in mice. *Canadian Journal of Applied Physiology* 28(3):370-381.
10. Gabriel, H & Kindermann, W (1991). Normal values of lymphocyte subpopulations in athletes. *International Journal of Sports Medicine* 12 (Abstract) 106.
11. Gabriel, H; Schmitt, B; Urhausen, A & Kindermann, W (1993). Increased CD45RA+CD45RO+ cells indicate activated T cells after endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25(12):1352-1357.
12. Gabriel, H; Schwarz, L; Born, P & Kindermann, W (1992). Differential mobilization of leucocyte and lymphocyte subpopulations into the circulation during endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology* 65:529-534.
13. Gabriel, H; Urhausen, A & Kindermann, W (1991). Circulating leucocyte and lymphocyte subpopulations before and after intensive endurance exercise to exhaustion. *European Journal of Applied Physiology* 63(6):449-457.
14. Gabriel, H; Urhausen, A; Brechtel, L; Muller, HJ & Kindermann, W (1994). Alterations of regular and mature monocytes are distinct, and dependent of intensity and duration of exercise. *European Journal of Applied Physiology* 69(2):179-181.
15. Gmunder, FK; Lorenzi, G; Bechler, B; Joller, P; Muller, J; Ziegler, WH & Cogoli, A (1988). Effect of long-term

- physical exercise on lymphocyte reactivity: similarity to spaceflight reactions. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 59:146-151.
16. Green, RL; Kaplan, SS; Rabin, BS; Stanitski, CL & Zdziarski, U (1981). Immune function in marathon runners. *Annals of Allergy* 47:73-75.
  17. Grose, RH; Thompson, FM & Cummins, AG (2005). Deficiency of NK and CD1d-restricted V $\alpha$ 24+ NK T-cells in Crohn's disease and ulcerative colitis. *3<sup>rd</sup> Annual BMRP Investigator Meeting* – Abstract.
  18. Horn, PL; Leeman, K; Pyne, DB & Gore, CJ (2002). Expression of CD94 and 56(bright) on natural killer lymphocytes – the influence of exercise. *International Journal of Sports Medicine* 23(8):595-599.
  19. Joffre, O; Gorsse, N; Romagnoli, P; Hudrisier, D & van Meerwijk, JP (2004). Induction of antigen-specific tolerance to bone marrow allografts with CD4+CD25+ T lymphocytes. *Blood* 103(11):4216-4221.
  20. Kajiura, JS; MacDougall, JD; Ernst, PB & Younlai, EV (1995). Immune response to changes in training intensity and volume in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(8):1111-1117.
  21. Kapazi, ZF; Ouslander, JG; Schnelle, JF; Kutner, M & Fahey JL (2003). Effects of an exercise intervention on immunologic parameters in frail elderly nursing home residents. *The Journals of Gerontology - Biological Sciences and Medical Sciences* 58(7):636-643.
  22. Kayashima, S; Ohno, H; Fujioka, T; Taniguchi, N & Nagata, N (1995). Leucocytosis as marker of organ damage induced by chronic strenuous physical exercise. *European Journal of Applied Physiology* 70:413-420.
  23. Keast, D; Cameron, K & Morton, AR (1988). Exercise and the immune response. *Sports Medicine* 5:248-267.
  24. Ladel, CH; Blum, C; Dreher, A; Reifenberg, K & Kaufmann, SH (1995). Protective role of gamma/delta T cells and alpha/beta T cells in tuberculosis. *European Journal of Immunology* 25(10):2877-2881.
  25. LaPerriere, A; Antoni, MH; Ironson, G; Perry, A; McCabe, P; Klimas, N; Helder, L; Schneiderman, N & Fletcher, MA (1994). Effects of aerobic exercise training on lymphocyte subpopulations. *International Journal of Sports Medicine Suppl* 3: S127-S130.
  26. Lewicki, R; Tchorzewski H; Majewska, E; Nowak, Z & Baj, Z (1988). Effect of maximal physical exercise on T-lymphocyte subpopulations and on interleukin 1 (IL 1) and interleukin 2 (IL 2) production *in vitro*. *International Journal of Sports Medicine* 9:114-117.
  27. Mackinnon, LT (1992). Exercise and Immunology: Present and Future Directions. In *Exercise and Immunology*. Human Kinetics Publishers. Current Issues in Exercise Science Series, 85.
  28. MacNeil, B; Hoffman-Goetz, L; Kendall, A; Houston, M & Arumugam, Y (1991). Lymphocyte proliferation responses after exercise in men: fitness, intensity, and duration effects. *Journal of Applied Physiology* 70(1):179-185.
  29. McKune, AJ; Smith, LL; Semple, SJ & Wadee, AA (2005). Influence of ultra-endurance exercise on immunoglobulin isotypes and subclasses. *British Journal of Sports Medicine* 39(9):665-670.
  30. Mertens, DJ; Rhind, S; Berkhoff, F; Dugmore, D; Shek, PN & Shephard, RJ (1996). Nutritional, immunologic and psychological responses to a 7250 km run. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 36(2):132-138.
  31. Nieman, DC (1994). Exercise, Infection and Immunity. *International Journal of Sports Medicine Suppl.* 15:S131-S141.
  32. Nieman, DC; Berk, LS; Simpson-Westerberg, M; Arabatzis, K; Younberg, S; Tan, AS; Lee, JW & Eby, WC (1989). Effects of long-endurance running on immune system parameters and lymphocyte function in experienced marathoners. *International Journal of Sports Medicine* 10:317-323.
  33. Nieman, DC; Buckley, KS; Henson, DA; Warren, BJ; Suttles, J; Ahle, JC; Simandle, S; Fagoaga, OR & Nehlsen-Cannarella, SL (1995). Immune function in marathon runners versus sedentary controls. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(7):986-992.
  34. Nieman, DC; Nehlsen-Cannarella, SL; Henson, DA; Koch, AJ; Butterworth, DE; Fagoaga, OR & Utter, A (1998). Immune response to exercise training and/or energy restriction in obese women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30(5): 679-686.
  35. Pedersen, BK (1991). Influence of physical activity on the cellular immune system: mechanisms of action. *International Journal of Sports Medicine Suppl.* 12:S23-S29.
  36. Piccirillo, CA & Shevach, EM (2004). Naturally-occurring CD4+CD25+ immunoregulatory T cells: central players in the arena of peripheral tolerance. *Seminars in Immunology* 16(2):81-88.
  37. Pizza, FX; Mitchell, JB; Davis, BH; Starling, RD; Holtz, RW & Bigelow, N (1995). Exercise-induced muscle damage: effect on circulating leukocyte and lymphocyte subsets. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(3):363-370.
  38. Rebelo, AN; Candeias, JR; Fraga, MM; Duarte, JA; Soares, JM; Magalhães, C & Torrinha, JA (1998). The impact of soccer training on the immune system. Are the professional soccer players immune after an intensive training season? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 38(3):258-261.
  39. Roberts, C; Pyne, DB & Horn, PL (2004). CD94 expression and natural killer cell activity after acute exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport* 7(2):237-247.
  40. Rodrigues dos Santos, JA (2004). As alterações imunológicas induzidas por cargas repetidas de exercício muito prolongado podem ser indiciadoras de imunodepressão? Um estudo de caso. *Revista Ludens* 17 (4):27-33.
  41. Rodrigues dos Santos, JA (2004). Alterações agudas induzidas por uma corrida de 50-km em alguns parâmetros hematológicos, bioquímicos e urinários em sujeitos com diferentes níveis de treino. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva* 22:11-22.
  42. Roitt, I; Brostoff, J & Male, D (1989). *Immunology*. London: Gower Medical.
  43. Scharhag, J; Meyer, T; Gabriel, HH; Schlick, B; Faude, O & Kindermann, W (2005). Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *British Journal of Sports Medicine* 39(3):171-177.
  44. Shek, PN; Sabiston, BH; Buguet A & Radomski, MW (1995). Strenuous exercise and immunological changes: a multiple-time-point analysis of leukocyte subsets, CD4/CD8 ratio, immunoglobulin production and NK cell response. *International Journal of Sports Medicine* 16:466-474.
  45. Shinkai, S; Shore, S; Shek, PN & Shephard, RJ (1992). Acute exercise and immune function. Relationship between lymphocyte activity and changes in subset counts. *International Journal of Sports Medicine* 13(6):452-461.
  46. Shore, S; Shinkai, S; Rhind, S & Shephard, RJ (1999). Immune responses to training: how critical is training volume? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 39(1):1-11.

47. Siri, WE (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In Brozek J, Henschel A (eds.) *Techniques for Measuring Body Composition*. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington DC, 223-244.
48. Unal, M; Erdem, S & Deniz, G (2005). The effects of chronic aerobic and anaerobic exercises in lymphocyte subgroups. *Acta Physiologica Hungarica* 92(2):163-171.
49. Woods, JA; Ceddia, MA; Zack, MD; Lowder, TW & LU, Q (2003). Exercise training increases the naïve to memory T cell ratio in old mice. *Brain, Behavior and Immunity* 17(5):384-392.
50. Woods, JA; Davis, JM; Smith, JA & Nieman, DC (1999). Exercise and cellular innate immune function. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 31(1):57-66.

# Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de Futebol

Lucas Mortimer  
Luciano Condessa  
Vinícius Rodrigues  
Daniel Coelho  
Danusa Soares  
Emerson Silami-Garcia

Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Centro de Excelência Esportiva (CENESP)  
Belo Horizonte  
Minas Gerais  
Brasil

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.154>

## RESUMO

Constitui objetivo deste estudo comparar a intensidade do esforço (IE) de atletas de futebol entre o primeiro e o segundo tempo de jogos oficiais. Métodos: Foram avaliados 25 atletas ( $17,5 \pm 1,2$  anos;  $8,5 \pm 1,0\%$  de gordura corporal;  $175,1 \pm 6,8$  cm;  $69,3 \pm 5,2$  kg e  $VO_{2\text{máx}}$  de  $52,2 \pm 3,3$   $\text{mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) pertencentes a um clube da primeira divisão do futebol brasileiro. A frequência cardíaca (FC) dos atletas foi medida usando-se um conjunto de cardiofrequencímetros, durante jogos de competições oficiais, sendo 14 jogos da categoria juvenil (menos de 17 anos) e 8 jogos da categoria júnior (menos de 21 anos). A frequência cardíaca máxima ( $FC_{\text{máx}}$ ) de cada atleta foi considerada como o maior valor de FC observado entre dois testes máximos (corrida de 1000m e 2400m) utilizados para a determinação da mesma. Nos casos em que foram observados valores superiores da FC durante as situações de jogo em relação aos testes, esta foi considerada como a  $FC_{\text{máx}}$  individual. Os resultados foram analisados usando-se o teste t-Student com nível de significância adotado de  $p < 0,05$ . Resultados: Foi observada diferença ( $p < 0,01$ ) da FC média e do percentual da frequência cardíaca máxima ( $\%FC_{\text{máx}}$ ) entre o primeiro tempo ( $170 \pm 8$  bpm e  $85,2 \pm 4,5\%FC_{\text{máx}}$ ) e o segundo tempo ( $166 \pm 10$  bpm e  $82,7 \pm 4,6\%FC_{\text{máx}}$ ). Os resultados traduzem uma menor intensidade do esforço no segundo tempo de jogo, comparativamente com o primeiro tempo.

*Palavras-chave:* futebol, frequência cardíaca, intensidade de esforço.

## ABSTRACT

*Comparison between the effort intensity of young soccer players in the first and second halves of the soccer game*

*Objective: Compare the effort intensity (IE) of young soccer players between the first and second halves of official games. Methods: 25 athletes were evaluated ( $17,5 \pm 1,2$  years;  $8,5 \pm 1,0\%$  of body fat;  $175,1 \pm 6,8$  cm;  $69,3 \pm 5,2$  kg and  $VO_{2\text{máx}}$  of  $52,2 \pm 3,3$   $\text{mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) who pertained to a club of the first division of the Brazilian soccer. Heart rate (HR) of the athletes was measured using a set of heart rate monitors, during official games, being 14 games of the under-17 category (U-17) and 8 games of the under-20 category (U-20). The maximal heart rate (MHR) for each athlete was considered as the highest HR observed during two maximal effort tests (race of 1000m and 2400m). In the cases which a higher value of HR was observed during game situations in relation to the tests, this was considered the MHR. Results were analyzed using Student t test and the accepted level of significance was  $p < 0,05$ . Results: There was a significant difference ( $p < 0,01$ ) between the average HR and the percentage of maximal heart rate ( $\%MHR$ ) between first half ( $170 \pm 8$  bpm and  $85,2 \pm 4,5\%MHR$ ) and second half ( $166 \pm 10$  bpm e  $82,7 \pm 4,6\%MHR$ ). These results show a lower effort intensity in the second half of the game, in comparison with the first half.*

*Key Words:* soccer, heart rate, effort intensity.

## INTRODUÇÃO

O futebol é considerado como um dos esportes mais praticados no mundo (15), existindo, atualmente, mais de duzentos milhões de jogadores em atividade (12). Desta forma, vem crescendo o interesse dos pesquisadores da área da educação física sobre a demanda fisiológica durante a prática deste esporte. Uma maior compreensão deste tema pode permitir um aperfeiçoamento dos programas de treinamentos, o que levaria os jogadores a obterem um melhor desempenho durante os jogos (32).

A demanda fisiológica à qual um indivíduo está submetido durante uma partida de futebol tem sido relatada a partir de diferentes parâmetros, como a distância total percorrida (5, 6, 10, 15, 23, 26), a velocidade média de corrida (5), a temperatura corporal (3, 10), medidas diretas de oxigênio (21), concentração de lactato (5, 10) e frequência cardíaca (FC) (2, 3, 5, 8, 9, 10, 13, 15, 20, 21, 25, 26).

Dentre esses parâmetros, a determinação da intensidade do esforço (IE) através da medição direta do consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) dos jogadores durante o jogo seria uma fonte de informação bastante esclarecedora. Porém, é clara a interferência que a utilização dos instrumentos que este método exige pode acarretar para o rendimento dos atletas durante o jogo. Além disso, existe ainda a proibição do uso de quaisquer equipamentos pelos jogadores em jogos oficiais (26). Devido a esta limitação, somente jogos simulados poderiam ser avaliados. No estudo de Reilly (1997) somente uma pequena parte do jogo simulado pôde ser avaliada, sendo estes resultados extrapolados para todo o jogo, o que não representa a verdadeira IE do mesmo.

Portanto, dentre todos os parâmetros utilizados para a determinação da IE no futebol, a FC apresenta-se como uma variável de fácil aplicação para a determinação da produção de energia aeróbica (1, 11, 13, 14, 29, 31) durante um jogo de futebol (2, 8). Isto se deve ao fato da existência de uma relação linear entre a FC e o  $\text{VO}_2$  (5, 11), mesmo em exercícios intermitentes como o futebol (5).

Considerando que a FC sofre interferência de alguns fatores, como por exemplo, a idade, Karvonen e Vuorimaa (1988) recomendam a sua relativização em função da frequência cardíaca máxima ( $\text{FC}_{\text{máx}}$ ). Assim, a IE indicada como percentual da frequência

cardíaca máxima ( $\% \text{FC}_{\text{máx}}$ ) representa um parâmetro adequado para o controle da IE de atletas e praticantes recreacionais de atividades físicas (16).

Pela alta intensidade e longa duração de um jogo de futebol, os jogadores devem ser capazes de manter um alto nível de esforço durante todo o jogo. No entanto, identifica-se um declínio na distância percorrida, na intensidade de trabalho, na FC, nas concentrações de lactato e de glicose no decorrer do jogo (28, 33), apontando para uma menor permanência dos jogadores em zonas de maior IE no decorrer do jogo (15). Em geral, a distância percorrida por um jogador durante um jogo de futebol depende do grau de dificuldade imposto pelo time adversário, de aspectos táticos adotados pelas equipes e da importância do jogo (7). O mesmo autor identificou ainda a existência de diferença entre a distância percorrida por uma equipe entre o primeiro e segundo tempo de jogo, sendo a distância percorrida no segundo tempo menor em cerca de 5%. Vários outros autores (2, 5, 8, 15, 19) também encontraram diferenças entre a IE no primeiro e segundo tempos, utilizando a FC como parâmetro de avaliação da mesma.

Tem sido sugerido por alguns autores (28, 33) que os jogadores podem apresentar uma melhora no desempenho técnico e tático durante os jogos se melhorarem sua capacidade aeróbia. Considerando que os jogadores de futebol que possuem alta capacidade aeróbia são capazes de percorrer maiores distâncias durante um jogo (30), participar de um número maior de jogadas decisivas, aumentar o número de *sprints* realizados (15), melhorar a sua recuperação após os *sprints* (4), atenuar a diminuição do desempenho no segundo tempo de jogo (10) e aumentar o desempenho global durante uma partida de futebol (28, 33), sugere-se uma maior ênfase no treinamento da capacidade aeróbia no futebol, visando diminuir a queda da IE dos jogadores ao longo do jogo (15).

Poucos estudos têm sido apresentados na literatura sobre a IE de jogadores de futebol brasileiros. A maioria dos estudos sobre IE no futebol é realizada em países europeus de clima temperado ou frio (28). Tendo em vista que o Brasil possui uma das melhores escolas de futebol do mundo, tendo obtido títulos mundiais nas principais categorias (tetracampeão

sub-17, tetracampeão sub-20 e pentacampeão profissional), e que o clima da região é considerado tropical, faz-se relevante a análise da IE nesta população. Além disso, o estilo de jogo das equipas brasileiras pode ser considerado diferente daquele adotado pelas equipas europeias, o qual poderia influenciar na intensidade de esforço do jogo (23).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar a IE, expressa como valores absolutos em batimentos por minuto (bpm) e como %FC<sub>máx</sub> de futebolistas entre o primeiro e o segundo tempo de jogos oficiais.

**MÉTODOS**

**Amostra**

Participaram do estudo 25 atletas do sexo masculino, pertencentes a um clube da primeira divisão do futebol brasileiro, que mantêm treinamentos regulares e participação em competições reconhecidas pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF). Os jogadores de futebol treinavam em média 16 horas por semana e jogavam nos campeonatos duas vezes por semana (geralmente, quartas-feiras e domingos). Os jogadores possuíam em média 5 anos de experiência com o futebol com treinamento sistematizado em clubes e, grande parte destes, já faziam parte da categoria de base do clube em questão. As características desses atletas estão descritas no Quadro 1.

*Quadro 1. Idade, percentual de gordura (%G), estatura, massa corporal (MC) e capacidade aeróbia (VO<sub>2máx</sub>) dos futebolistas que fizeram parte da amostra. Valores apresentados como média e desvio padrão.*

<b>Categoria</b>	<b>n</b>	<b>Idade (anos)</b>		<b>Estatura (cm)</b>			<b>% G</b>			<b>VO<sub>2</sub> máx (mL02·kg-1·min-1)</b>		
Juvenil	13	16,4	± 0,5	175,0	± 6,8	9,3	± 1,0	56,1	± 2,0			
Júnior	12	18,2	± 0,7	178,0	± 7,3	8,5	± 1,0	58,2	± 2,9			

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (ETIC-476/2004) e respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Res. 196/96) envolvendo pesquisas com seres humanos. Todos os atletas voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido onde confirmaram estarem cientes dos objetivos e métodos utilizados e da possibilidade de abandonar o estudo a qualquer momento sem a necessidade de justificativa.

**Condições ambientais**

O registro das condições ambientais dos locais de realização dos jogos na data de acontecimento dos mesmos foi fornecido pelo departamento de meteorologia do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) da UFMG.

A temperatura seca foi em média 23,9 ± 2,65 C°, a temperatura úmida foi em média 18,9 ± 2,5 C° e a umidade relativa foi de 63,3 ± 15,85%.

**Procedimentos**

A FC dos atletas, em batimentos por minuto (bpm), foi medida durante jogos de competições oficiais, sendo 14 jogos da categoria juvenil (menos de 17 anos) e 8 jogos da categoria júnior (menos de 20 anos). No total, foram feitos 113 registros individuais de FC da categoria juvenil e 66 registros da categoria júnior. Foram avaliados, em média, de 6 a 10 jogadores a cada jogo e foram considerados apenas aqueles que possuíam mais de 3 jogos completos, sendo descartados aqueles que foram substituídos durante o decorrer dos jogos. Para a medida da FC foi utilizado o equipamento Polar Team System®. Este conjunto de cardiofrequêncímetros permite o registro da FC durante uma atividade sem a utilização de um monitor de pulso, o que é proibido em jogos pelas regras do futebol por colocar em risco a integridade do atleta, de seus companheiros e adversários. A taxa de amostragem de FC registrada foi de 5s em 5s.

A FC média dos jogadores foi avaliada em valores absolutos (bpm) e também como %FC<sub>máx</sub>. Foram considerados os dados do primeiro e segundo tempo e do tempo total de jogo.

A FC<sub>máx</sub> foi determinada como o maior valor da FC registrado dentre as três situações descritas a seguir: 1) Teste de esforço em corrida com velocidade subjetiva máxima: realizado em terreno gramado plano com o uso de chuteiras, em uma distância de 1000m. Este teste já era realizado no próprio clube com o objetivo de se medir a FC<sub>máx</sub>. Portanto, os jogadores já estavam familiarizados com o mesmo; 2) Teste de esforço para a estimativa do consumo máximo oxigênio (VO<sub>2máx</sub>) (17): consistiu em percorrer uma distância pré-determinada em terreno plano no menor tempo possível. No presente estudo, utilizou-se a distância de 2400m em um local já

conhecido pelos atletas; 3) FC<sub>máx</sub> durante os jogos: esta foi considerada como o maior valor da FC registrado durante os jogos. A maioria dos jogadores atingiu a FC<sub>máx</sub> durante os jogos. A FC<sub>máx</sub> individual determinada dentre as três situações foi utilizada para relativizar o esforço dos jogadores enquanto %FC<sub>máx</sub>.

#### Análise estatística

Os dados são apresentados como média e desvio-padrão. Os resultados foram analisados usando-se o teste t-Student para amostras dependentes no software SPSS®, versão 10.0 e o nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

#### RESULTADOS

Os resultados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. FC média (bpm) e %FC<sub>máx</sub> das categorias juvenil e júnior e da média das duas categorias (Média), no primeiro tempo, no segundo tempo e no jogo completo. Valores apresentados como média e desvio-padrão (DP).

Escalão	Primeiro Tempo		Segundo Tempo		Jogo Completo	
	FC (bpm)	%FC <sub>máx</sub>	FC (bpm)	%FC <sub>máx</sub>	FC (bpm)	%FC <sub>máx</sub>
Juvenil	170 ± 8	84,8 ± 4,7	165* ± 10	82,5* ± 4,8	168 ± 8	83,8 ± 4,5
Júnior	172 ± 10	85,9 ± 4,1	166* ± 10	83,0* ± 4,4	169 ± 9	84,5 ± 3,8
Média	170 ± 8	85,2 ± 4,5	166* ± 10	82,7* ± 4,6	168 ± 8	84,1 ± 4,2

\* Diferença significativa ( $p < 0,01$ ) em relação ao primeiro tempo.

Foi observada uma diferença ( $p < 0,01$ ) da IE, tanto em valores absolutos (bpm) quanto como %FC<sub>máx</sub>, entre o primeiro tempo e o segundo tempo de jogo nas duas categorias. Não houve diferença entre as categorias. A figura 1 apresenta a FC de um jogador ao longo de um jogo oficial. As barras pretas ao longo do eixo tempo demonstram as médias da FC para o primeiro tempo (189 bpm) e segundo tempo (176 bpm).

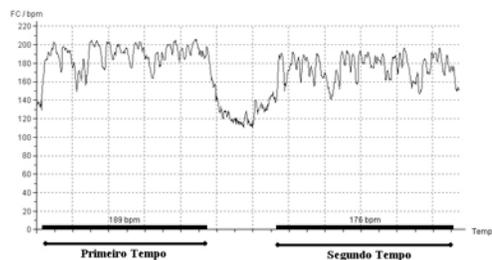


Figura 1. FC de um jogador ao longo de um jogo oficial.

## DISCUSSÃO

No nosso estudo não houve diferença entre as categorias juvenil e júnior, provavelmente, devido à proximidade da idade, semelhança da carga de treinamento e frequência de jogos das mesmas. Portanto, a discussão se desenvolverá em torno dos resultados da média das duas categorias.

No segundo tempo de um jogo de futebol a IE realizada pelos atletas diminui, o que pode dever-se à fadiga (22, 23). No presente estudo, registrou-se uma queda significativa da IE no segundo tempo ( $p < 0,01$ ) que pode ser visualizada, a título ilustrativo, na figura 1, a qual exibe uma maior FC média de um jogador no primeiro tempo (189 bpm) em comparação ao segundo tempo (176 bpm). Esta queda da IE no segundo tempo de jogo também foi observada em outros estudos (2, 5, 19, 21, 27), quer usando como amostra crianças de 11 anos (8), quer quando se analisaram jogos simulados (13).

Possivelmente, este comportamento se deve à degradação progressiva do glicogênio muscular ao longo da partida, o que poderia implicar em uma queda do rendimento físico dos atletas na segunda parte do jogo (5).

A análise da FC de seis atletas de futebol em jogos da liga nacional dinamarquesa mostraram uma redução de 10 bpm na FC média durante o segundo tempo de jogo (154 bpm), comparativamente com a FC média observada no primeiro tempo do jogo (164 bpm) (5). Ali e Farraly (2), comparando jogadores semi-profissionais, universitários e recreacionais, constataram também que os valores médios de FC dos jogadores no segundo tempo eram inferiores aos do primeiro tempo de jogo. Estes resultados corroboram os de Mohr *et al.* (19), que mostraram valores médios de FC de  $164 \pm 1$  e  $158 \pm 1$  bpm para o primeiro e segundo tempo de jogo, respectivamente. O jogo avaliado neste último estudo citado foi um jogo de futebol amistoso e foi considerada como  $FC_{m\acute{a}x}$  o maior valor da FC registrado durante o mesmo. Os resultados do presente estudo corroboram os dos estudos apresentados anteriormente. Em nosso estudo a FC média dos jogadores durante o primeiro tempo ( $170 \pm 8$  bpm) revelou-se superior à do segundo tempo ( $166 \pm 10$  bpm), porém deve-se considerar que a FC média em valores absolutos dos jogadores do presente trabalho mostrou

valores mais altos do que os encontrados nos estudos citados anteriormente.

Capranica *et al.* (8), a partir da avaliação da FC de crianças de 11 anos durante um jogo de futebol, determinou o percentual do tempo de jogo durante o qual estas crianças apresentavam valores da FC superiores a 170 bpm. Os autores constataram que as crianças permaneciam 88% e 80% do tempo total de jogo, no primeiro e segundo tempo, respectivamente, acima desta FC. Entretanto, os mesmos autores relataram que esses dados não se revelaram estatisticamente diferentes. Convém relevar que, ao contrário do presente estudo, foram avaliadas crianças e a  $FC_{m\acute{a}x}$  durante o jogo não foi determinada.

Nos estudos citados anteriormente a FC média dos jogadores foi considerada em valores absolutos (bpm). No entanto, a relativização da FC pela  $FC_{m\acute{a}x}$  revela-se necessária quando se avaliam diferentes indivíduos, já que a FC e a  $FC_{m\acute{a}x}$  apresentam variação interindividual (16). No presente estudo a IE realizada pelos jogadores durante o jogo foi em média  $85,2 \pm 4,5$  e  $82,7 \pm 4,6$  % $FC_{m\acute{a}x}$  para o primeiro e segundo tempos, respectivamente, revelando-se estes valores significativamente diferentes ( $p < 0,01$ ). Estudos realizando este tipo de análise (comparação entre o primeiro tempo e o segundo tempo de jogo) não foram encontrados na literatura. No entanto, valores de IE, expressa como % $FC_{m\acute{a}x}$ , próximos aos encontrados no nosso estudo para o tempo total do jogo ( $84,1 \pm 4,2$ % $FC_{m\acute{a}x}$ ) foram relatados por outros autores (18, 19, 20, 21, 25). O nosso estudo, permite concluir que a intensidade do esforço realizada pelos futebolistas no segundo tempo de jogo, quando comparada com a do primeiro tempo, se revelou inferior, o que sugere uma diminuição do desempenho nesta parte do jogo.

## AGRADECIMENTOS

CNPq, CAPES, FAPEMIG e Ministério do Esporte.

## CORRESPONDÊNCIA

**Emerson Silami Garcia**

Rua Rio de Janeiro, 2779, apto. 602,  
Lourdes, Belo Horizonte, MG  
Brasil  
silami@ufmg.br

## REFERÊNCIAS

1. Achten J, Jeukendrup AE (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine* 33, 7: 517-538.
2. Ali A, Farrally M (1991). Recording soccer players' heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences* 9, 183-189.
3. Astrand I, Astrand PO, Christensen EH, Hedman R (1960). Intermittent muscular work. *Acta Physiologica Scandinavica* 48, 448-453.
4. Aziz AR, Chia M, The KC (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40, 3:195-200.
5. Bangsbo J (1994). The physiology of soccer, with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica: an international journal of physiological sciences*, v. 151, suplementum 619.
6. Bangsbo J, Lindquist F (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International Journal of Sports Medicine* 13, 2:125-132.
7. Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 16, 2: 110-116.
8. Capranica L, Tessitore A, Guidetti L, Figura F (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences* 19, 6: 379-384.
9. Drust B, Reilly T, Cable NT (2002). Metabolic and physiological responses to a laboratory-based soccer-specific intermittent protocol on a non-motorised treadmill. In *Fourth World Congress of Science and Football*, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 217-225.
10. Ekblom B (1986). Applied Physiology of Soccer. *Sports Medicine* 3, 50-60.
11. Eston RG, Rowlands AV, Ingledeu DK (1998). Validity of heart rate, pedometer, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *Journal of Applied Physiology* 84, 1: 362-371.
12. FIFA - Federation Internationale de Football Association. Disponível em: <www.fifa.com>. Acessado em: Junho de 2005.
13. Flanagan T, Merrick E (2002). Quantifying the work-load of soccer players. In: *Fourth World Congress of Science and Football*, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 341-349.
14. Gleim GW, Witmant PA, Nicolas JA (1981). Indirect assessment of cardiovascular "demands" using telemetry on professional football players. *The American Journal of Sports Medicine* 9, 3: 178-183.
15. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports Exercise* 33, 11: 1925-1931.
16. Karvonen J, Vuorimaa T (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities; practical application. *Sports Medicine* 5: 303-312.
17. Margaria R, Aghemo P, Pinera LF (1975). A simple relation between performance in running and maximal aerobic power. *Journal Applied Physiology* 38, 2: 351-352.
18. Miles A, McLaren D, Reilly T, Yamanaka K (1993). An analysis of physiological strain in four-a-side women's soccer. In *Second World Congress of Science and Football*, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings*. London: E & FN Spon, 140-145.
19. Mohr M, Krustup P, Nybo L, Nielsen JJ, Bangsbo J (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 14, 156-162.
20. O'Connor D (2002). Time-Motion analysis of elite touch players. In *Fourth World Congress of Science and Football*, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 126-136.
21. Ogushi T, Ohashi J, Nagahama H, Isokawa S, Suzuki S (1993). Work intensity during soccer match-play (a case study). In *Second World Congress of Science and Football*, 2, 1991, Eindhoven. *Proceedings*. London: E & FN Spon, 121-123.
22. Rebelo, A. N. (2002). Estudo da fadiga no futebol. In Garganta J, Suarez AA, Peñas LC (Eds.) *A investigação em futebol: estudos Ibéricos*. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, 121-127.
23. Rienzi E, Drust B, Reilly T, Carter JEL, Martin A (2000). Investigation of antropometric and work-rate profiles of elite south American international soccer player. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness* 40, 162-9.
24. Reilly T (1997). Energetic of high intensity exercise (soccer), with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences* 15: 257-263.
25. Reilly T, Keane S (2002). Estimation of physiological strain on Gaelic football players during match-play. In *Fourth World Congress of Science and Football*, 4, 1999, Sydney. London: E & FN Spon, 157-159.
26. Shephard RJ (1992). The energy needs of the soccer player. *Clinical Journal of Sports Medicine* 2, 1: 62-70.
27. Smith M, Glarke G, Hale T, McMorris T (1993). Blood lactate levels in college soccer players during match-play. In *Second World Congress of Science and Football*, 2, 1991, Eindhoven. London: E & FN Spon, 129-134.
28. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine* 35, 6: 501-536.
29. Strath SJ, AM Swartz, DR Bassett, JR O'Brien WL, GA King, BE Ainsworth (2000). Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Medicine and Science in Sports Exercise* 32, 9, supplement, S465-S470.
30. Strudwick A, Reilly T, Doran D (2002). Anthropometrics and fitness profiles of elite players in two football codes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 42, 239-242.
31. Treiber FA, Musante L, Hartdagan S, Davis H, Levy M, Strong WB (1989). Validation of a heart rate monitor with children in laboratory and field settings. *Medicine and Science in Sports Exercise* 21, 3: 338-342.
32. Wilmore HJ, Haskell WL (1972). Body composition and endurance capacity of professional football players. *Journal of Applied Physiology* 33, 5: 564-567.
33. Wisloff U, Helgerud J, Hoff J (1998). Strength and Endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports Exercise* 30, 3: 462-467.

# Exercício contínuo e intermitente: Efeitos do treinamento e do destreino sobre o peso corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos

Larissa Braga  
Maria Mello  
Fúlvia Manchado  
Claudio Gobatto

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Biociências  
Departamento de Educação Física  
Rio Claro  
São Paulo  
Brasil

<https://doi.org/10.5628/rpcc.06.02.160>

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar os efeitos de programas de treinamento contínuo e intermitente e do destreino sobre a adiposidade corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos. Foram utilizados ratos Wistar, recém-nascidos, que receberam glutamato monossódico (MSG), via subcutânea, 4mg/g peso corporal (p.c.), a cada dois dias, nos primeiros 14 dias de vida. Após o desmame, foram separados em 3 grupos: MSG-SED (sedentário), MSG-CONT (treino contínuo = natação, 45 min/dia, 5 dias/semana, com sobrecarga de 5% p.c. durante 10 semanas) e MSG-INT (treino intermitente = natação, 15 seg de atividade/15 seg de repouso, num total de 45min, 5 dias/semana, com sobrecarga de 15% do peso corporal). Como controles foram utilizados ratos que receberam solução salina (SAL) separados em 3 grupos: SAL-SED, SAL-CONT e SAL-INT. Os animais foram avaliados após 12 semanas de treinamento e 8 semanas depois de sua interrupção. Os ratos MSG mostraram maiores teores de gordura na carcaça que os SAL, comprovando a eficácia da droga em causar obesidade. Ambos os protocolos de treino foram eficazes em reduzir significativamente o ganho de peso dos ratos SAL e MSG bem como a produção muscular de lactato dos ratos MSG. Os efeitos dos dois protocolos foram transitórios, uma vez que após o destreino os benefícios observados foram revertidos.

*Palavras-chave:* obesidade, treinamento intermitente, treinamento contínuo, glutamato monossódico, rato.

## ABSTRACT

***Continuous and intermittent exercise: Effects of training and detraining on body weight and muscle metabolism in obese rats***

*This study was designed to compare the effects of continuous and intermittent exercise training on body weight, carcass composition and muscle metabolism in obese rats. Obese male Wistar rats (treated with monosodium glutamate-MSG-administration, 4mg/g body weight, administered every 2 day, from birth to 14 days of age) were used. After drug administration, the rats were separated into three groups: MSG-SED (sedentary), MSG-CONT (continuous training = swimming, 45 min/day, 5 days/week, with an overload of 5% body weight during 12 weeks) and MSG-INT (intermittent training = 15 sec swimming intermitted by 15 sec rest, during 45min, 5 days/week, with an overload of 15% body weight during 12 weeks). Rats of the same age and strain, administered with saline (SAL) were used as controls and subdivided into three groups: SALT-SED, SALT-CONT and SALT-INT. The animals were evaluated after 12 weeks of training and after 8 weeks of detraining. MSG rats showed higher carcass fat content than SAL rats, indicating the effectiveness of the drug in causing obesity. Both training protocols were effective in reducing significantly body weight gain of SAL and MSG rats as well as the lactate production by the skeletal muscle of the MSG rats. The effects of the two protocols were transitory, since after the detraining period the observed benefits were reverted.*

**Key Words:** obesity, intermittent training, continuous training, monosodium glutamate, rat.

## INTRODUÇÃO

Os estudos envolvendo a obesidade têm-se intensificado nos últimos anos, em função da presença cada vez maior de indivíduos portadores dessa doença, que ganha contornos de epidemia mundial. Os motivos para essa incidência são muitos, contando-se entre eles fatores genéticos, psicológicos, fisiológicos e, especialmente, hábitos alimentares inadequados associados a estilos de vida sedentários decorrentes da vida moderna (7).

Vários modelos de obesidade experimental têm sido propostos a fim de investigar aspectos metabólicos e hormonais envolvidos nesse quadro (35). Os estudos em modelos animais têm sido bastante úteis no estabelecimento das causas e consequências da doença e podem, também, ter importante participação no desenvolvimento de procedimentos mais efetivos para prevenção e tratamento.

Entre os modelos neurais, a obesidade hipotalâmica é a mais bem conhecida. Existem diferentes maneiras de indução da obesidade hipotalâmica, inclusive através de injeções sistêmicas de glutamato monossódico. Animais tratados com essa droga apresentam redução do crescimento corporal, intolerância à glicose e resistência à insulina, entre outras alterações (35).

O exercício físico, por sua vez, tem sido amplamente empregado, isoladamente ou em associação com dietoterapia, no tratamento da obesidade. Embora a utilização do treinamento contínuo, de caráter aeróbio, seja mais difundida, o treinamento intervalado, segundo alguns autores, também pode ser útil em programas de redução ponderal, uma vez que parece induzir maiores adaptações metabólicas mesmo 24 horas após exercício (17). Tem sido relatado, para esse modelo de treinamento, maior transporte de glicose, elevação dos estoques de glicogênio, maior oxidação da glicose e aumento da capacidade de transporte do lactato da fibra muscular para a circulação sanguínea em músculos adaptados (3, 14, 19, 28, 31). Existem poucas informações quanto ao uso do exercício na prevenção da obesidade e são raros os estudos comparativos entre os efeitos de programas contínuos e intermitentes sobre a gordura corporal e o metabolismo muscular. Mais raras ainda são as pesquisas que abordam os efeitos do destreino sobre esses parâmetros.

O presente estudo foi delineado com o objetivo de comparar os efeitos de programas de treinamento físico contínuo e intermitente e do subsequente destreino, sobre a gordura corporal e o metabolismo glicídico muscular de ratos jovens com obesidade induzida por glutamato monossódico (MSG).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Animais e seu tratamento

Foram utilizados ratos Wistar, recém-nascidos (obtidos da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Botucatu - SP), que receberam glutamato monossódico (MSG - 4mg/g peso corporal) via subcutânea, a cada dois dias nos primeiros 14 dias de vida. Após o desmame, os animais foram separados em 3 grupos: MSG-SED (sedentário, n=30), MSG-CONT (treino contínuo = natação, n=30) e MSG-INT (treino intervalado = natação, n=30) e mantidos em gaiolas coletivas, não excedendo quatro animais por gaiola, em ciclo claro/escuro de 12/12 horas. Como controles foram utilizados ratos que receberam solução salina (SAL) e que foram separados também em 3 grupos: SAL-SED (n=30), SAL-CONT (n=30) e SAL-INT (n=30). Em cada grupo, 20 animais foram avaliados após 12 semanas de treinamento (contínuo e intermitente) ou de vida sedentária, enquanto os 10 restantes foram sacrificados 8 semanas depois. Todos os ratos tiveram livre acesso à água e ao alimento (ração comercial para roedores). Antes do início dos programas de treinamento, os animais designados aos grupos sedentários e treinados passaram por período de adaptação ao meio líquido, bem como à colocação de sobrecarga em seu dorso, durante uma semana. Após isso, os treinados foram submetidos aos programas designados, enquanto os sedentários (MSG-SED e SAL-SED) foram manipulados e mantidos em água rasa (5 cm de profundidade) no mesmo horário e tempo de duração dos treinados, visando submetê-los às mesmas condições dos grupos experimentais. Todos os procedimentos foram conduzidos seguindo as normas éticas de experimentação animal, vigentes atualmente no Brasil.

### Protocolos de treinamento

#### *Programa contínuo*

O programa contínuo consistiu de 45 minutos de natação com sobrecarga de 5% do peso corporal do

animal, cinco dias por semana, durante 12 semanas consecutivas, em recipiente contendo água mantida a  $32 \pm 1^\circ\text{C}$ , de acordo com protocolos previamente definidos na literatura (13, 26).

#### **Programa intervalado**

O programa intervalado consistiu num tempo total de 45 minutos de natação, sendo alternados 15 segundos de trabalho suportando sobrecarga de 15% do peso corporal com 15 segundos de repouso, cinco dias por semana, durante 12 semanas, em recipiente contendo água mantida a  $32 \pm 1^\circ\text{C}$ , de acordo com protocolo definido na literatura (36). Em ambos os programas, contínuo e intermitente, durante a primeira semana de treinamento, houve adaptação progressiva à sobrecarga utilizada em cada caso.

#### **Avaliações prévias ao sacrifício dos animais**

##### *Parâmetros gerais*

Os animais foram pesados e medidos (focinho-ânus) no início e no final de cada período experimental para a determinação das variações ponderais (ganho ou perda de peso corporal) e do comprimento linear final do período, respectivamente. A ingestão alimentar dos ratos foi registrada uma vez por semana, por meio da diferença entre a quantidade de alimento ofertada num dia e a quantidade restante no comedouro no dia seguinte, o que permitiu a determinação da ingestão alimentar média de cada período.

#### **Avaliações após o sacrifício dos animais**

##### *Metabolismo da glicose pelo músculo sóleo isolado*

Após o sacrifício por decapitação, as patas traseiras foram retiradas e o músculo sóleo foi removido. Os tendões distal e proximal desse músculo foram liberados e com um bisturi foi efetuado um corte longitudinal em sua linha mediana. A seguir, a preparação foi pesada e as fatias com peso entre 25 e 35 mg foram submetidas ao procedimento de incubação descrito por Mello et al (26), modificado. As fatias de músculo sóleo (25 e 35mg) foram colocadas em frascos de cintilação contendo 1,5 ml de tampão Krebs-Ringer bicarbonato e submetidos a 30 minutos de pré-incubação sob agitação em banho tipo Dubinoff a 60 rpm e contínuo gaseamento com  $\text{O}_2/\text{CO}_2$  (95%/5%). Após esse período, as fatias do músculo foram transferidas para novos frascos de

cintilação (frasco externo), em cujo interior foram instalados pequenos tubos em forma de concha (frasco interno) com uma haste reta de aproximadamente 3 cm de comprimento que se insere nas tampas de borracha do frasco externo.

Cada frasco externo continha 1,5ml de tampão Krebs-Ringer e cada frasco interno 700 $\mu\text{l}$  de hiamina 10x. Após 60 minutos de incubação nesse sistema, com gaseamento durante os 15 primeiros minutos, foram adicionados 100 $\mu\text{l}$  de ácido tricloroacético (TCA) 25% ao frasco externo visando a liberação de  $\text{CO}_2$ . A preparação foi mantida por mais 3 horas no sistema. Decorrido esse tempo, 200 $\mu\text{l}$  do líquido contido no frasco interno foram retirados para a determinação do  $\text{CO}_2$  produzido. O meio de incubação acidificado contido no frasco externo foi armazenado para determinação do lactato e a fatia de músculo imediatamente digerida em 0,5 ml de KOH (38) para dosagem do glicogênio muscular (11). A temperatura na pré-incubação e incubação foi de  $37^\circ\text{C}$  (Figura 1).

O tampão Krebs-Ringer, base dos meios de pré-incubação e incubação, constituiu de: NaCl 06%, HEPES 6,64mM, KCL 0,032%,  $\text{CaCl}_2$  1,14nM,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,015%,  $\text{NaHCO}_3$  0,19%,  $\text{MgSO}_4$  0,03%. A solução assim preparada foi gaseada durante 20 a 30 minutos em  $\text{O}_2/\text{CO}_2$  (95%/5%) e o pH ajustado a 7,4. A esta solução foram adicionados 20 volumes de albumina sérica bovina livre de gordura. Ao meio de pré-incubação foi adicionado piruvato de sódio para a concentração de 5mM. Ao meio de incubação, foi adicionada glicose (5,5mM) contendo [ $^{14}\text{C}$ ] glicose (0,25 mCi/ $\mu\text{l}$ ), [ $^3\text{H}$ ] 2-deoxyglicose (2DG = 0,5 mCi/ $\mu\text{l}$ ) e insulina (100 mUI/ $\mu\text{l}$ ). Feitas as adições, o pH foi ajustado a 7,4 e os meios transferidos para os frascos que foram selados e equilibrados no banho a  $37^\circ\text{C}$  sob gaseamento em  $\text{O}_2/\text{CO}_2$  (95%/5%) durante pelo menos 15 minutos. Fatias do mesmo músculo, com peso semelhante às aquelas incubadas, foram utilizadas para determinação da concentração controle de glicogênio.

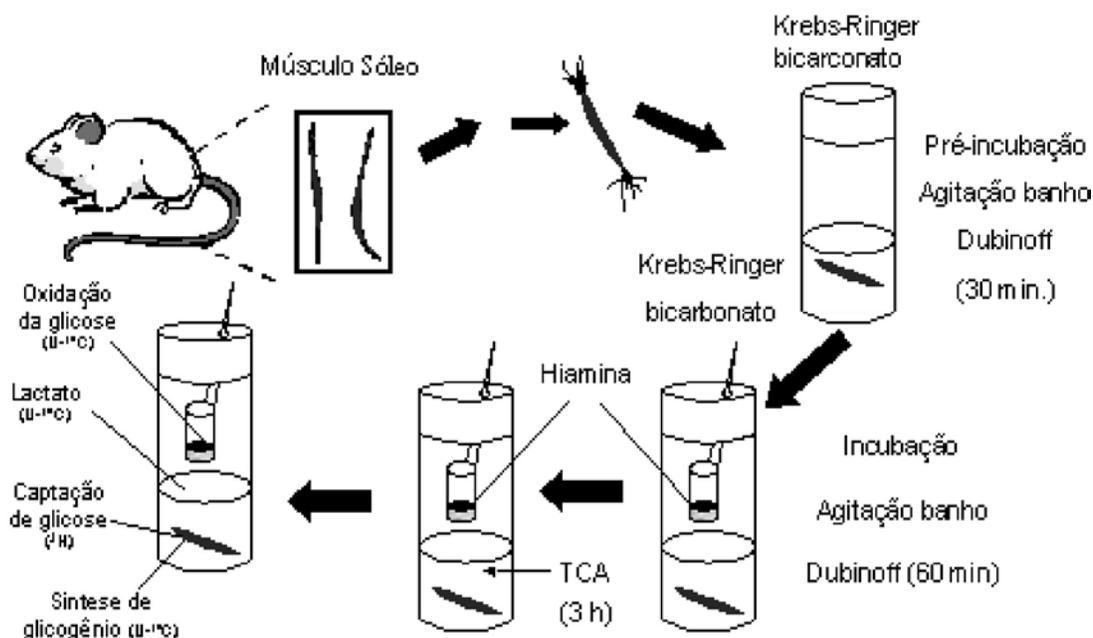


Figura 1. Etapas do procedimento de incubação.

Foram avaliadas a captação de glicose, utilizando-se a 2-DG como marcador, e a incorporação do  $^{14}\text{C}$  a glicogênio (síntese), medindo-se a radioatividade do  $^{14}\text{C}$  da glicose e  $^3\text{H}$  da 2-DG contidas, respectivamente, no precipitado e na fase alcoólica da extração do glicogênio, através de contador de partículas beta. O lactato radioativo liberado no meio de incubação foi determinado por separação de metabólitos em coluna de troca iônica (Dowex-2, Sigma), o que representa um índice do transporte de glicose nessas condições. Para a estimativa da glicose oxidada (produção de  $\text{CO}_2$ ), foi determinada a radioatividade do  $^{14}\text{C}$  presente no líquido (hiamina) coletado do frasco interno do sistema de incubação.

#### Composição química da carcaça

Após sacrifício dos animais as carcaças foram evisceradas, pesadas e secas até peso constante em estufa a  $100^\circ\text{C}$ . Foram então homogenizadas em liquidificador com benzeno sofrendo várias lavagens com esse solvente para a remoção da gordura. A carcaça livre de gordura foi seca até peso constante em estufa a  $100^\circ\text{C}$ . O pó seco e desengordurado foi pesado. O conteúdo de gordura foi calculado por diferença de peso (23).

#### Peso do tecido adiposo epididimal

Por terem sido utilizados ratos machos no estudo, o tecido adiposo epididimal dos animais, de característica visceral e facilmente delimitado, foi totalmente removido e pesado em balança analítica com precisão de  $10^{-4}$  gramas.

#### Análise estatística

Foi realizada através da análise de variância de duas entradas, sendo avaliados os efeitos da obesidade induzida por glutamato monossódico e do treinamento físico. Quando necessário foi utilizado o teste “post-hoc” Newman-Keuls para a comparação entre os grupos. Em todos os casos, o nível de significância foi pré-fixado em 5%.

#### RESULTADOS

Os valores referentes ao ganho de peso e ao comprimento corporal dos ratos MSG foram significativamente inferiores em relação aos animais controles equivalentes. Na etapa de destreinamento, apenas os ratos MSG-SED mantiveram menor ganho de peso que os demais (Tabela 1).

Tabela 1. Ganho de peso (g) e ingestão alimentar média (g/100g dia) durante os períodos de treinamento e destreino e comprimento corporal (cm) ao final desses períodos.

TREINAMENTO						
Grupos	SAL SED	SAL CONT	SAL INT	MSG SED	MSG CONT	MSG INT
<b>Ganho de Peso</b>	309,1 ± 33,7	251,4 <sup>a</sup> ± 17,8	276,5 <sup>ab</sup> ± 36,8	240,4 <sup>a</sup> ± 39,8	200,8 <sup>bd</sup> ± 29,0	202,0 <sup>cd</sup> ± 34,30
<b>Comprimento Corporal</b>	23,9 ± 1,5	23,0 ± 0,9	23,2 ± 1,3	21,6 <sup>a</sup> ± 1,0	21,3 <sup>b</sup> ± 1,0	21,0 <sup>c</sup> ± 0,6
<b>Ingestão Alimentar</b>	7,8 ± 0,1	8,7 ± 2,0	8,2 ± 0,4	7,5 ± 0,4	8,8 ± 1,1	8,1 ± 1,0
DESTREINAMENTO						
<b>Ganho de Peso</b>	125,6 ± 48,0	143,9 ± 34,1	104,5 ± 53,7	47,9 <sup>a</sup> ± 10,4	102,4 <sup>d</sup> ± 34,3	106,4 <sup>d</sup> ± 36,4
<b>Comprimento Corporal</b>	23,1 ± 1,4	25,0 ± 2,5	25,8 ± 0,5	23,3 <sup>a</sup> ± 1,4	22,9 <sup>b</sup> ± 0,9	22,7 <sup>c</sup> ± 0,8
<b>Ingestão Alimentar</b>	6,58 ± 0,4	6,0 ± 0,6	5,8 ± 0,3	6,5 ± 0,6	5,9 ± 1,1	7,2 ± 0,8

Resultados expressos como média ± desvio padrão de 20 (treinamento) ou 10 (destreino) animais por grupo. Ganho de peso treinamento = peso ao desmame – peso no último dia de treino. Ganho de peso destreino = peso no último dia de treino – peso imediatamente antes do sacrifício. Ingestão Alimentar treinamento = valores médios do desmame ao último dia de treino. Ingestão Alimentar destreino = valores médios do último dia de treino até o dia do sacrifício. = SAL = solução salina, MSG = glutamato monossódico, SED = sedentário, CONT = treino contínuo, INT = treino intermitente. Diferença significativa (ANOVA  $P \leq 0,05$ ) em relação a: a) SAL-SED, b) SAL-CONT, c) SAL-INT, d) MSG-SED.

Os animais MSG mostraram valores significativamente superiores em relação aos teores de gordura na carcaça durante todo o período experimental (treinamento e destreino), comparados aos grupos controle (tratados com solução salina) correspondente (Tabela 2), sem qualquer alteração na ingestão alimentar (Tabela 1). O peso do tecido adi-

poso epididimal também foi significativamente mais elevado nos grupos MSG que nos SAL (Tabela 2). Ambos os protocolos de exercício atenuaram significativamente o ganho de peso dos ratos SAL e MSG (Tabela 1) e ligeiramente o teor de gordura da carcaça e o peso do tecido adiposo epididimal (Tabela 2) dos ratos MSG ao final da etapa de treinamento.

Tabela 2. Teores de gordura (g/100g de tecido) na carcaça e peso do tecido adiposo epididimal (mg/100g de peso corporal) dos ratos após treinamento físico e subsequente destreino

TREINAMENTO						
Grupos	SAL SED	SAL CONT	SAL INT	MSG SED	MSG CONT	MSG INT
<b>Teor de Gordura na Carcaça</b>	8,74 ± 1,81	13,22 ± 4,85	10,76 ± 3,17	27,11 <sup>a</sup> ± 6,72	25,41 <sup>b</sup> ± 7,73	24,91 <sup>c</sup> ± 1,77
<b>Peso do T. Adiposo Epididimal</b>	300,53 ± 37,93	424,47 ± 266,50	296,38 ± 72,49	916,88 <sup>a</sup> ± 265,17	878,21 <sup>b</sup> ± 319,87	780,78 <sup>c</sup> ± 239,58
DESTREINAMENTO						
<b>Teor de Gordura na Carcaça</b>	8,44 ± 2,11	10,19 ± 0,52	7,76 ± 1,40	27,10 <sup>a</sup> ± 2,35	29,63 <sup>b</sup> ± 4,56	25,14 <sup>c</sup> ± 3,58
<b>Peso do T. Adiposo Epididimal</b>	344,64 ± 85,04	570,88 ± 216,92	426,31 ± 133,94	900,75 <sup>a</sup> ± 278,74	1107,64 <sup>b</sup> ± 437,14	1048,2 <sup>c</sup> ± 261,00

Resultados expressos como média ± desvio padrão de 5-8 animais por grupo. SAL = solução salina, MSG = glutamato monossódico, SED = sedentário, CONT = treino contínuo, INT = treino intermitente. Diferença significativa (ANOVA  $P \leq 0,05$ ) em relação a: a) SAL-SED, b) SAL-CONT, c) SAL-INT.

No estudo *in vitro*, foi observado aumento na produção de lactato pelo músculo isolado dos ratos MSG-SED em comparação aos SAL-SED. O inverso foi constatado para os MSG treinados, em ambos os protocolos, em relação aos ratos MSG-SED. Não foram observadas diferenças entre os grupos na captação e na oxidação de glicose, assim como na síntese de glicogênio, enquanto que a concentração de glicogênio no músculo dos ratos MSG-CONT foi superior à dos ratos MSG-SED (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

Os animais tratados com glutamato monossódico no presente estudo apresentaram menor peso corporal e menor estatura (comprimento focinho-ânus) que os controles, equivalentes assim como uma deposição anormalmente elevada de gordura na carcaça em ambas as etapas do estudo (treinamento e destreinamento). Isso também foi observado em outros estudos utilizando roedores tratados com MSG (10, 24, 34).

*Tabela 3. Captação de glicose (mmol/g.h), oxidação da glicose (mmol/g.h), síntese de glicogênio (mmol/g.h), produção de lactato (mmol/g.h) e teor de glicogênio (mg/100mg) em músculo isolado após treinamento e subsequente destreinamento.*

TREINAMENTO						
Grupos	SAL- SED	SAL- CONT	SAL- INT	MSG- SED	MSG- CONT	MSG- INT
<b>Captação de Glicose</b>	3,48 ± 0,96	3,09 ± 0,40	3,57 ± 0,61	3,26 ± 0,81	3,17 ± 0,58	3,26 ± 0,50
<b>Síntese de Glicogênio</b>	1,22 ± 0,46	1,05 ± 0,46	1,21 ± 0,25	1,16 ± 0,72	1,12 ± 0,68	1,02 ± 0,26
<b>Produção de Lactato</b>	0,91 ± 0,35	1,29 ± 0,37	1,18 ± 0,71	1,69 <sup>a</sup> ± 0,78	0,86 <sup>b</sup> ± 0,39	0,78 <sup>b</sup> ± 0,18
<b>Oxidação de Glicose</b>	7,98 ± 2,9	7,18 ± 2,46	10,19 ± 5,23	7,72 ± 2,07	5,10 ± 1,24	8,22 ± 2,36
<b>Teor de Glicogênio</b>	0,40 ± 0,12	0,50 ± 0,06	0,40 ± 0,11	0,42 ± 0,15	0,62 <sup>d</sup> ± 0,23	0,48 ± 0,12
DESTREINAMENTO						
<b>Captação de Glicose</b>	3,36 ± 0,33	3,31 ± 0,42	3,25 ± 0,42	3,51 ± 0,59	3,32 ± 0,38	3,48 ± 0,31
<b>Síntese de Glicogênio</b>	2,74 ± 1,95	1,49 ± 0,49	2,10 ± 1,40	1,75 ± 1,78	1,44 ± 1,20	1,22 ± 0,73
<b>Produção de Lactato</b>	1,33 ± 0,42	0,82 ± 0,32	1,11 ± 0,62	1,17 ± 0,55	1,10 ± 0,38	0,71 ± 0,25
<b>Oxidação de Glicose</b>	8,14 ± 2,26	7,27 ± 0,81	8,10 ± 2,77	9,35 ± 1,61	6,42 ± 2,69	7,10 ± 2,60
<b>Teor de Glicogênio</b>	1,39 ± 0,36	1,16 ± 0,29	1,52 ± 0,44	1,28 ± 0,40	1,72 ± 0,50	1,63 ± 0,33

*Resultados expressos como média ± desvio padrão de 9-10 fatias de músculos por grupo. SAL = solução salina, MSG = glutamato monossódico, SED = sedentário, CONT = treino contínuo, INT = treino intermitente. Diferença significativa (ANOVA  $P \leq 0,05$ ) em relação a: a) SAL-SED, b) MSG-SED.*

O acúmulo excessivo de tecido adiposo nesses animais parece estar relacionado a um desbalanço entre respostas lipolíticas e atividades lipogênicas (10). Marmo et al. (25) e Dolnikoff et al. (10) sugeriram que a obesidade induzida por MSG consiste numa alteração metabólica caracterizada por aumento na

capacidade de transporte de glicose e de síntese de lipídeos pelo tecido adiposo, resultado de um aumento na sensibilidade à insulina.

Tem sido relatado que ratos tratados com MSG são hipotativos e o desenvolvimento da obesidade nestes foi relacionada ao menor gasto energético em certos

períodos do dia (39, 41). A obesidade nesses animais tem sido associada também a um aumento da eficiência alimentar (9). Animais MSG usualmente apresentam menor temperatura corporal (41) e menor taxa metabólica basal comparativamente aos animais eutróficos (4, 9, 27). Além disso, de acordo com diferentes autores, o desenvolvimento da obesidade em ratos tratados com MSG no período neonatal, ocorre na ausência de hiperfagia e sem excessivo ganho de peso (1, 4, 10, 30, 39).

Em resumo, os resultados referentes ao acúmulo de gordura na carcaça e ao crescimento somático indicam que, no presente estudo, o desenvolvimento da obesidade induzida pelo MSG processou-se conforme descrito na literatura.

Em estudos anteriores, demonstrou-se que o rato obeso pelo tratamento com MSG é um modelo adequado para o estudo dos efeitos metabólicos do exercício na obesidade (13). Dessa forma, no presente estudo, avaliou-se o efeito de dois programas distintos de treinamento sobre a adiposidade corporal e o metabolismo muscular da glicose nesse modelo. O teor de gordura na carcaça e o peso do tecido adiposo epididimal dos animais MSG treinados pelos dois protocolos foram ligeiramente menores que os sedentários após a etapa de treinamento, confirmando os resultados obtidos por Couto (6) e Gobatto et al (13). Segundo alguns autores, o exercício físico promove elevação da lipólise no tecido adiposo pela ação de hormônios lipolíticos (glucagon, adrenalina, noradrenalina, glicocorticóides e hormônio do crescimento (GH), que são liberados durante o exercício de longa duração (33). Dessa forma, quanto mais intenso for o exercício, maiores serão os níveis séricos de catecolaminas (32), o saldo negativo no balanço energético e o gasto energético em repouso (17, 18). Além disso, a carga de trabalho pode induzir alterações agudas na temperatura corporal que desencadeiam respostas termorregulatórias mais duradouras (21).

Diversos estudos têm demonstrado que atletas envolvidos com exercícios de alta intensidade apresentam elevação aproximada de 5 a 20% no dispêndio energético durante o repouso quando comparados com indivíduos sedentários (2, 40).

Possivelmente a elevação da atividade simpática possa estar envolvida na gênese do aumento do dis-

pêndio energético em repouso induzido pelo exercício (17). Outros estudos explicam a redução do tecido adiposo corporal, promovida pelo treinamento físico como resultado de “desbalanço” entre lipólise e lipogênese (29).

O treinamento contendo sucessivos estímulos anaeróbios talvez favoreça o maior gasto energético pós-exercício por manter a taxa metabólica de repouso em níveis elevados por um longo tempo (37). Nesse período, a gordura proveniente do tecido adiposo constitui o principal substrato consumido pelo organismo, reduzindo assim o conteúdo lipídico corporal. O menor conteúdo lipídico dos animais MSG submetidos ao treinamento físico pode ser um dos fatores responsáveis pelo menor ganho de peso corporal alcançado por esses animais. Outros estudos descrevem os mesmos efeitos do exercício físico em relação à perda de peso (6, 12).

Em resumo, ambos os protocolos de treinamento físico foram eficazes na redução do ganho de peso corporal e dos teores de gordura da carcaça dos animais obesos.

Não foram observadas, no presente estudo, diferenças entre os grupos em relação à captação da glicose, síntese de glicogênio e oxidação de glicose nas avaliações realizadas *in vitro* após o período de treinamento. Contudo, diversos autores sugerem melhoria na tolerância à glicose e na resistência à insulina após treinamento físico e que esta se deve, pelo menos em parte, às adaptações musculares que aumentam a ação da insulina no transporte e utilização de glicose (28). O incremento da atividade da hexoquinase (30) e da glicogênio sintetase (3), além do aumento no número de transportadores de glicose do tipo 4 (GLUT-4), associado à sua maior eficiência para translocar-se até à membrana após o exercício, podem ser a causa destas alterações (8). Também parece contribuir para esse fenômeno o aumento da capilarização dos músculos esqueléticos (15, 16). Além disso, foi relatado que o acúmulo das reservas de glicogênio observado com o treinamento físico pode estar relacionado ao aumento da glicogênese e ao maior transporte de glicose por mecanismos insulino-independentes (14). As discrepâncias entre os resultados do presente estudo e aqueles relatados previamente na literatura podem ser devidas, entre outros fatores,

a diferenças nos protocolos de treinamento. Em relação à produção de lactato, os ratos MSG-SED mostraram valores elevados em comparação ao grupo SAL-SED. Isso pode indicar maior metabolismo da glicose pela via anaeróbia no primeiro grupo. Tal alteração foi revertida pelo treinamento físico, sugerindo melhora do condicionamento aeróbio. Os efeitos causados pelo treinamento foram transitórios, pois desapareceram após o destreinamento. O conjunto dos resultados referentes ao metabolismo de glicose intramuscular precisa ser visto com cautela, pois apesar de não terem sido observadas alterações na captação, oxidação de glicose e na síntese de glicogênio em resposta ao treinamento, os ratos MSG-CONT apresentaram elevação do glicogênio quando comparados ao grupo sedentário equivalente. Mais análises são necessárias para o esclarecimento desse fenômeno.

Cheng et al (5) demonstraram que dieta hiperlipídica aumenta a capacidade de oxidação de lipídeos pelo músculo de ratos obesos exercitados por 4 semanas. Em situações de necessidade, como por exemplo o jejum de 24 horas, animais obesos tratados com dieta de cafeteria mobilizaram menos glicogênio hepático (22). Assim podemos sugerir que, apesar dos ratos MSG-CONT não terem apresentado quaisquer alterações na captação, oxidação de glicose e na síntese de glicogênio muscular, os mesmos mostraram, como possível adaptação a uma situação de necessidade energética (exercício), maior capacidade de preservação das reservas de glicogênio muscular, através de mecanismos que não são explicáveis pelas avaliações feitas neste estudo.

Em resumo, os ratos MSG mostraram maiores teores de gordura na carcaça que os SAL, comprovando a eficácia da droga em causar obesidade. Ambos os protocolos de treinamento provocaram redução na produção de lactato pelo músculo esquelético dos ratos obesos, indicando melhoria do condicionamento aeróbio desses animais. Ambos os protocolos foram eficazes em reduzir significativamente o ganho de peso dos ratos SAL e MSG e ligeiramente o teor de gordura da carcaça dos ratos MSG. Os efeitos dos dois protocolos foram transitórios, uma vez que após o destreinamento os benefícios observados foram revertidos.

#### **CORRESPONDÊNCIA**

**Maria Alice Rostom de Mello**

Avenida 24-A, 1515

Bela Vista

Departamento de Educação Física

UNESP – Rio Claro/ SP

13506-900 Brasil

*mellomar@rc.unesp.br*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araujo PE, Mayer J (1973). Activity increase associated with obesity induced by monosodium glutamate in mice. *Am J Physiol* 225: 764-765.
2. Ballor DL, Phoehlman ET (1992). Resting metabolic rate and coronary-heart-disease risk factors in aerobically and resistance-trained women. *Am J Clin Nutr* 56: 968-974.
3. Brau L (1997). Regulation of glycogen synthase and phosphorylase during recovery from high-intensity exercise in rat. *Biochem J* 322: 303-308.
4. Caputo FA, Ali SF, Wolff GL, Scallet AC (1996). Neonatal MSG reduces hypothalamic DA,  $\beta$ -endorphin, and delays weight gain in genetically obese (A<sup>viabile yellow/a</sup>) mice. *Pharmacol Biochem Behav* 53: 425-432.
5. Cheng B, Karamizal O, Noales, TD, Dennis, SC, Lambert EV (1997). Time course of the effects of a high-fat diet and voluntary exercise on muscle enzyme activity in Long-Evans rats. *Physiol & Behav* 61: 701-705.
6. Couto GEC (1995). Efeito do exercício físico contínuo sobre o metabolismo lipídico de ratos tornados obesos pelo tratamento com glutamato monossódico (MSG). Dissertação. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo.
7. Damaso AR (2001). *Nutrição e exercício na prevenção de doenças*. São Paulo: MEDSI.
8. Dela F, Ploug T, Handberg A, Petersen LN, Larsen JJ, Mikines KJ, Galbo H (1994). Physical training increases muscle GLUT4 protein and mRNA in patients with NIDDM. *Diabetes* 43: 862-865.
9. Djazayeri A, Miller DS, Stock MJ (1979). Energy balances in obese mice. *Nutr Metab* 23: 357-367.
10. Dolnikoff M, Martín-Hidalgo A, Machado UF, Lima FB, Herrera E (2001). Decreased lipolysis and enhanced glycerol and glucose utilization by adipose tissue prior to development of obesity in monosodium glutamate (MSG) treated-rats. *Int J Obes* 25: 426-433.
11. Dubois B, Jilles KA, Hamiltom JK, Reders PA (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chem* 28: 350-356.
12. Forbes GB (1992). Exercise and lean weight: the influence of body weight. *Nutr Rev* 50: 157-261.
13. Gobatto CA, Mello MAR, Souza CT, Ribeiro IA (2002). Monosodium glutamate obese rat as model for the study of exercise in obesity. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 111: 89-102.
14. Henriksen EJ (1996). Role of glucose transport in glycogen supercompensation in reweighted rat skeletal muscle. *Am J Physiol* 80: 1540-1546.
15. Houmard JA, Shinebarger MH, Dolan PL, Leggett-Frazier N, Bruner RK, Mccammon MR, Israel RG, Dohm GL (1993). Exercise training increases GLUT-4 protein concentration in previously sedentary middle-age men. *Am J Physiol* 264: E896-E901.
16. Hughes VA, Fatarone MA, Fielding RA, Kahn BB, Ferrara CM, Shepherd P, Fisher EC, Wolfe RR, Elahi D, Evans WJ (1993). Exercise increases muscle GLUT-4 levels and insulin action in subjects with impaired glucose tolerance. *Am J Physiol* 264: E855-E862.
17. Hunter GR, Weinsier RL, Bamman MM, Larson DE (1998). A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *Int J Obes Relat Metab Disorders* 6: 489-493.
18. Imbeault P, Saint-Pierre S, Alméras N, Tremblay A (1997). Acute effects of exercise on energy intake and feeding behavior. *Brit J Nutr* 77: 511-521.
19. Jacobs L, Esbjornsson M, Sylve C, Holm I, Jansson E (1987). Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Med Sci Sports Exerc* 19: 368-374.
20. James DE, Kraegen EW, Chisholm D (1984). Effect of exercise training on whole-body insulin sensitivity and responsiveness. *J Appl Physiol* 56: 1217-1222.
21. Jéquier E, Tappy L (1999). Regulation of body weight in humans. *Physiol Rev* 79: 451-480.
22. Lladó I, Pons A, Palou A (1997). Fatty acid composition of Brown adipose tissue in dietary obese rats. *Biochem Mol Biol Int* 43: 1129-1136.
23. Lowry OH, Rosebrough NF, Farr AL, Randal RJ (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Bio Chem* 193: 265-275.
24. Machado UFE, Saito M (1995). The effect of adipose cell size on the measurement of GLUT-4 in white adipose tissue of obese mice. *Br J Med and Biol Res* 28: 369-376.
25. Marmo MR, Dolnikoff MS, Kettelhut IC, Matsushita DM, Hell NS, Lima FB (1994). Neonatal monosodium glutamate treatment increases epidymal adipose tissue sensitivity to insulin three-month old rats. *Br J Med Biol Res* 27: 1249-1253.
26. Mello MAR, Souza CT, Braga LR, Santos JW, Ribeiro IA, Gobatto C (2001). A. Glucose tolerance and insulin action in monosodium Glutamate (MSG) obese exercise-trained rats. *Physiol Chem Phys and Med NMR* 33: 63-71.
27. Moss D, Ma A, Cameron DP (1985). Defective thermoregulatory thermogenesis in monosodium glutamate - induced obesity in mice. *Metabolism* 34: 626-630.
28. Nakai N (1996). Exercise training prevents maturation-induced decrease in insulin sensitivity. *J Appl Physiol* 80: 1963-1967.
29. Nicklas BJ (1997). Effects on endurance exercise on adipose tissue. *Exerc Sports Rev* 25: 77-103.
30. Olney JW (1969). Brain lesion, obesity, and other disturbances in mice treated with monosodium glutamate. *Science* 164: 719-721.
31. Pilegaard H, Bangsbo J, Richter EA, Juel C (1994). Lactate transport studied in sarcolemmal giant vesicles from human muscle biopsies: relation to training status. *J Appl Physiol* 77: 1858-1862.
32. Pi-Sunyer FX, Woo R (1995). Effect of exercise on food intake in human subjects. *Am J Clin Nutr* 42: 983-990.
33. Powers SK, Howley ET, Cox R (1992). A differential catecholamine response during prolonged exercise and passive heating. *Med Sci Sport Exerc* 14: 453-459.
34. Ribeiro EB, Nascimento CMO, Andrade IS, Hirata AE, Dolnikoff MS (1997). Hormonal and metabolic adaptations to fasting in monosodium glutamate-obese rats. *J Comp. Physiol B* 167: 430-437.
35. Scalfani A (1984). Animal models of obesity: classification and characterization. *Int J Obes* 8: 491-508.
36. Silva MP, Marcondes MCG, Mello MAR (1999). Exercício aeróbio e anaeróbio: efeitos sobre a gordura sérica e tecidual de ratos alimentados com dieta hiperlipídica. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 4: 43-56.
37. Sjodin AM, Forslund AH, Westerterp KR, Andersson AB, Forslund JM, Hambraeus LM (1996). The influence of physical activity on BMR. *Med Sci Sports Exerc* 28: 85-91.

38. Sjögren B, Nordenskjöld T, Holmgren H, Wollerstrom J (1938). Beitrag zur Kenntnis des Leberthythmus. *Pflügers Archiv fuer die Gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* 240: 247.
39. Tokuyama K, Himms-Hagen H (1989). Adrenalectomy prevents obesity of glutamate-treated mice. *Am J Physiol* 257: E139-E144.
40. Tremblay A, Fontain E, Nadeau A (1985). Contribution of post-exercise increment in glucose storage to variations in glucose induced thermogenesis in endurance athletes. *Can J Physiol Pharmacol* 63: 1165-1169.
41. Yoshida T, Nishioka H, Nakamura Y, Kanayama T, Kondo M (1985). Reduced norepinephrine turnover in brown adipose tissue of preobese mice treated with monosodium L-glutamate. *Metabolism* 36: 931-938.

# Exercício rosca bíceps: influência do tempo de execução e da intensidade da carga na atividade eletromiográfica de músculos lombares

Anderson Oliveira  
Mauro Gonçalves  
Adalgiso Cardozo  
Fernando Barbosa

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.170>

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Biociências  
Departamento de Educação Física  
Laboratório de Biomecânica  
Rio Claro  
São Paulo  
Brasil

## RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar o efeito do tempo de execução, da intensidade da carga e do tipo de contração na atividade eletromiográfica do músculo longuíssimo do tórax bilateralmente, durante a execução do exercício rosca bíceps. Dez voluntários saudáveis executaram o exercício até à exaustão com 25%, 35% e 45% da carga máxima, em três dias diferentes, sendo uma carga por dia. Foram analisadas a *root mean square* (RMS) e o *slope* a cada 10% do tempo total. Os resultados mostraram aumento progressivo na RMS com o tempo a 25% e 35% da carga máxima, com aumentos significativos a partir de 80% do tempo de execução. Houve efeito da intensidade da carga nas contrações concêntricas, predominantemente entre 25% e 45% nas diferentes porcentagens de tempo. Ao analisar os tipos de contração observa-se que a RMS nas contrações concêntricas apresenta-se maior que nas contrações excêntricas, predominantemente na carga de 45% para ambos os músculos. As comparações dos valores de *slope* indicam pequeno efeito da carga e tipo de contração. Estes resultados permitem concluir que a execução do exercício rosca bíceps aumenta a atividade eletromiográfica dos músculos longuíssimos do tórax, principalmente durante movimentos concêntricos dos cotovelos a partir dos 80% do tempo de execução

*Palavras-chave:* fadiga muscular, eletromiografia, eretor da espinha, estabilização do tronco, treinamento resistido.

## ABSTRACT

***Biceps curl exercise: endurance time and load level effects in the electromyographic activity of lumbar muscles***

*The purpose of this study was to verify the effect of execution time, load level and contraction type in the electromyographic activity of longissimus thoracis muscle bilaterally, during the execution of the biceps curl exercise. Ten healthy subjects performed the exercise until exhaustion with 25%, 35% and 45% of one repetition maximum (RM), in three different days. Root mean square and slope were analyzed in each 10% of total time. Results showed a progressive increase in electromyographic activity with time, at 25% and 35% of 1RM with significant increases in the electromyographic activity beginning at 80% of execution time. The effect of load level in the activity of longissimus thoracis muscles occurred in the concentric phase between 25% and 45% of RM. There was a predominantly effect of contraction type at 45% of 1-RM for both muscles, and was found a small effect of contraction type for slope values. These results allow to conclude that the performance of biceps curl exercise increases the electromyographic activity of longissimus thoracis muscles during the concentric elbow movements and at 80% of execution time.*

*Key Words:* muscle fatigue, electromyography, erector spinae, trunk stabilization, resisted training.

## INTRODUÇÃO

Existe um aumento no número de lesões originadas durante treinamentos resistidos, principalmente devido à utilização de cargas inadequadas em combinação com posturas incorretas. Isto acontece, sobretudo, quando os exercícios são realizados em pé e, particularmente, nos músculos posturais, como os eretores da espinha [1, 2], e em atletas profissionais [2]. Entre os exercícios resistidos um dos mais praticados é o rosca bíceps, que exercita os músculos flexores do cotovelo, o qual, devido às características peculiares à sua execução, suscita muitas preocupações, principalmente quando realizado sem a devida orientação [3]. Estas preocupações se concentram no fato da carga ser posicionada anteriormente ao corpo do praticante, durante sua execução. Isto possibilita a hiperextensão da coluna lombar, que pode ser acentuada dependendo da quantidade de carga e da técnica de execução utilizadas, promovendo assim uma distribuição inadequada da carga sobre os discos intervertebrais e aumentando o risco de lesões [1, 4, 5].

Aliado a todos estes fatores encontra-se a fadiga muscular, definida como a impossibilidade de realização de determinada tarefa devido às falhas no sistema neuromuscular, acarretando diminuição na produção de força durante contrações isométricas e isotônicas [6, 7], e podendo aumentar o risco de lesão da região lombar. O fenômeno da fadiga muscular já tem sido objeto de estudo há várias décadas [8, 9, 10], entretanto, algumas dúvidas persistem sobre o comportamento das unidades motoras durante tais atividades [5].

Uma das ferramentas biomecânicas mais utilizadas para a investigação da atividade muscular, e consequentemente da fadiga muscular, é a eletromiografia (EMG) que mede a amplitude e/ou a frequência dos disparos das unidades motoras durante a execução de determinada tarefa ou movimento. Embora a EMG seja amplamente utilizada em estudos com fadiga muscular, poucas investigações se destinam a estudar o comportamento dos músculos eretores da espinha durante a realização de exercícios resistidos [11, 12, 13].

A determinação da fadiga muscular pode ser realizada pela análise dos valores de amplitude, especialmente a *root mean square* (RMS) do sinal eletromio-

gráfico, que aumenta em função do tempo de execução (TE) do exercício. Permitindo assim ser analisada por meio do coeficiente de inclinação (*slope*), que é obtido quando realizam-se regressões lineares com os valores de RMS. O *slope* pode ser uma ferramenta útil para a observação da fadiga muscular durante contrações isométricas e isotônicas, ao quantificar aumentos ou diminuições nos parâmetros eletromiográficos [14, 15, 16]. Além do TE, o *slope* pode ainda ser influenciado pela intensidade de carga deslocada e pelo tipo de contração analisada [17].

Tendo em vista a grande frequência desta modalidade de exercício nos programas de treinamento, com intuito de manutenção das capacidades físicas básicas assim como da forma atlética, evidencia-se a necessidade de indicadores mais objetivos sobre o desenvolvimento da fadiga muscular em função do TE desta tarefa durante os treinamentos, assim como o efeito da concentração de cargas deslocadas sobre os músculos eretores da espinha. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da atividade dos músculos eretores da espinha bilateralmente durante a realização do exercício rosca bíceps, com diferentes porcentagens de carga até a exaustão.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Sujeitos

Participaram deste estudo 10 homens saudáveis com média de idade de  $20,91 \pm 1,37$  anos, altura de  $177,3 \pm 5,61$  cm, massa corporal de  $71,77 \pm 5,69$  kg e índice de massa corporal de  $22.32 \pm 0.81$  kg/m<sup>2</sup>. Esses sujeitos deveriam possuir uma prática de treinamento resistido de no mínimo 12 semanas durante o período dos testes [18]. Os sujeitos não possuíam histórico de lesões músculo-esqueléticas nos ombros, cotovelos e coluna vertebral. O Comitê de Ética local aprovou o estudo e os voluntários assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de realizarem os testes.

### Tarefas

Na semana anterior ao início dos testes foi realizado, em três dias, o teste de uma repetição máxima (1-RM) de cada voluntário, segundo procedimento descrito por Oliveira et al. [19].

Em outros 3 dias, testes de exaustão foram realiza-

dos com um intervalo de 24 a 72 horas entre os dias [18]. Em cada dia de teste os voluntários realizaram o exercício rosca bíceps com cargas correspondentes a 25%, 35% e 45% de 1-RM, selecionadas de forma randômica. A exaustão foi determinada pela impossibilidade de realizar o movimento na amplitude ( $15^\circ$  a  $130^\circ$  de flexão) e no ritmo (40 bpm) padronizados. Os sujeitos tiveram um tempo para adaptar-se ao ritmo de execução do exercício antes do início do teste. Estas intensidades de carga foram estabelecidas por meio de estudos-piloto, pelos quais se verificou que estas cargas poderiam ser mantidas em movimento ao menos durante 1 minuto. Os voluntários foram encorajados durante todo o teste a continuar realizando a tarefa. Os sujeitos foram orientados a não realizarem qualquer treinamento para os músculos envolvidos no experimento no dia anterior e nos próprios dias de teste.

#### Equipamentos e posicionamento

Para a realização do teste de carga máxima e do exercício rosca bíceps foi utilizada uma barra de ferro reta (7kg, 120cm de comprimento) e anilhas (1/2, 1, 4, 5 e 10Kg). Para a padronização do ritmo de execução do exercício isotônico foi utilizado um metrônomo digital (Qwik Time QT-3, Beijing, China) cabrilado a 40 bpm.

Durante os testes de exaustão os sujeitos permaneceram em postura ereta com os pés distantes 40cm entre eles [3]. Um monitor colocado a 130cm do sujeito e a 100cm de altura ofereceu retorno visual de sua postura. Foram obtidas imagens no plano sagital por meio de uma câmera (JVC GR-AX910U, Tokio, Japan) posicionada a 360cm perpendicularmente ao plano em que os voluntários se encontravam. Estas imagens ofereceram um *feedback* postural aos voluntários durante a realização do exercício assim como posteriormente, pela identificação de um sistema fotoeletrônico [20] gravado simultaneamente, a aquisição dos registros EMG permitiu a identificação das fases dos movimento e obtenção dos valores de RMS. Com o objetivo de padronizar a postura simétrica e os movimentos durante o teste de exaustão, um sistema de hastes metálicas foi construído, o qual limitou os movimentos dos braços ântero-lateralmente e manteve a flexão dos joelhos a  $15^\circ$ . A partir desta posição foram realizadas

flexões e extensões do cotovelo, com o antebraço supinado bilateralmente e as mãos afastadas aproximadamente 45cm.

#### Sistema EMG

Dois pares de eletrodos de superfície, bipolares, descartáveis (MediTrace 100, Chicopee, Canada) e com área de captação de 1cm foram posicionados sobre os músculos longuíssimo do tórax direito (LTD) e esquerdo (LTE) no nível de L1, de acordo com Kumar [21], na direção das fibras musculares. Um eletrodo de referência foi posicionado no punho direito.

Para a obtenção dos sinais eletromiográficos foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos (Lynx - Tecnologia Eletrônica Ltda®, São Paulo, SP, Brasil) de quatro canais, ao qual foram conectados os cabos e eletrodos. A frequência de amostragem foi de 1000Hz, o filtro passa alta de 10Hz, o filtro passa baixa de 500Hz e o ganho de 1000 vezes. A conversão dos sinais analógicos para digitais foi realizada por uma placa A/D com faixa de entrada de  $-5$  a  $+5$  volts (CAD 1026-Lynx). Para a aquisição dos sinais eletromiográficos também foi utilizado um *software* específico (Aqdados-Lynx).

#### Análise estatística

Os valores de RMS do sinal EMG foram analisados separadamente nas contrações concêntricas de flexão dos cotovelos (FC) (fase de levantamento da carga) e nas contrações excêntricas de extensão dos cotovelos (EC) (fase de abaixamento da carga), durante os testes de exaustão. Estes valores foram normalizados pelo valor da primeira contração, realizada com 45% de 1-RM, e analisados a cada 10% do TE. Dos valores destas regressões lineares entre RMS e tempo foram obtidos os respectivos *slopes*, tanto para as FC como para as EC do movimento analisado em cada uma das porcentagens de carga. A análise estatística dos dados foi realizada por meio de testes não paramétricos. Sendo que para a verificação da intensidade de carga sobre os valores de TE total, da percentagem de TE dentro de uma mesma intensidade de carga, e da intensidade de carga para um mesmo músculo e tipo de contração, foi aplicado o teste de Friedman. Já para as comparações entre os diferentes tipos de contração (FC e EC) para um mesmo mús-

culo e carga, bem como para a comparação entre os músculos localizados do lado direito (LTD) e esquerdo (LTE) da coluna vertebral, foi utilizado o teste de Wilcoxon. Para todas as análises foi estabelecido um nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

### O efeito do tempo de execução

Inicialmente, verifica-se que existe efeito da intensidade da carga sobre os valores de TE ( $p < 0,05$ ), existindo uma relação inversa entre estes dois parâmetros.

Tabela 1. Valores de carga máxima e tempo de execução (em segundos) do exercício rosca bíceps para cada intensidade de carga.

	1-RM*	TEMPO DE EXECUÇÃO		
		25%	35%	45%
MÉDIA	43	178,4**	91***	70,3
DP <sup>i</sup>	5,77	34,4	15,96	8,21

[\*] Repetição máxima (em kg).

[\*\*] Diferença significativa em relação a 35% e 45%.

[\*\*\*] Diferença significativa em relação a 45%.

O TE apresentou um significativo efeito ( $p < 0,05$ ) sobre os valores de RMS do músculo LTD (Figura 1) e do músculo LTE (Figura 2) nas cargas de 25% e 35% durante a FC, ao passo que durante a EC houve significativo efeito do TE apenas para o músculo LTD nas cargas de 25% e 35%.

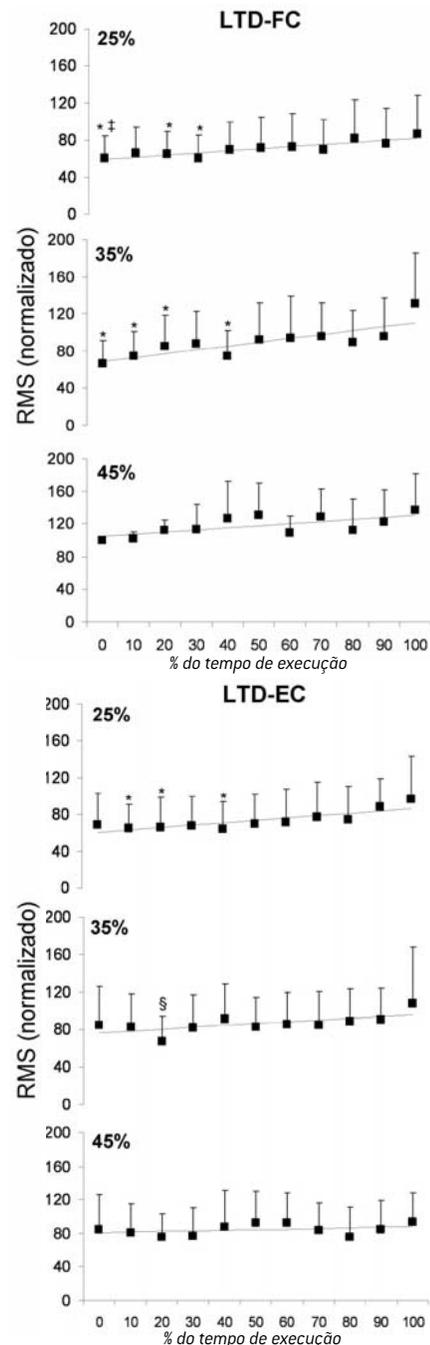


Figura 1. Valores médios e desvios padrão da RMS do músculo longuíssimo do tórax direito (LTD) durante a flexão (FC) e extensão do cotovelo (EC) no exercício rosca bíceps com 25%, 35% e 45% de 1RM. [† Diferença significativa em relação à 80%; † Diferença significativa em relação a 90%; § Diferença significativa em relação a 60%, 90% e 100%; \* Diferença significativa em relação à 100% ]

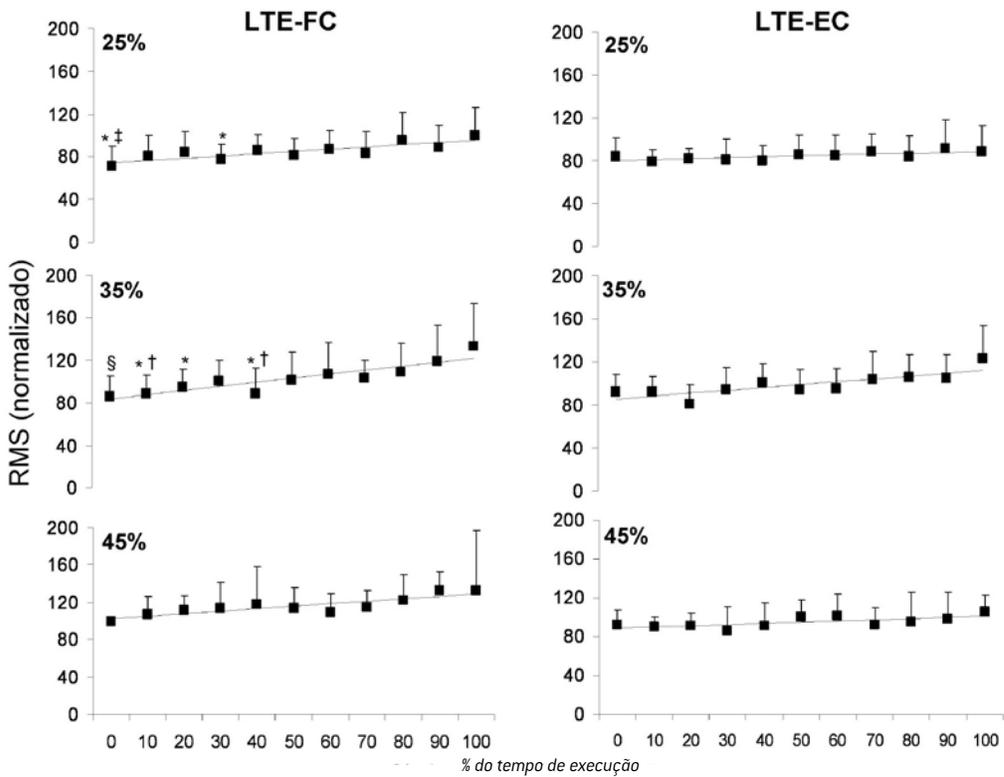


Figura 2. Valores médios e desvios padrão da RMS do músculo longuíssimo do tórax esquerdo [LTE] durante a flexão [FC] e extensão do cotovelo [EC] no exercício rosca bíceps com 25%, 35% e 45% de 1RM. [‡ Diferença significativa em relação a 80%; † Diferença significativa em relação a 90%; § Diferença significativa em relação a 80%, 90% e 100%; \* Diferença significativa em relação a 100%]

Na análise dos valores de *slopes* dos músculos de ambos os lados (Figuras 3 e 4), os resultados demonstraram que existem diferentes comportamentos entre as FC e as EC, pois até aos 50% do TE as FC possuem tendência à diminuição dos seus valores, enquanto as EC possuem a característica de aumento. Ao passo que após os 50% do TE os comportamentos se assemelham para os dois tipos de contração. Existiu uma predominante diferença nas FC para o músculo LTD entre os intervalos de 10% e 90%, de 20% e 50%, de 20% e 70%, e de 20% e 90% do TE. É importante ressaltar que, apesar das figuras não apresentarem os valores de desvio-padrão, estes variaram de  $\pm 1,4$  (principalmente a partir dos 40% do TE) até  $\pm 14$  (principalmente até 30% do TE) para ambos os músculos, demonstrando assim maiores variações nos valores dos *slopes* para o início do exercício.

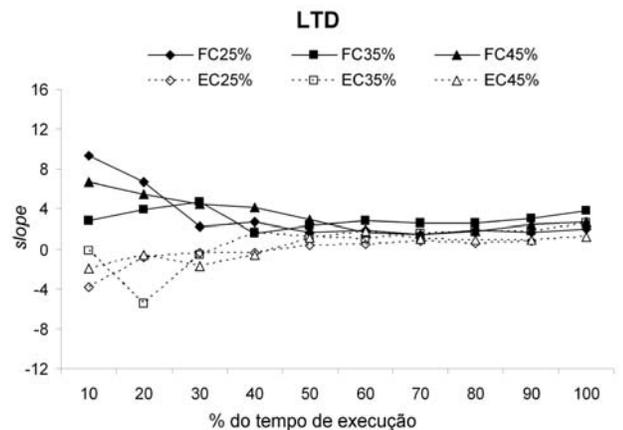


Figura 3. Valores médios de slopes do músculo longuíssimo do tórax direito [LTD] durante a flexão [FC] e extensão do cotovelo [EC] no exercício rosca bíceps com 25%, 35% e 45% de 1RM durante o tempo total de execução.

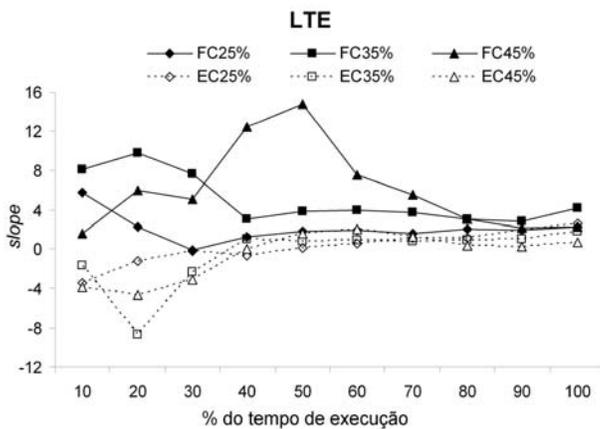


Figura 4. Valores médios de slopes do músculo longuíssimo do tórax esquerdo [LTE] durante a flexão [FC] e extensão do cotovelo [EC] no exercício rosca bíceps com 25%, 35% e 45% de 1RM durante o tempo total de execução.

#### O efeito da intensidade de carga

Verificou-se que houve efeito da intensidade da carga imposta para a execução do exercício rosca bíceps nos valores da RMS de ambos os músculos do tronco analisados durante a FC. Nesta fase ocorreram diferenças significativas entre 25% e 35% de 1RM no LTD nos intervalos de 20% e 30% do tempo total de execução, com maiores valores para 35% de 1-RM. Entre as cargas de 25% e 45% de 1-RM verificaram-se diferenças a 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 70%, 90% e 100% do tempo total de execução, apresentando maiores valores quando utilizada 45% de 1RM. Entre as cargas de 35% e 45% de 1-RM houve diferença significativa a 0%, 40% e 50% do tempo total de execução, com maiores valores quando movimentada a carga de 45% de 1-RM.

Durante a FE a intensidade de carga utilizada também apresentou efeito sobre a atividade do LTD, havendo diferença entre as cargas de 25% e 35% de 1-RM a 0%, 10%, 40%, 70% e 80% do tempo total de execução, com maiores valores a 35% de 1-RM. Entre as cargas de 25% e 45% de 1-RM houve diferença significativa apenas para os intervalos de 0%, 50% e 60% do tempo, com maior valor para 45% de 1-RM.

No LTE durante a FC verifica-se o efeito da intensidade da carga, apresentando diferenças significativas entre as cargas de 25% e 35% de 1-RM apenas no intervalo de 60% do TE, com maiores valores a 35% de 1-RM. Entre as cargas de 25% e 45% de 1-RM,

foram encontradas diferenças em todos os intervalos de tempo, exceto em 50% do TE, com maiores valores para 45%. Já para as cargas de 35% e 45% de 1-RM houve diferença significativa apenas nos intervalos de 20% e 40% do tempo, com maiores valores para 45% de 1-RM.

Durante as EC, o músculo LTE apresentou diferenças significativas entre as cargas de 25% e 35% de 1-RM nos intervalos de 70% e 90% do tempo total de execução, com maiores valores obtidos com 35% de 1-RM e entre as cargas de 25% e 45% de 1-RM nos intervalos de 50% e 60% do TE, com maiores valores a 45% de 1-RM.

Já para os valores de *slope* a atividade dos músculos eretores da espinha, apresentou o efeito da intensidade da carga apenas no LTD na EC entre as cargas de 25% e 35% de 1-RM no intervalo de 90% do tempo, com maior valor na carga de 35% de 1-RM.

#### Diferenças no tipo de contração

Quando se analisou em cada carga utilizada os diferentes tipos de contração (FC e EC), verificou-se que, ao se deslocar 25% de 1-RM, apenas o LTE demonstrou diferença significativa nos intervalos de 0% e 40% do TE. Com a carga de 35% de 1-RM, estas diferenças foram significativas entre os intervalos de 0%, 20% e 40% do tempo no LTD, e 20% e 40% do TE no LTE, com os maiores valores sendo encontrados na FC. Com a utilização de 45% de 1-RM também se verifica efeito da fase de deslocamento da carga para ambos os músculos, com maiores intensidades obtidas na FC, existindo diferenças significativas em todos os intervalos de tempo, exceto em 0%, 10% e 60% para o músculo LTD e 10%, 20%, 30%, 40%, 70%, 80% e 90% do TE para o músculo LTE, com os maiores valores sendo encontrados para a FC.

Na comparação dos *slopes* dos músculos de ambos os lados, realizada entre a FC e EC, verifica-se uma diferença significativa quando se utilizou a carga de 25% para o músculo LTD nas FC em 10% ( $9.34 \pm 7.35$ ) e 20% ( $6.66 \pm 5.95$ ) em relação à EC ( $-0.79 \pm 6.98$  e  $-0.39 \pm 3.41$  respectivamente); na carga de 35% o músculo LTE nas FC a 100% do TE ( $4.18 \pm 2.70$ ) em relação à EC ( $1.84 \pm 2.65$ ). Quanto a carga de 45% foi utilizada, houve diferença significativa da atividade do músculo LTD nas FC em 30%

( $4.47 \pm 8.70$ ) e 90% ( $2.46 \pm 3.06$ ) em relação à EC ( $-1.73 \pm 6.52$  e  $-0.56 \pm 5.05$  respectivamente). E para o músculo LTE nas FC em 70% do ( $5.47 \pm 7.72$ ) em relação à EC ( $1.31 \pm 2.70$ ).

Não foram evidenciadas diferenças significativas quando se comparou o LTD com o LTE, quando se realizaram as comparações entre tipos de contração, carga e TE.

## DISCUSSÃO

Dificuldades na estabilização do tronco, durante tarefas repetidas na postura ortostática [22, 23], pelos músculos lombares têm representado para a coluna lombar um grande risco de lesões, tanto no trabalho [10] como no esporte [2]. Uma das causas é a fadiga dos músculos eretores da espinha [24, 25]. Este fato pode ser constatado no presente estudo, nos músculos LTD e LTE, durante a execução do exercício rosca bíceps [22, 23], em que um evidente aumento da atividade EMG ocorreu em função do TE, principalmente durante a realização da FC [24, 26]. Este comportamento está relacionado ao aumento no recrutamento das unidades motoras e/ou da sua taxa de disparos [9, 17, 27], bem como a alterações na ordem de recrutamento das unidades motoras [9, 17, 28, 29, 30] para manutenção da tarefa e da postura.

Pelo fato do exercício rosca bíceps ser, evidentemente, uma atividade física dedicada ao treinamento dos músculos do membro superior, movimentações destes membros propiciam um aumento da ação dos músculos da coluna lombar [31, 32]. Constata-se com isso que, apesar de em menor magnitude que para os músculos dos membros superiores, os músculos LTD e LTE também são acometidos pelo processo de fadiga muscular [25], predominantemente a partir de 80% do TE do exercício rosca bíceps, devido ao significativo aumento da atividade EMG. A utilização de diferentes intensidades de carga no presente estudo evidenciou que existem alterações na atividade EMG dos músculos LTD e LTE, com o aumento da atividade em função do aumento da carga, assim como com o passar do TE [33, 34, 35], principalmente a partir de 50% do tempo. Este fato pode ter relação com a necessidade do aumento no recrutamento de fibras do Tipo II [30], que são menos resistentes à fadiga muscular [18, 36] e pos-

suem maiores valores de amplitude do sinal eletromiográfico [34]. Este mesmo fato já foi verificado em estudos anteriores, porém com utilização de intensidades de cargas mais altas e durante tarefas isométricas de flexão dos cotovelos na posição em pé [13, 25]. Verificaram-se, então, alterações na forma de execução do movimento [3], havendo uma compensação do movimento de flexão dos cotovelos por hiperextensões da coluna lombar [24, 26].

Nesta mesma direção podemos analisar as diferenças existentes na atividade EMG dos músculos LTD e LTE, em cada percentagem do TE, durante a FC e EC. Predominantemente o presente estudo demonstra uma maior atividade dos músculos lombares durante as FC, que pode estar relacionada com uma diminuição da eficiência dos músculos do braço, o que propicia uma hiperextensão compensatória da coluna lombar para auxiliar a continuidade da tarefa. Esta atividade é diminuída quando a carga é reduzida durante a EC, pois, nesta fase, os músculos analisados estão executando uma estabilização do tronco e não, efetivamente, um possível movimento da coluna vertebral.

Os *slopes* obtidos para os músculos lombares podem trazer informações sobre o comportamento destes músculos frente a tarefas fadigantes [6]. Ao verificar-se que ocorre predominância de semelhanças nos valores de *slopes* entre as cargas, pode-se dizer que a atividade entre as cargas não se modifica. Pode-se ressaltar então que atividades realizadas em pé, mesmo que com cargas relativamente baixas (até 45% de 1-RM), promovem atividade semelhante do músculo longuíssimo do tórax, apesar de existirem diferenças no TE entre estas cargas.

O comportamento dos *slopes* obtidos nos diferentes percentuais do TE apresenta grande variação até os 50% do TE, onde os músculos de ambos os lados apresentam uma predominante tendência à diminuição durante a FC e aumento na EC. A partir de 60% do TE os *slopes* apresentam um padrão similar ao longo do TE para ambos os músculos e, além disso, predominantemente semelhante entre as cargas e tipos de contração. Apesar de não serem encontradas informações tão detalhadas quanto ao comportamento dos *slopes* ao longo do tempo na literatura, no presente estudo verifica-se mesmo, quando se analisam parcelas deste tempo de execução, que existe a pre-

sença de inclinação positiva. Esta é interpretada como a presença de fadiga muscular, demonstrando que os músculos lombares durante exercícios resistidos apresentam fadiga muscular durante as FC, e predominantemente a partir dos 50% da execução para as EC. E este aumento da atividade EMG foi verificado nas diferenças significativas da RMS a partir dos 80% do TE, quando comparada ao início do exercício.

Na presente investigação foram encontradas semelhanças nestes valores de *slopes* a partir de 60% do TE, o que pode indicar que, ao realizar o exercício rosca bíceps até 70% do TE total, pode ser eficiente para análises da fadiga muscular durante a execução do exercício rosca bíceps. Ao mesmo tempo permite a adequada ação do músculo longuíssimo do tórax para a estabilização da coluna lombar, visto que a atividade deste músculo não será aumentada de forma tão acentuada, independentemente da intensidade de carga imposta para a realização do exercício para membros superiores.

Embora o presente estudo tenha permitido identificar o importante papel do músculo longuíssimo do tórax para a estabilidade da coluna lombar durante a execução do exercício rosca bíceps, estudos futuros deveriam considerar a avaliação de outros músculos lombares, com o objetivo de identificar diferenças relacionadas com a função destes músculos, minimizando os possíveis riscos de lesões nesta região durante exercícios na posição em pé.

## CONCLUSÃO

Verifica-se no presente estudo que a execução de exercícios na posição em pé, com a manutenção da carga anterior ao corpo, acarreta ativação de músculos posturais. Constata-se também que esta atividade aumenta durante o TE do exercício, sendo mais evidente durante as FC, período em que a carga é movimentada a diferentes distâncias da linha média do corpo e diferentes alturas em relação ao solo, independentemente da intensidade de carga utilizada durante os testes. Estas maiores atividades dos músculos lombares, a partir dos 80% do TE, podem ser indicadoras de dificuldades para estabilização do tronco, aumentando assim a possibilidade de lesões da coluna lombar.

## AGRADECIMENTOS

Laboratório de Biomecânica, UNESP, Rio Claro/SP.  
FUNDUNESP – Fundação para o desenvolvimento da UNESP.

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Laboratório de Pesquisas Ergonômicas, Universidade de Alberta, Edmonton, Canadá.

## CORRESPONDÊNCIA

**Anderson Oliveira**

Laboratório de Biomecânica  
Departamento de Educação Física  
Instituto de Biociências  
Universidade Estadual Paulista  
Av. 24-A, nº 1515 - Bela Vista  
13506-900 - Rio Claro - SP  
Brasil  
*andcast@rc.unesp.br*

## REFERÊNCIAS

1. Alexander MJL (1985). Biomechanical aspects of lumbar Spine injuries in athletes: A review. *Can J Spt Sci* 10(1): 1-20. 1985.
2. Bono CM (2004). Low-back pain in athletes. *J Bone Joint Surg Am* 86: 382-396.
3. Aaberg E (2001). *Musculação, biomecânica e treinamento*. São Paulo: Manole.
4. McArdle WD, Katch FI, Katch VL (1996). *Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
5. Gonçalves M (2000). Limiar de Fadiga Eletromiográfica. In Denadai BS (ed.) *Avaliação aeróbia: Determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo*. Rio Claro: Motrix, 131-148.
6. Basmajian JV, De Luca CJ (1985). *Muscle alive: their function revealed by electromyography*. Baltimore: Williams & Wilkins.
7. Kumar S, Mital A (1996). *Electromyography in ergonomics*. London: Taylor & Francis.
8. DeVries HA (1968). Method for evaluation of muscle fatigue and endurance from electromyographic fatigue curves. *Am J Phys Med* 47(3): 125-135.
9. Moritani T, Muro M, Nagata A (1986). Intramuscular and surface electromyogram changes during muscle fatigue. *J Appl Physiol* 60(4): 1179-1185.
10. Young VL, Seaton MK, Feely CA, Arfken C, Baum DF, Baum CM, Logan S (1995). Detecting cumulative trauma in workers performing repetitive tasks. *Am J Ind Med* 27: 419-431.
11. Gonçalves M (1998). Variáveis Biomecânicas Analisadas Durante o levantamento manual de carga. *Motriz* 4(2): 85-90.
12. Oliveira ASC, Barbosa FSS, Gonçalves M (2004). Análise eletromiográfica dos músculos longuíssimo torácico durante exercício de flexão resistida do cotovelo. *Fisioterapia Brasil* 5: 15-15.
13. Oliveira ASC, Barbosa FSS, Cardozo AC, Gonçalves M (2003). Identificação eletromiográfica da fadiga muscular no exercício "rosca bíceps". *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* (suplemento) 245-245.
14. Clark BC, Manini TM, Ploutz-Snyder LL (2003). Derecruitment of the lumbar musculature with fatiguing trunk extension exercise. *Spine* 28: 282-287.
15. Cardozo AC, Gonçalves M (2003). Electromyographic fatigue threshold of erector spinae muscle induced by a muscular endurance test in health men. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 43: 377-380.
16. Bonato P, Boissy P, Della Croce U, Roy SH (2002). Changes in the surface EMG signal and the biomechanics of motion during a repetitive lifting task. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 10: 38-47.
17. De Luca, CJ (1997). A use of Surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech* 13: 135-263. 1997.
18. Weineck J (1999). *Treinamento Ideal*. São Paulo: Manole.
19. Oliveira ASC, Gonçalves M, Cardozo AC, Barbosa FSS (in press). Electromyographic fatigue threshold of the biceps brachii muscle during dynamic contraction. *Electromyogr Clin Neurophysiol*.
20. Tortoza C, Gonçalves M (1993). Montagem de um sistema de sinalização para aquisição simultânea de sinais eletromiográficos e cinematográficos. In *I Simpósio de Iniciação Científica e V Encontro Interno de Trabalhos Científicos da Unesp*. PET/ CAPES- Ciências Biológicas, Rio Claro, Brasil.
21. Kumar S (1997). The effect of sustained spinal load on load intra-abdominal pressure and EMG characteristics of trunk muscle. *Ergonomics* 40: 1312-1334.
22. van Dieën JH, Oude Vrielink HH, Housheer AF, Lotters FB, Toussaint HM (1993). Trunk extensor endurance and its relationship to electromyogram parameters. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 66(5): 388-396.
23. Cardozo AC, Gonçalves M, Gauglitz ACF (2004). Spectral analysis of the electromyograph of the erector spinae muscle before and after a dynamic manual load-lifting test. *Braz J Med Biol Res* 37: 1081-1085.
24. Nielsen PK, Andersen L, Jorgensen K (1998). Muscular load on the lower back and shoulders due to lifting at different lifting heights and frequencies. *Appl Ergon* 29(6): 445-450.
25. Gonçalves M, Oliveira ASC, Cardozo AC, Barbosa FSS (2005). Efeito de um protocolo de exercício dinâmico no sinal EMG dos músculos bíceps braquial e longuíssimo do tórax. In *XI Congresso Brasileiro de Biomecânica 2005*, João Pessoa. XI Congresso Brasileiro de Biomecânica - CD ROM.
26. Moseley GL, Hodjes PW, Gandevia SC (2002). Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine* 27(2): E29-E36.
27. Christensen H, Sogaard K, Jensen BR, Finsen L, Sjøgaard G (1995). Intramuscular and surface EMG power spectrum from dynamic and static contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 5: 27-36.
28. Fallentin N, Jorgensen K, Simonsen EB (1993). Motor unit recruitment during prolonged isometric contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 67: 335-341.
29. Pavlat DJ, Housh TJ, Johnson GO, Eckerson JM (1995). Electromyographic responses at the neuromuscular fatigue threshold. *J Sports Med Phys Fitness* 35(1): 31-37.
30. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S (1999). Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 9: 39-46.
31. Cordo PJ, Nashner LM (1982). Properties of postural adjustment associated with rapid arm movements. *J Neurophysiol* 47: 287-302.
32. Zedka M, Prochaska A (1997). Phasic activity in the human erector spinae during repetitive hand movements. *J Physiol* 504(4): 727-734.
33. Seidel H, Beyer H, Brauer D (1987). Electromyographic evaluation of back muscle fatigue with repeated sustained contractions of different strengths. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 56(5): 592-602.
34. Mannion AF, Dolan P (1996). The effects of muscle length and force output on the EMG power spectrum of the erector spinae. *J Electromyogr Kinesiol* 6: 159-168.
35. van Dieën JH, Heijblom P, Bunkens H (1998). Extrapolation of time series of EMG power spectrum parameters in isometric endurance tests of trunk extensor muscles. *J Electromyogr Kinesiol* 8: 35-44.
36. Bompa T, Cornacchia LJ (2000). *Treinamento de força consciente*. São Paulo: Phorte.

# Efeito do número de demonstrações na aquisição de uma habilidade motora: um estudo exploratório

Alessandro Bruzi  
Leandro Palhares  
João Fialho  
Rodolfo Benda  
Herbert Ugrinowitsch

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.179>

Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Grupo de Estudos em Desenvolvimento e Aprendizagem  
Motora  
Belo Horizonte – MG  
Brasil

## RESUMO

O efeito de diferentes números de demonstrações na aquisição de habilidades motoras ainda não está claro. Isto incentivou a investigação do efeito do número de demonstrações na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. Quatorze sujeitos foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos: uma demonstração (D1), duas (D2), quatro (D4) e oito (D8). O experimento constou de três fases: aquisição, com 70 tentativas do arremesso “profissional”, a 2,37m do alvo; teste de transferência após 3 minutos, com 10 tentativas da pegada em “V”, a 3,37m; e teste de retenção da aquisição, com 10 tentativas, após 10 minutos. Na análise do padrão de movimento, pela moda, não se detectou diferença significativa intergrupos ( $p > 0,05$ ) e detectou-se, no índice de variabilidade do padrão de movimento (IVP), diferença intergrupos no bloco 1 do teste de retenção, sendo 4 e 8 demonstrações superiores. Os resultados mostram que todos os grupos foram semelhantes na aprendizagem da tarefa. Além disso, 4 e 8 demonstrações apresentaram uma maior flexibilidade no padrão de movimento.

*Palavras-chave:* aprendizagem motora, habilidade motora, número de demonstrações.

## ABSTRACT

*Effect of the number of demonstrations on a motor skill learning: An exploratory study*

*The effect of the number of demonstrations on motor skill learning isn't clear. This originated the present research about the effect of the number of demonstrations on a dart throwing learning task. Fourteen subjects were randomly divided into four groups: one (D1), two (D2), four (D4) and eight (D8) demonstrations. This study had three phases: (1) acquisition, with 70 trials of “professional” dart throwing, 2,37m far from the target; (2) transfer test after three minutes, 10 trials with “V” dart throwing, 3,37m far from the target; (3) acquisition retention test, 10 trials, after ten minutes. Kruskal-Wallis test didn't show significant differences ( $p > 0,05$ ) among the movement patterns of the different groups. However, differences among the movement pattern variability index (IVP) of the different groups in the first block of retention test were found, corresponding the best performances to D4 and D8 groups. Results also evidenced that all groups were similar on the motor skill learning. Despite of this, groups D4 and D8 showed more movement pattern flexibility.*

*Key Words:* number of demonstrations, motor skill, motor learning.

## INTRODUÇÃO

A prática de modalidades esportivas, visando os diversos fins, objetiva o alcance de níveis máximos ou ótimos de desempenho (21). Independente do contexto, o desempenho desejado é alcançado por meio de ações habilidosas. Desta maneira, é essencial investigar a aprendizagem de habilidades esportivas, processo que envolve prática e informação, tais como *feedback*, instrução verbal e demonstração (16). Dessa maneira, é possível identificar a importância da demonstração como variável influente na aquisição de habilidades motoras, quando comparada à instrução verbal (1, 19). A demonstração transmite ao observador características espaciais e temporais do movimento que o ajudam a desenvolver uma representação cognitiva da ação, que é usada na produção do movimento e serve como padrão para detecção e correção de erros (5, 6, 7, 8, 17, 18). Existem algumas variáveis envolvidas com o estudo de demonstração, sendo algumas delas o nível de desempenho do modelo, o nível de desenvolvimento motor do aprendiz ou ainda o número de demonstrações fornecido. O número de demonstrações é entendido como um aspecto importante, pois pode oportunizar um maior número de chances ao aprendiz de identificar aspectos cruciais da habilidade motora (15). Contudo, poucos estudos que avaliaram o efeito de diferentes números de demonstrações analisaram a eficiência desta variável na qualidade do padrão de movimento (8, 10, 14). Outro fato comum nestes estudos é a utilização de tarefas de laboratório como, por exemplo, a tarefa de subir a escada de Bachman (10), de *timing* coincidente (26) e da simulação da ação remar (8, 14). Em geral, os resultados da maioria dos estudos mostraram que um maior número de demonstrações tem sido mais eficiente na aquisição de um padrão de movimento, quando comparado com um menor número de demonstrações.

Um problema desses estudos, realizados com tarefas de laboratório onde se enfatiza a fidedignidade dos resultados (20, 24), é que os seus resultados não podem ser diretamente aplicados em situações reais de ensino-aprendizagem. Dessa forma, faz-se necessário testar os resultados obtidos nas pesquisas de laboratório em situações que se aproximem mais das situações de ensino-aprendizagem (9, 11, 20, 23).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi o de investigar o efeito de diferentes números de demonstrações na aprendizagem do arremesso de dardo de salão.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostra

Participaram do estudo 14 universitários voluntários com consentimento livre e esclarecido, de ambos os gêneros, na faixa etária entre 18 e 35 anos e sem experiência prévia na tarefa.

### Tarefa e instrumentos

A tarefa utilizada foi o arremesso de dardo de salão. Foram utilizadas duas variações do arremesso de dardo com a mão dominante: I) arremesso de dardo com pegada “profissional”, no qual o sujeito se posicionou de lado em relação ao alvo e o dardo era apoiado nas faces anteriores dos dedos polegar, indicador, médio e mínimo e na face posterior do dedo anelar, e II) arremesso de dardo com pegada em “V”, no qual o sujeito se posicionou de frente para o alvo e o dardo era apoiado entre os dedos indicador e médio, totalmente flexionados, e na face anterior do dedo polegar.

Foi utilizado um instrumento para medida de desempenho que continha duas estruturas: a) um equipamento profissional para arremesso de dardo de salão contendo um alvo de sisal e metal, com 12 círculos circunscritos nas cores vermelha (centro), preta e branca para pontuação que variava de 1 (extremidade) a 12 pontos (centro), fixo a um tripé e seis dardos com ponta metálica, e b) duas filmadoras MC Panasonic, modelo AG 196, UP/VHS, para filmagem das tentativas da fase de aquisição e do teste de retenção, posicionadas no plano sagital e a 45° em relação ao executante.

### Procedimentos e delineamento experimental

A coleta de dados foi realizada em um ginásio de atividades da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, no qual os equipamentos de coleta foram dispostos. Os sujeitos se encaminhavam ao local de coleta, eram informados quanto à sua dinâmica e, após terem assinado o consentimento livre e esclarecido, eram distribuídos aleatoriamente em um dos grupos experimentais: D1 (uma demonstração),

D2 (duas demonstrações), D4 (quatro demonstrações) ou D8 (oito demonstrações). Após as explicações e as demonstrações tinha início a fase de aquisição com um comando sonoro “filma”, que servia para que os sujeitos adotassem a posição inicial do arremesso com pegada “profissional” e para que ambas filmadoras fossem acionadas. Após 3 segundos de filmagem era dado o comando de “prepara” para que o sujeito realizasse o arremesso. Ao final do arremesso, a filmagem era interrompida e era fornecido ao sujeito o conhecimento do resultado (CR) sobre o escore obtido na tentativa. Após o fornecimento do CR era disponibilizado outro dardo para a tentativa seguinte, dando seqüência ao procedimento durante toda a fase de aquisição (70 execuções). Ao término da fase de aquisição houve um intervalo de três minutos para ajuste do equipamento e para o fornecimento da instrução verbal sobre a nova tarefa do teste de transferência (TT) com 10 execuções: arremesso de dardo com pegada em “V”. Em seguida teve início o teste de transferência sem o fornecimento de CR e sem utilização de filmagem, tendo apenas o comando de “prepara” para início da tentativa. Ao final do teste de transferência houve dez minutos de intervalo para realização do teste de retenção (TR) da aquisição, com a utilização do arremesso com pegada “profissional”, sendo realizadas mais 10 execuções com as filmagens.

Quadro 1. Grupos e fases do experimento.

Grupo	Fases	Fase de Aquisição	Teste de Transferência	Teste de Retenção
D1 (uma demonstração)		70 tentativas	10 tentativas	10 tentativas
D2 (duas demonstrações)		pegada “profissional”	pegada em “V”	pegada “profissional”
D4 (quatro demonstrações)			3 minutos	10 minutos
D8 (oito demonstrações)			após a aquisição	após a retenção

### Decodificação dos dados para análise do padrão de movimento

As filmagens de 80 tentativas por sujeito (70 da fase de aquisição e 10 do teste de retenção) foram analisadas de acordo com o instrumento para avaliação do padrão de movimento (Quadro 2). Para isso, foi utilizado uma TV e um vídeo cassete, no qual as imagens foram reproduzidas em velocidade normal e em câmera lenta. Antes da decodificação dos dados o instrumento foi testado em um estudo piloto, com três observadores, e os resultados mostraram um índice de concordância intra-observadores de 0.87 e inter-observadores de 0.94 (22). Concluído este procedimento, a decodificação dos dados foi realizada por apenas uma pessoa.

CRITÉRIO PARA ANÁLISE DO PADRÃO DE MOVIMENTO - ARREMESSO DE DARDO DE SALÃO "PROFISSIONAL"			
ASPECTOS	PONTUAÇÃO		
	Pontuação 3	Pontuação 2	Pontuação 1
Aspecto 1 (membros inferiores)	Membros inferiores paralelos entre si e à linha limítrofe de arremesso.	Sem um dos pés em entre si e/ou com um dos pés parcialmente fora do solo.	Pés não paralelos entre si, pés parcialmente fora do solo, um dos pés fora do solo, pés fora do solo, ou a combinação entre estas situações.
Aspecto 2 (tronco)	Tronco perpendicular ao alvo.	Giro parcial no tronco.	Tronco de frente para o alvo.
Aspecto 3 (ombro, braço, cotovelo, antebraço)	Ombro em abdução com o braço paralelo ao solo e cotovelo flexionado, devendo o cotovelo se estender totalmente no final do arremesso.	Ombros abduzidos ou aduzidos desde que o braço não esteja perpendicular ao solo.	Ombros abduzidos ou aduzidos com braço perpendicular ao solo.
Aspecto 4 (pegada)	Pegada "profissional": dardo apoiado na face anterior pelos dedos indicador, médio, e polegar e na face posterior pelo dedo anelar. A posição deve ser mantida durante o arremesso.	Não utilizar um dos dedos como apoio para o dardo ou utilizar outro dedo, que não o anelar, para apoiar o dardo na face anterior.	Utilizar dois ou mais dedos de forma inadequada à pegada "profissional".

Quadro 2. Instrumento para avaliação do padrão de movimento do arremesso de dardo com pegada “profissional” (4).

### Tratamento estatístico

Para cada sujeito foram analisadas duas variáveis dependentes: uma quantitativa, que avaliou o desempenho (score) obtido pela pontuação dos arremessos no alvo, e outra, qualitativa, que avaliou o processo de execução (padrão de movimento), decodificado a partir do instrumento proposto por Bruzi et al. (4). Para análise do score foi calculada a média e o desvio-padrão em blocos de 5 tentativas. Para análise do padrão de movimento, foi utilizada a moda de cada aspecto (Quadro 2) em blocos de 5 tentativas. Foram utilizadas comparações inter e intragrupo da moda de cada aspecto, e também da soma da moda de cada aspecto, obtendo um valor global do padrão de movimento. Para análise da variabilidade do padrão de movimento foi utilizado o Índice de Variabilidade do Padrão (IVP) por aspecto, proposto por Barela & Barela (3), já utilizado por Gimenez et al. (13):

$$IVP = \frac{\text{Número de Padrões Diferentes}}{\text{Número Total de Tentativas}}$$

No presente estudo, o índice mais baixo corresponde a zero e o índice mais alto a 0.6. Para esta análise foram utilizados blocos de 5 tentativas para as comparações inter e intragrupo dos IVPs de cada aspecto, e também inter e intragrupo da média entre os IVPs de cada aspecto, ou seja, o IVP que representou a habilidade.

Para analisar a existência de diferença intergrupos foi utilizado, tanto para o score quanto para análise

do padrão de movimento, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Para análise de diferença intragrupos foi utilizado o teste não-paramétrico de Friedman. Os dados foram analisados pelo pacote *Statistica for Windows 6.0* e manteve-se um nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Nos casos que existiram diferenças foi utilizado o procedimento de Bonferroni para identificar onde ocorreram as diferenças intergrupos, nos testes de transferência e retenção, e intragrupos, do último bloco da aquisição para os testes (25). Quando não foram identificadas as diferenças devido ao ajuste do “p” referente ao número de medidas repetidas, o procedimento utilizado foi o de observação das curvas dos gráficos.

### RESULTADOS

Ao realizar a análise descritiva dos resultados, é possível identificar a efetiva potência da variável demonstração no padrão de movimento e que diferentes números de demonstrações promoveram diferença intra e intergrupos quanto à variabilidade do padrão formado.

### Fase de aquisição

Na análise inferencial intragrupos da média do score, o teste de Friedman identificou diferença significativa para o D1 [ $F(n=4, df= 13) = 22,903, p < 0,04$ ]. Ao observar a Figura 1 é possível supor que, provavelmente, o D1 aumentou sua precisão do bloco 1 para os blocos 7, 8, 10 e 13. Os demais grupos se mantiveram semelhantes com relação à média do score ( $p > 0,05$ ).

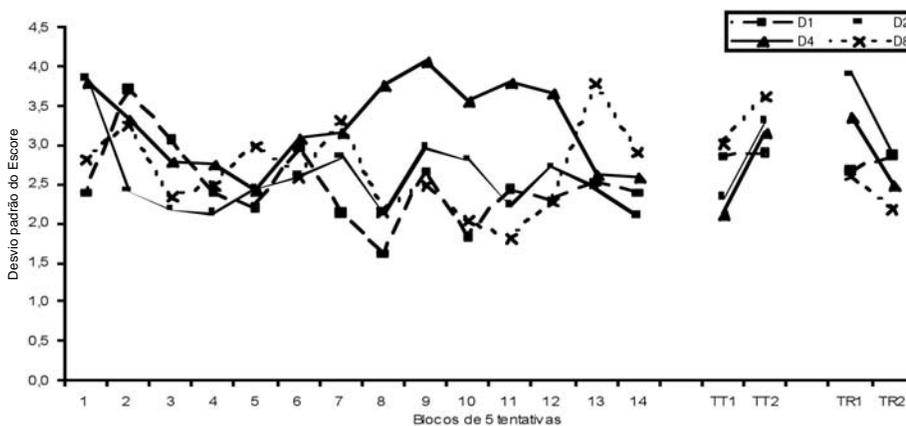


Figura 1. Média do score em blocos de 5 tentativas.

Na análise do desvio-padrão do score, o teste de Friedman não identificou alterações na variabilidade ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos grupos experimentais durante essa fase do experimento (Figura 2).

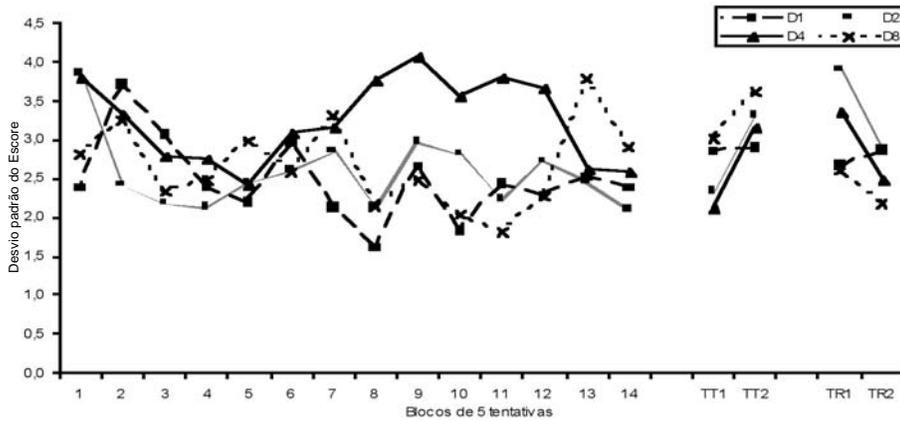


Figura 2. Desvio-padrão do escore em blocos de 5 tentativas.

Com relação ao padrão de movimento, na análise isolada da moda de cada aspecto, o teste de Friedman não identificou diferença intragrupos ( $p > 0,05$ ), o mesmo ocorrendo na somatória das modas de cada aspecto (Quadro 3). Com relação à variabilidade do padrão de movimento, na análise da média entre os IVPs de cada aspecto, o teste de Friedman identificou diferenças para o D1 [ $F(n=4, df= 14) = 46,899, p < 0,01$ ], para o D2 [ $F(n=3, df= 14) = 26,637,$

$p < 0,02$ ] e para o D8 [ $F(n=4, df= 14) = 38,396, p < 0,01$ ]. Ao observar o Quadro 4, é possível supor que, provavelmente, o D1 reduziu sua variabilidade sendo o bloco 1 superior aos blocos 2, 4, 11 e 12, o D2 reduziu sua variabilidade do bloco 1 para os blocos 7, 11 e 12 e, no D8, os blocos 3, 5, 8, 9, 10, 11, 13 e 14 tiveram variabilidade inferior aos demais blocos (Quadro 4). O teste utilizado não identificou alteração nessa medida no grupo D4 ( $p > 0,05$ ).

Quadro 3. Avaliação do padrão de movimento (PM) pela moda do somatório das modas dos aspectos e pelas modas de cada aspecto.

AVALIAÇÃO DO PM		BLOCOS DE TENTATIVAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TR1	TR2
Moda do Somatório das Modas dos Aspectos	D1	9	6	7	***	***	10	***	9	***	9	10	10	***	9	***	***
	D2	9	10	***	***	8	***	8	***	***	***	9	9	9	***	***	***
	D4	***	8	8	8	***	8	***	8	8	8	7	***	***	***	***	8
	D8	10	8	9	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Moda do Aspecto 1	D1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	D2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	D4	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	D8	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Moda do Aspecto 2	D1	3	***	***	3	3	3	3	3	3	3	3	3	***	3	3	3
	D2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	D4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	D8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Moda do Aspecto 3	D1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3
	D2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	***	***	***
	D4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	D8	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moda do Aspecto 4	D1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
	D2	***	***	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	D4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	D8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Quadro 4. Análise da variabilidade do padrão de movimento pela média dos IVPs de cada aspecto e pelo IVP de cada aspecto.

AVALIAÇÃO DO PM		BLOCOS DE TENTATIVAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TR1	TR2
Média dos IVPs de cada Aspecto	D1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
	D2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
	D4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
	D8	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
IVP do Aspecto 1	D1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IVP do Aspecto 2	D1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0
	D2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0
	D4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
	D8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IVP do Aspecto 3	D1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	D2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D8	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
IVP do Aspecto 4	D1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	D8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Na análise intragrupo do IVP por aspecto, o teste de Friedman identificou diferença no aspecto 1 para o D1 [F(n=4, df= 14) = 29,142, p<0,01], para o D2 [F(n=3, df= 14) = 27,100, p<0,01] e para o D8 [F(n=4, df= 14) = 35,309, p<0,01]. Por meio da observação do Quadro 4, é possível supor que, provavelmente, no D1, os blocos 3, 5 e 8 tiveram variabilidade superior que os demais blocos, no D2, os blocos 3 e 5 tiveram variabilidade superior que os demais e o D8 apresentou diferenças intragrupos, porém não identificada no Quadro 4. O teste estatístico não detectou alteração nessa medida para o D4. No aspecto 2, o teste de Friedman identificou diferença para o D1 [F(n=4, df= 14) = 25,886, p<0,02], o D2 [F(n=3, df= 14) = 28,000, p<0,01], o D4 [F(n=3, df= 14) = 24,677, p<0,03] e o D8 [F(n=4, df= 14) = 48,520, p<0,01]. Por meio da observação do Quadro 4, é possível supor que, provavelmente, no D1, os blocos 1, 6, 10, 13 e 14 tiveram variabilidade superior aos demais, no D2 os blocos 1, 13 e 14 tiveram variabilidade superior aos demais, no D4 o bloco 13 foi superior aos demais e no D8 houve diferença significativa intragrupo, porém não identificada no Quadro 4.

No aspecto 3, o teste de Friedman detectou diferença para o D2 [F(n=3, df= 14) = 27,605, p<0,01], o D4 [F(n=3, df= 14) = 24,705, p<0,03] e o D8

[F(n=4, df= 14) = 35,093, p<0,01]. No D2 e no D4 houve diferença intragrupos, porém não identificada no Quadro 4. Por meio da observação do Quadro 4 é possível supor que, provavelmente, no D8, os blocos 1, 2, 6 e 7 tiveram variabilidade superior aos demais. Não foi identificada, no D1, alteração significativa nessa medida.

No aspecto 4, o teste de Friedman detectou diferença para o D1 [F(n=4, df= 14) = 31,938, p<0,01], o D2 [F(n=3, df= 14) = 28,825, p<0,01], o D4 [F(n=3, df= 14) = 31,230, p<0,01] e o D8 [F(n=4, df= 14) = 42,976, p<0,01]. Em todos os grupos houve diferença, porém não identificada pela observação do Quadro 4.

#### Testes de transferência e retenção

Na análise intragrupo da média do escore, o teste de Friedman detectou diferença do último bloco de tentativas da aquisição para os testes no D1 [F(n=4, df= 4) = 10,683, p<0,03] e no D2 [F(n=3, df= 4) = 10,644, p<0,03]. Em ambos os grupos, o procedimento de Bonferroni (teste de Wilcoxon) não foi capaz de identificar onde ocorreu a diferença devido ao ajuste do “p” resultante da utilização de medidas repetidas (p>0,0125). Porém, por meio da observação da Figura 1, é possível supor que, provavelmente, a precisão do D1 e do D2 reduziu do último

bloco da fase de aquisição para os dois blocos do TT. Não foi identificada diferença intergrupos, por meio do teste estatístico de Kruskal-Wallis na análise da média do escore ( $p > 0,05$ ).

Na análise do desvio-padrão do escore (Figura 2), o teste de Friedman não identificou diferença intragrupos do último bloco da aquisição para os testes, e o teste de Kruskal-Wallis não identificou diferença intergrupos ( $p > 0,05$ ).

Com relação ao padrão de movimento, tanto ao analisar isoladamente a moda de cada aspecto quanto a somatória das modas de cada aspecto, o teste de Friedman não identificou diferenças intragrupos do último bloco da fase de aquisição para os testes, e o teste de Kruskal-Wallis não identificou diferença intergrupos para  $p < 0,05$  (Quadro 3).

Outra análise conduzida através do teste de Friedman detectou diferença intragrupo para o D1 [ $F(n=4, df=2)=6,000, p < 0,05$ ] entre o último bloco da aquisição e o TR. Por meio do procedimento de Bonferroni (teste de Wilcoxon) não foi possível identificar entre quais blocos ocorreu a diferença ( $p > 0,025$ ), mas, por meio da observação do Quadro 4, é possível supor que o último bloco da aquisição teve variabilidade superior ao bloco 1 do TR.

Na análise da média entre os IVPs de cada aspecto, o teste de Kruskal-Wallis identificou diferença intergrupos [ $H^2(7,829, df= 4) p < 0,05$ ] no primeiro bloco do TR. Por meio de do procedimento de Bonferroni não foi possível identificar entre quais grupos ocorreu a diferença ( $p > 0,0083$ ). Porém, por meio da observação do Quadro 4, é possível supor que D4 e D8 tiveram superior variabilidade no padrão de movimento que D1 e D2.

Na análise dos IVPs por aspecto (Quadro 4), os testes de Friedman e de Kruskal-Wallis não detectaram diferenças intragrupo, entre o último bloco da aquisição e o TR, e intergrupo, respectivamente ( $p > 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito de diferentes números de demonstrações na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. Em linhas gerais, os resultados dos testes estatísticos, para as análises intra e intergrupos, tanto da média quanto do desvio-padrão do escore, não apresentaram alterações significativas ao longo da fase de aquisição,

corroborando os achados de Feltz (10), o que é comum em estágios iniciais de aquisição de habilidades, nos quais os aprendizes buscam adquirir a idéia ou a forma do movimento (10, 12, 19). Todos os grupos mantiveram o escore ao longo da aquisição, exceto o D1 que aumentou sua precisão, o que já é um indicativo de aprendizagem. Contudo, os principais resultados encontram-se no TR e no TT.

Ainda discutindo os resultados da análise do escore, tanto D1 quanto D2 reduziram a precisão do último bloco da aquisição para o bloco 1 do TT. Este resultado pode se relacionar aos números de demonstrações recebidos pelos dois grupos, ou seja, menos oportunidade para extrair detalhes importantes do movimento, que pode ter gerado um conjunto de informações limitado, o qual permitiu poucas alterações, e desfavorável a uma boa precisão em uma tarefa com características novas.

A análise dos resultados da avaliação do padrão de movimento na fase de aquisição e no TR confirmou a formação de uma representação cognitiva responsável pelo padrão de movimento (8). Desta maneira, é possível supor uma semelhança, intra e intergrupos, com relação à representação cognitiva que gera o movimento e que pode estar relacionada ao nível de complexidade da tarefa. Newell, Morris & Scully (18), Carrol & Bandura (8) e Laguna (14) sugerem que quanto maior o número de componentes de uma habilidade motora, maior a necessidade de demonstrações para que os aprendizes captem informações importantes e necessárias a um bom desempenho. Para a tarefa em questão se observou que uma demonstração foi suficiente, o que pode ser devido ao pequeno número de graus de liberdade da tarefa, sugerindo uma relação específica entre o número de demonstrações e a habilidade a ser aprendida (10). Contudo, essa é uma questão que ainda merece ser investigada em tarefas com níveis de maior complexidade.

A análise da moda de cada aspecto do padrão de movimento mostra que todos os grupos foram capazes de focalizar a atenção às características estruturais dos componentes do movimento e tiveram capacidade cognitiva suficiente para formular e reter a representação cognitiva da ação. Isto pode ser devido à interação entre a complexidade da tarefa e o nível de desenvolvimento motor dos voluntários do experimento (17).

A redução da variabilidade do padrão de movimento, durante a fase de aquisição, do D1, do D2 e do D8, pode ter ocorrido pelo ganho de consistência no movimento (8) e continuou ocorrendo com D1 do último bloco da aquisição para o bloco 1 do TR. Este fato sustenta a predição de Bandura (2), que responsabiliza a prática por proporcionar momentos que promovem o reforço da representação cognitiva. Quanto à diferença intergrupo para a média do Índice de Variabilidade do Padrão de Movimento (IVP) entre os aspectos, no bloco 1 do TR, é possível sugerir que diferentes números de demonstrações, por meio de um modelo nas condições reais de prática, podem permitir aos aprendizes captar diferentes informações (15). Isto pode ter formado representações cognitivas semelhantes em todos os grupos, porém com diferentes arranjos dessas informações, que podem ter promovido a capacidade dos sujeitos do D4 e o D8 de explorar variações no padrão de movimento. Os resultados das medidas do padrão de movimento vão ao encontro dos obtidos nas medidas de desempenho, porque tanto D4 quanto D8 não reduziram seu desempenho no TT. Sendo assim, é possível supor que o fornecimento de 4 ou 8 demonstrações na tarefa em questão permitiu aos aprendizes formarem uma representação cognitiva com maior flexibilidade em seu arranjo de informações e com a capacidade de experimentar novas alternativas no movimento, sem ter queda no desempenho. O efeito das características do modelo, sob condições reais ou adaptadas, merece mais investigações, especialmente na aprendizagem de tarefas com diferentes níveis de previsibilidade ambiental.

Por meio da análise dos IVPs por aspecto, os resultados mostraram que todos os grupos reduziram sua variabilidade durante a fase de aquisição, que se manteve no teste de retenção. Isto pode ter ocorrido pelo fortalecimento dos processos de detecção e correção dos erros, reforçando o plano de ação durante a prática.

Contudo, é possível dizer que as demonstrações no contexto real de ensino-aprendizagem da habilidade motora são importantes na formulação de uma representação cognitiva flexível, que permite com o aprendiz ajustar seus movimentos a situações com diferentes exigências.

Os resultados, extrapolados às situações reais, dão indícios de que para a aprendizagem de habilidades motoras, os professores/treinadores devem analisar as características dos alunos, da habilidade motora quanto à complexidade, do ambiente onde a habilidade será praticada e do modelo, para que o número de demonstrações seja mais efetivo.

#### **CORRESPONDÊNCIA**

**Herbert Ugrinowitsch**

Departamento de Esportes

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

Campus Pampulha

Avenida Presidente Carlos Luz, 4664

Pampulha, 31330-250

Belo Horizonte, Minas Gerais

Brasil

*herbertu@eeffto.ufmg.br*

## REFERÊNCIAS

1. Al-Abood S, Davids K, Bennet S J (2001). Specificity of task constraints and effects of visual demonstrations and verbal instructions in directing learner's search during skill acquisition. *Journal of Motor Behavior* 33: 295-305
2. Bandura A (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall
3. Barela AMF, Barela JA (1997). Restrições ambientais no arremesso de ombro. *Motriz* 3: 65-72
4. Bruzi AT, Palhares LR, Fialho JVP, Benda RN, Ugrinowitsch H (2004). A influência do número de demonstrações na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. In: *Anais do XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*. São Paulo, 298
5. Carrol W, Bandura A (1982). The role of visual monitoring in observational learning of action patterns: making the unobservable observable. *Journal of Motor Behavior* 14: 153-167
6. Carrol W, Bandura A (1985). The role of timing of visual monitoring and motor rehearsal in observational learning of action patterns. *Journal of Motor Behavior* 17: 269-281
7. Carrol W, Bandura A (1987). Translating cognition into action: the role of visual guidance in observational learning. *Journal of Motor Behavior* 19: 385-398
8. Carrol W, Bandura A (1990). Representation guidance of action production in observational learning: a causal analysis. *Journal of Motor Behavior* 22: 85-97
9. Christina R (1989). Motor learning: futures lines of research. In Safrit MJ, Eckert HM (Ed.). *The cutting edge in physical education and exercise science research*. Champaign: Human Kinetics, 26-41
10. Feltz D (1982). The effect of age and number of demonstrations on modeling of form and performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 53: 291-296
11. Fialho JVP, Ugrinowitsch H (2004). O efeito da interferência contextual no treinamento de habilidades motoras esportivas. In Silami-Garcia E, Lemos K L M (eds.) *Temas Atuais em Educação Física e Esportes IX*. Belo Horizonte: Saúde, 21-35
12. Gentile A M (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest* 17: 3-23
13. Gimenez R, Ugrinowitsch H, Souza LL, Lima P, Magalhães D, Jaess AC (2002). Influência de um programa de atividade motora sobre padrões fundamentais de movimento em crianças de segunda infância. In *Anais do II Congresso Latino-Americano da FIEP-UNIMEP*. Piracicaba, 335-339
14. Laguna PL (1999). Effects of multiple correct model demonstration on cognitive representation development and performance accuracy in motor skill acquisition. *Journal of Human Movement Studies* 37: 55-86
15. Landers DM (1978). When and where to use demonstrations: suggestions for the practioners. *Journal of Physical Education and Recreation* 49: 65-67
16. Manoel EJ (1999). A dinâmica do estudo do comportamento motor. *Revista Paulista de Educação Física* 13: 52-61
17. McCullagh P, Weiss MR, Ross D (1989). Modeling considerations in motor skill acquisition and performance: an integrated approach. In Pandolf KB (ed.) *Exercise and sport science reviews*. Baltimore: Willians and Wilkins
18. Newell K, Morris L, Scully D (1985). Augmented information and the acquisition of skills in physical activity. In Terjung R (ed.) *Exercise and Sports Sciences Review*. New York: Macmillan, 235-261
19. Públio NS, Tani G, Manoel EJ (1995). Efeitos da demonstração e instrução verbal na aprendizagem de habilidades motoras da ginástica olímpica. *Revista Paulista de Educação Física* 9: 111-124
20. Tani G (1992). Contribuições da aprendizagem motora à Educação Física: uma análise crítica. *Revista Paulista de Educação Física* 2: 65-72
21. Tani G (1997). Esporte e técnica. In Tambucci PL, Mariz De Oliveira JG, Sobrinho JC (ed.) *Esporte e Jornalismo*. São Paulo: CEPEUSP, 33-38
22. Thomas JR, Nelson JK (2001). *Métodos de pesquisa em atividade física*. 3 edição, Porto Alegre: Artmed
23. Ugrinowitsch H (1999). Pesquisa de síntese em biodinâmica do movimento. In *Anais do II Simpósio da Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo*. São Paulo, 68
24. Ugrinowitsch H, Manoel EJ (1999). Interferência Contextual: variação de programa e parâmetro na aquisição da habilidade motora saque do voleibol. *Revista Paulista de Educação Física* 13: 197-216
25. Vincent WJ (1999). *Statistics in kinesiology*. 2 edition, Champaign: Human Kinetics
26. Weeks DL, Choi J (1992). Modeling the perceptual component of a coincident-timing skill: the influence of frequency of demonstration. *Journal of Human Movement Studies* 23: 201-213.

# Análise da assimetria nos padrões fundamentais arremessar e chutar em crianças

Ilca Santos<sup>1</sup>  
Guilherme Lage<sup>1,2</sup>  
Adriana Calvacante<sup>3</sup>  
Herbert Ugrinowitsch<sup>3</sup>  
Rodolfo Benda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculdades Unidas do Norte de Minas

<sup>2</sup> Universidade FUMEC

<sup>3</sup> Universidade Federal de Minas Gerais  
Brasil

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.188>

## RESUMO

A assimetria de desempenho nos padrões fundamentais arremessar e chutar foi analisada em 46 crianças, de ambos os sexos, entre 6 e 7 anos de idade. As crianças executaram 3 tentativas do arremesso e do chute com cada membro. O desempenho dos membros contralaterais foi analisado qualitativamente através do protocolo de McClenaghan e Gallahue (7). As análises do número de observações dos padrões fundamentais arremesso e chute indicaram efeitos de assimetria nos estágios inicial, elementar e maduro. Os resultados foram discutidos em termos de uma necessidade de desenvolvimento bilateral dos padrões fundamentais na infância.

*Palavras-chave:* padrões motores fundamentais, assimetria, arremesso, chute.

## ABSTRACT

*Asymmetry analysis of overarm throwing and kicking motor patterns in children*

*Performance asymmetry in the fundamental motor patterns of the overarm throwing and kicking was analyzed in 46 children aged 6 and 7 years old. Children performed 3 trials of both the overarm throwing and kicking with each limb. Performance of contralateral limbs was analyzed on the basis of qualitative analysis, as proposed by McClenaghan & Gallahue (7). The inferential analyses of the number of observations in each component involved in the fundamental patterns of the overarm throwing and kicking indicated effects of asymmetry in the initial, elementary and mature stages. The findings are discussed in terms of necessity of a bilateral development of the fundamental motor patterns in childhood.*

**Key Words:** fundamental motor patterns, asymmetry, overarm throwing, kicking.

## INTRODUÇÃO

As assimetrias encontradas no comportamento motor apresentam duas dimensões. Uma das dimensões, conhecida como assimetria lateral de preferência, diz respeito à maior frequência de utilização de um determinado membro comparado ao membro contralateral. Esta preferência se relaciona ao conforto e a segurança que um sujeito apresenta na execução de habilidades motoras específicas. A outra dimensão, definida como assimetria lateral de desempenho, refere-se à diferença na qualidade da execução das tarefas pelos membros contralaterais. O desenvolvimento dessas assimetrias encontra-se na interação entre fatores biológicos e ambientais. Em relação ao aspecto biológico a especialização hemisférica apresenta uma função predominante nas assimetrias. Entende-se que o hemisfério esquerdo é o responsável pelo processamento das informações relacionadas aos aspectos seqüenciais e temporais do movimento, enquanto o hemisfério direito lida mais eficientemente com o processamento paralelo e a percepção de aspectos espaciais do ambiente (2, 3). Já em relação à participação do ambiente na emergência dessas assimetrias, os aspectos culturais têm sido apontados como um dos principais fatores. De forma geral, o mundo ocidental tem sido construído por uma tendência à direção direita-esquerda. Os seres humanos nutrem estas assimetrias quando uma variedade de objetos é construída de acordo com essa tendência (12). Dessa forma, o tipo de prática vivenciada é um dos marcos para o desenvolvimento dessas assimetrias (8).

No ciclo de vida do ser humano, podem ser observadas já no início de seu desenvolvimento as assimetrias laterais de desempenho e preferência (4, 9). De acordo com Haywood (6), a preferência por um determinado membro já pode ser observada a partir dos 4 anos e se mantém estável durante a infância. Teixeira e Gasparetto (10) investigaram as assimetrias laterais no padrão fundamental arremesso em grupos de crianças entre 4 e 10 anos e observaram que, independentemente do aumento da proficiência na execução do arremesso com o avanço da idade, os níveis de assimetria de desempenho entre membros se mantêm na infância.

Comparativamente aos estudos sobre assimetria que analisaram o desempenho entre membros superiores, apenas um pequeno número de estudos tem investigado os efeitos da assimetria entre membros inferiores (1). Em relação ao padrão fundamental chutar em crianças, não foi observado na literatura estudos que investiguem esses movimentos de manipulação. Teixeira et al. (11) encontraram, de forma geral, um desempenho superior do membro dominante em relação ao não-dominante em adolescentes, em tarefas motoras relacionadas ao futebol. Os índices de assimetria encontrados foram diferentes entre as tarefas, assim como não apresentaram alta correlação entre eles. Isto evidencia o caráter dinâmico do desenvolvimento das assimetrias, que depende de aspectos como a idade, a quantidade de prática e as características específicas das tarefas. O desenvolvimento motor caracteriza-se como uma progressão de movimentos mais simples para habilidades motoras mais complexas e organizadas. Durante a fase motora fundamental, que compreende as idades entre 2 e 7 anos, há uma progressão que pode ser subdividida em três estágios: inicial, elementar e maduro (5). A aquisição destes padrões fundamentais é de essencial importância para o domínio das habilidades motoras. Se os padrões fundamentais formam a base do repertório motor através do qual o ser humano interage com o seu meio, justificam-se novos estudos sobre as assimetrias laterais nos padrões fundamentais. Tendo em vista que poucas investigações foram realizadas, novos conhecimentos acerca desse fenômeno podem, futuramente, auxiliar na compreensão sobre como as assimetrias afetam o desenvolvimento global das crianças no que tange às suas percepções sobre o mundo e sobre si mesmas. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos da assimetria lateral de desempenho nos padrões fundamentais arremessar e chutar em crianças.

## MÉTODO

### Amostra

A amostra foi composta por 46 crianças pré-escolares, destros, com idade de 7 anos (média de 84,6 meses de idade), de ambos os sexos. A participação das crianças teve o consentimento livre e esclarecido dos pais.

**Instrumentos e tarefa**

Foram utilizados uma câmera filmadora digital (2.5 zoom, 3.2 megapixel, marca olympus), 1 tripé para apoio da câmera, 3 bolas de tênis, 3 bolas de futsal infantil. Todas as crianças executaram 3 arremessos com bolas de tênis e três chutes com bolas de futsal infantil com cada membro. A meta das tarefas foi arremessar e chutar “o mais longe possível”. Para a análise dos padrões arremesso e chute foi utilizado o protocolo de avaliação de padrões fundamentais de McClenaghan e Gallahue (7).

**Procedimentos**

A câmera de vídeo foi posicionada a 45° em relação a um ponto demarcado de execução. O critério adotado para a definição dos membros dominante e não-dominante, para cada criança, foi baseado na auto-definição das crianças sobre o membro com que elas gostavam de arremessar e chutar, e na definição de duas profissionais de Educação Física que trabalhavam com as mesmas. As crianças foram filmadas individualmente e sem a presença das demais no local reservado à coleta. Após as instruções padronizadas sobre como executar os movimentos fundamentais arremesso e chute e sobre a meta de arremessar e chutar o “mais longe possível”, as crianças executaram três tentativas de cada movimento em ambos os lados. Inicialmente foram executados os arremessos e posteriormente os chutes. As tentativas foram contrabalançadas entre os membros esquerdo e direito. A análise dos movimentos foi realizada posteriormente por uma especialista em desenvolvimento motor.

**Tratamento dos dados**

A análise qualitativa dos movimentos foi realizada em termos de número de observações dos componentes propostos pelo modelo de McClenaghan e Gallahue (7) nos estágios inicial, elementar e maduro. Para a análise inferencial foi utilizado o teste de Mann-Whitney para comparar o número de observações entre os membros contralaterais em cada um dos estágios propostos. Foi adotado um nível de significância de 0,05.

**RESULTADOS**

**Padrão fundamental arremesso**

O número de observações encontradas no componente braço pode ser observado na Figura 1. O teste de

Mann-Whitney indicou diferença significativa entre os membros direito e esquerdo no estágio elementar [ $Z (n = 276) = -3,02, p < 0,01$ ] e no estágio maduro [ $Z (n = 276) = 3,75, p < 0,01$ ]. Um maior número de observações foi encontrado para o membro esquerdo no estágio elementar, enquanto um maior número de observações foi encontrado para o membro direito no estágio maduro. Não foi encontrada diferença entre o número de observações entre os membros no estágio inicial [ $Z (n = 276) = -0,52, p = 0,6$ ].

**Arremessar - componente braço**

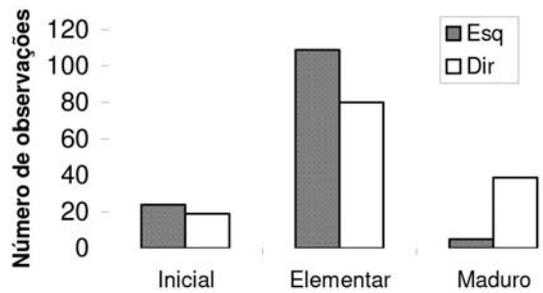


Figura 1. Número de observações nos estágios inicial, elementar e maduro para o componente braço.

O número de observações encontradas no componente tronco pode ser observado na Figura 2. Na análise do componente tronco, foi encontrada diferença significativa entre o número de observações no estágio inicial [ $Z (n = 276) = -2,39, p < 0,01$ ], tendo um maior número de observações do membro esquerdo comparado ao membro direito. Não houve diferença significativa entre as observações para os estágios elementar [ $Z (n = 276) = 1,04, p = 0,29$ ] e maduro [ $Z (n = 276) = 1,36, p = 0,17$ ].

**Arremessar - componente tronco**

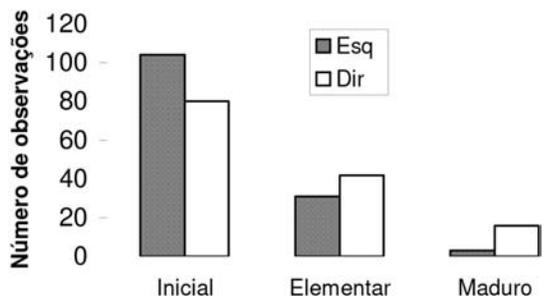


Figura 2. Número de observações nos estágios inicial, elementar e maduro para o componente tronco.

O número de observações encontradas no componente perna/pé pode ser visto na Figura 3. Na análise dos componentes foi encontrada diferença significativa para as observações nos estágios inicial [ $Z (n = 276) = 1,98, p < 0,05$ ], indicando um maior número de observações para o membro esquerdo quando comparado com o direito. Não foi encontrada diferença significativa para os estágios elementar [ $Z (n = 276) = -1,87, p = 0,06$ ] e maduro [ $Z (n = 276) = -0,1, p = 0,92$ ].

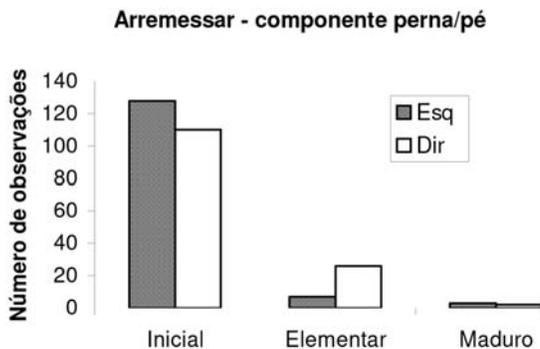


Figura 3. Número de observações nos estágios inicial, elementar e maduro para o componente perna/pé.

#### Padrão fundamental chutar

O número de observações encontradas no componente braço/tronco pode ser observado na Figura 4. A análise dos componentes mostrou diferença significativa entre as observações no estágio inicial [ $Z (n = 276) = -2,6, p < 0,01$ ], com um maior número de observações para o lado esquerdo. Não foi encontrada diferença significativa para as observações no estágio elementar [ $Z (n = 276) = 0,73, p = 0,47$ ] e maduro [ $Z (n = 276) = 1,66, p = 0,09$ ].

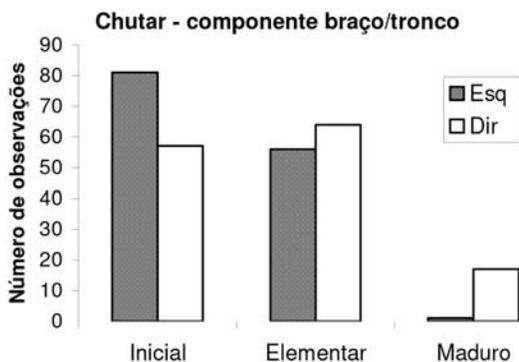


Figura 4. Número de observações nos estágios inicial, elementar e maduro para o componente braço/tronco.

O número de observações encontradas no componente perna pode ser observado na Figura 5. Na análise do padrão do componente perna observou-se uma diferença significativa entre as observações no estágio inicial [ $Z (n = 276) = -2,29, p < 0,05$ ] e maduro [ $Z (n = 276) = 2,7, p < 0,01$ ]. Não houve diferença significativa para as observações no estágio elementar [ $Z (n = 276) = -0,62, p = 0,53$ ].

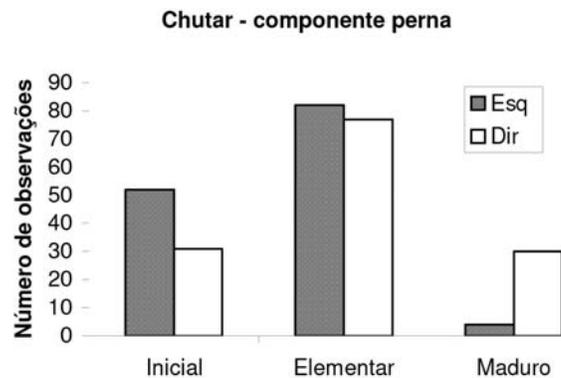


Figura 5. Número de observações nos estágios inicial, elementar e maduro para o componente perna.

#### DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da assimetria lateral de desempenho nos padrões fundamentais arremessar e chutar em crianças. A análise geral dos resultados aponta para existência de assimetria de desempenho em todos componentes que compõem os padrões fundamentais chutar e arremessar. Esses resultados corroboram os achados de pesquisas anteriores realizadas com crianças (9, 10), evidenciando o efeito da assimetria de desempenho em infantis.

Na análise do componente braço da habilidade arremesso foi encontrado um maior número de observações no estágio elementar para o membro esquerdo, enquanto para o membro direito foi encontrado um maior número de observações no estágio maduro. Estes resultados indicam um maior nível de desenvolvimento no membro direito para o componente braço. Entendendo que o fenômeno da assimetria de desempenho tem um caráter dinâmico, é possível que a interação entre aspectos biológicos e ambientais seja o fator marcante para um padrão mais desenvolvido no membro direito. A predominância

do hemisfério esquerdo no processamento dos aspectos seqüenciais e temporais da ação (2) favorece uma melhor execução do membro direito.

Somado a esse fator, a preferência manual das crianças que participaram desse experimento pela utilização do membro direito nas atividades recreativas e esportivas vivenciadas na escola apresenta um papel importante na emergência desses padrões assimétricos entre os membros contralaterais.

A assimetria encontrada nos componentes do padrão fundamental chutar indica que este efeito é também encontrado em movimentos manipulativos realizados com os membros inferiores em crianças. A análise de todos os componentes e ambas as habilidades mostra que, com exceção do componente braço do arremessar, o efeito de assimetria foi destacado no estágio inicial. Os membros esquerdo superior e inferior apresentaram um maior número de observações, quando comparados aos membros direitos. Esses resultados reforçam a existência de assimetrias entre os membros contralaterais inferiores e superiores nos padrões fundamentais e que os membros superior e inferior esquerdo apresentam um menor nível de proficiência nessa fase do desenvolvimento motor. Um outro ponto de análise é perceber em qual dos componentes das habilidades arremessar e chutar o efeito de assimetria foi melhor observado. Em ambos os padrões fundamentais os resultados mais claros foram aqueles relacionados ao membro diretamente ligado à execução, ou seja, o componente braço para o arremesso e o componente perna para o chute. No arremesso, o componente braço apresentou maior número de observações para o lado esquerdo no estágio inicial e para o lado direito no estágio maduro. Nos componentes que utilizam musculaturas sinérgicas, componentes tronco e perna/pé, o efeito de assimetria lateral foi encontrado somente em um dos estágios. O mesmo efeito foi encontrado para o padrão fundamental chutar, tendo apenas o componente perna apresentado assimetria lateral de desempenho, tanto no estágio inicial quanto no maduro.

Nas habilidades arremessar e chutar estão envolvidos o controle de diferentes segmentos corporais que formam os componentes do movimento. Os resultados favoráveis aos membros direito encontrados no padrão de execução do componente braço,

habilidade arremesso, e componente perna, habilidade chutar, podem estar relacionados aos resultados observados nos demais componentes. Como exemplo, se os componentes tronco e perna/pé se encontram em estágios iniciais de desenvolvimento, toda a estabilidade da habilidade arremessar pode ficar comprometida, gerando limitações na qualidade do movimento no braço esquerdo, estando este diretamente relacionado ao movimento. Os resultados do estudo de Teixeira e Gasparetto (10) não mostraram esse maior efeito da assimetria nos membros diretamente relacionados à manipulação. Novos estudos são necessários para investigar o efeito da assimetria nos componentes envolvidos no movimento. Respeitando as limitações da análise quantitativa realizada nesse experimento, os resultados encontrados permitem inferir que o desenvolvimento dos padrões fundamentais das crianças não ocorre de uma forma global, ou seja, numa perspectiva bilateral. Sugerem-se algumas questões a serem levantadas para próximos estudos. Qual a relação entre a assimetria no padrão de movimento e a assimetria no desempenho do padrão? Em outras palavras, poderia um menor nível de força ou precisão de um determinado membro estar relacionado a um menor nível de desenvolvimento do padrão fundamental para aquele membro? Uma outra questão se refere à diminuição da assimetria entre membros nos padrões fundamentais devido à prática. Ou seja: é possível minimizar o *déficit* no desenvolvimento bilateral das crianças pela atuação do profissional da Educação Física? Entendendo as assimetrias como um fenômeno multifacetado que, entre outros, é influenciado pela prática, a manipulação da preferência lateral das crianças, recorrendo à adequação de regras e brincadeiras, poderia ser um fator de interferência nesse processo.

#### **CORRESPONDÊNCIA**

**Guilherme Lage**

Universidade FUMEC

FCS - Faculdade de Ciências da Saúde

Departamento de Educação Física

Rua da Paisagem, 240 – Vila da Serra

CEP 34000-000

Brasil

*menezeslage@aol.com*

## REFERÊNCIAS

1. Bryden PJ (2000). Lateral preference, performance, skilled behavior and task complexity. In Mandal M, Bulman-Fleming B, Tiwari G (eds.) *Side Bias: a neuropsychological approach*. Netherlands: Kluwer Academic Press.
2. Carson RG (1989). Manual asymmetries: feedback processing, output variability, and spatial complexity – resolving some inconsistencies. *Journal of Motor Behavior* 21: 38-47.
3. Corballis PM (2003). Visuospatial processing and the right-hemisphere interpreter. *Brain and Cognition* 53: 171-176.
4. Coryell J (1985). Infant rightward asymmetries predict right-handedness in childhood. *Neuropsychologia* 23: 269-271.
5. Gallahue DL, Ozmun JC (2005). *Compreendendo o desenvolvimento motor: Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos*. São Paulo: Phorte.
6. Haywood KM (1993). *Life span motor development*. Champaign, Il.: Human Kinetics.
7. McClenaghan BA, Gallahue DL (1985). *Movimientos fundamentales*. Buenos Aires: Pan-americana.
8. Peters M (1981). Handedness: effect of prolonged practice on between hand performance differences. *Neuropsychologia* 19: 587-590.
9. Petrie BF, Peters M (1980). Handedness: Left/right differences in intensity of grasp response and duration of rattle holding in infants. *Infants Behavior and Development* 3: 215-221.
10. Teixeira LA, Gasparetto ER (2002). Lateral asymmetries in the development of the overarm throw. *Journal of Motor Behavior* 34: 151-160.
11. Teixeira LA, Chaves CEO, Silva MVM, Carvalho MA (1998). Assimetrias laterais no desempenho de habilidades motoras relacionadas ao futebol. *Kinesia* 20:77-92.
12. Vasconcelos O. (2004). Preferência lateral e assimetria motora funcional: uma perspectiva de desenvolvimento. In Barreiros J, Godinho M, Melo F, Neto C (eds.) *Desenvolvimento e aprendizagem: perspectivas cruzadas*. Lisboa: FMH.

# A competência percebida pelos alunos, as expectativas do professor e o desempenho acadêmico: como se relacionam na disciplina de educação física?

José Henrique  
Carlos Januário

Universidade Técnica de Lisboa  
Faculdade de Motricidade Humana  
Portugal

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.194>

## RESUMO

A auto-percepção de competência influencia o interesse e a persistência do aluno na concretização da aprendizagem. O objectivo deste estudo analisa a relação entre o desempenho dos alunos, as expectativas dos professores e a competência percebida pelos alunos. O estudo é descritivo e a amostra é constituída por 10 professores e 186 alunos da 6<sup>a</sup> à 8<sup>a</sup> série do ensino fundamental brasileiro. O desempenho dos alunos foi medido através de testes, e a percepção pessoal do aluno e as expectativas do professor foram obtidas através da técnica de auto-relato. As estatísticas descritiva e inferencial permitiram a análise da congruência entre as variáveis em estudo. A competência percebida pelos alunos tem forte associação positiva, tanto com o seu desempenho, como com as expectativas do professor. Há uma expressiva correspondência entre as expectativas dos professores e o desempenho dos alunos. Os resultados demonstram a necessidade de aprofundar o estudo das expectativas do professor e os seus efeitos sobre o comportamento de ensino e a representação de competência formulada pelos alunos.

*Palavras-chave:* auto-percepção de competência, educação física escolar, pensamento do aluno, expectativas do professor, ensino.

## ABSTRACT

*Pupil's self-perceived competence, teacher expectations, and academic performance: How do they relate in Physical Education?*

*Student's perceived competence influences interest and persistence in learning accomplishment. The aim of this study was to analyze the relationships among student performance, teachers' expectations and student's perceived competence. Having a descriptive approach, we sampled 10 teachers and 186 6<sup>nd</sup> to 8<sup>nd</sup> grade students of the Brazilian educational system. Student performance was measured through tests, and the student's personal perception and teacher's expectation were picked up through self-report measures. Descriptive and inferential statistics allowed the analysis of the congruence among the variables in study. Student's personal perception has strong association with student performance and teacher's expectations. The teachers' expectations corresponded meaningfully with the students' performance. The results demonstrate the need to deepen the study of the effects of teachers' expectations on the teaching behaviour and students' perceived competence.*

*Key Words:* perceived competence, school physical education, pupil thinking, teacher's expectations, teaching.

**INTRODUÇÃO**

Na actualidade, a combinação de diferentes paradigmas de investigação sobre o ensino responde a um desafio e a um apelo frequente e constante na literatura (23, 17), oferecendo a vantagem de ampliar o conhecimento sobre fenómenos caracterizados pela complexidade – pelo número de variáveis presentes e/ou pela variabilidade e diferenciação de cada variável. É sob este enfoque que, nos últimos anos, se tem verificado a multiplicação de estudos que se reportam à análise das acções de ensino, complementados pelo estudo das variáveis psicológicas de professores e alunos, aprofundando o conhecimento

sobre o ensino e a aprendizagem com vista ao incremento da eficácia pedagógica. O aprofundamento das investigações tem mostrado quanto os processos psicológicos alimentam as acções de professores e alunos, bem como a relação pedagógica, surgindo mesmo como poderosos preditores dos eventos ocorridos no processo educativo.

Assim, a investigação sobre os processos de pensamento do professor (5) tem relevado a influência dos processos cognitivos dos professores sobre as suas acções de ensino. O modelo ‘Pensamento e Acção do Professor’ propõe a integração destes dois grandes domínios (Figura 1).

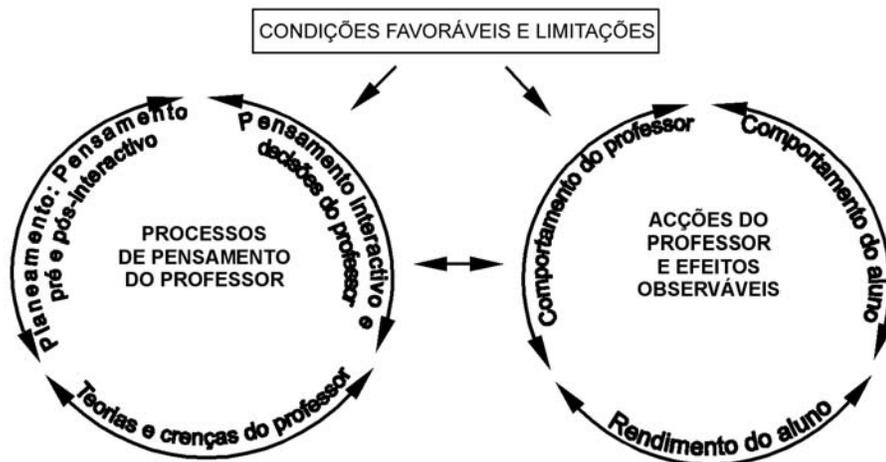


Figura 1. Modelo de pensamento e acção do professor. (Fonte: Clark & Peterson, 5: 257).

Segundo a teoria, o comportamento do professor, o comportamento do aluno e os resultados de aprendizagem influenciam-se mútua e reciprocamente. A apresentação no formato circular pretende dar sentido à inter-influência entre as componentes de cada dimensão do acto educativo. Deste modo, conceptualiza-se que os pensamentos e decisões dos professores interagem qualitativamente entre as fases interactiva, pré-interactiva e pós-interactiva de ensino. No âmbito da acção docente esta perspectiva assume a causalidade recíproca das interações, i.e., o comportamento do professor afecta o comportamento do aluno que, em contrapartida, influencia o comportamento e as decisões do professor, bem como as próprias realizações. A influência entre as duas dimensões e respectivas componentes é concomitante e

resulta em consequências directas para o ensino e para o desempenho académico. O modelo é rematado com referência aos aspectos com os quais os professores lidam no dia-a-dia da função docente e que, pela sua natureza, facilitam ou limitam a actuação profissional.

Da mesma forma, tem sido relevado o contexto psicológico do aluno e dos seus processos de pensamento. A pesquisa que considera central o pensamento discente evoca a importância desta variável para explicar o envolvimento do aluno no processo ensino-aprendizagem. A teoria enfatiza o papel das crenças, expectativas, motivações, atitudes e sentimentos como mediadores entre o ensino e a aprendizagem, assumindo que esta ligação pode ser esclarecida sob a perspectiva formulada pelos alunos (9, 8).

Um conjunto considerável de pesquisas tem relevado a importância da percepção de competência do aluno no processo ensino-aprendizagem (2, 3, 9, 27, 10, 16). A percepção de competência tem constituído objecto de interesse das teorias da motivação devido à sua evidente influência sobre as capacidades volitivas do aluno, com reflexos sobre o seu envolvimento activo nas tarefas de aprendizagem (25). Para Bandura (1), um dos factores mais poderosos do autoconhecimento é a própria concepção de eficácia, pois o sentimento positivo acerca das capacidades próprias fomenta no aluno o interesse e a persistência para a concretização da aprendizagem. Na visão de alguns investigadores (16, 9), a forma como o aluno percebe a própria competência é mais importante do que aquela efectivamente dominada, quando se busca explicar a sua motivação e aprendizagem. Portanto, o sentido que os alunos conferem à própria capacidade de realização e os sentimentos positivos sobre a própria competência são condicionantes da efectiva participação no processo ensino-aprendizagem (29).

A percepção de competência do aluno é condicionada por factores sociais (professor, pais, colegas de classe), contextuais relativos ao próprio (género, idade ou estágio de desenvolvimento, orientação dos objectivos pessoais, habilidade real do aluno) e de ordem pedagógica (conteúdo, oportunidades, clima de aula) (28, 29, 11, 9, 22, 13, 15, 16). No processo ensino-aprendizagem a competência percebida pelo aluno é ainda influenciada pelo comportamento e expectativas do professor. As expectativas do professor sobre a habilidade dos alunos induzem ao comportamento de ensino que influencia e sustenta certos tipos de desempenho no aluno. É isso que nos ensina a profecia de auto-realização ou, como também é conhecida, a teoria do efeito pigmalão (21, 13, 14).

De acordo com o modelo proposto por Martinek (13), as expectativas originam-se em consequência de impressões relacionadas com as características pessoais de professores e alunos ou da interacção de ambas (13, 15). O modelo assume que se o professor espera e encoraja um determinado nível de performance, o aluno perceberá e produzirá, assim, um rendimento compatível com o esperado pelo professor. Pimentel (20) constatou que os alunos eleitos

pelos professores como mais e menos competentes mereceram tratamento diferenciado durante o ensino. Outro estudo (26) constatou que os alunos de alto rendimento pensaram receber expectativas mais altas de seus professores e mais oportunidades de escolhas que seus opositos. Enquanto as expectativas elevadas seriam bem acolhidas no ambiente de ensino, por projectarem atitudes positivas e, possivelmente, rendimentos compatíveis, as baixas expectativas perpetuariam o baixo rendimento sendo, por isso, preocupantes no meio educativo.

Parece não existir dúvida de que aquilo que o aluno pensa ser capaz de fazer, bem como aquilo que ele percebe que outras pessoas esperam que ele faça, influenciam a sua auto-confiança, as interacções na classe, a performance e a capacidade para aprender outras tarefas (15). Na investigação realizada por Bibik (2), a percepção de competência de 50% dos alunos foi concordante com as expectativas dos professores. Este facto, somado à evidência de tratamentos diferenciados para alunos com diferentes níveis de habilidade, levou a autora a concluir que a percepção de competência dos alunos foi influenciada pelas expectativas do professor. No estudo com alunos norte-americanos (29), a auto-avaliação de competência reportada pelos alunos apresentou relação positiva e significativa com as avaliações dos professores em turmas do 4º, 8º e 11º anos de escolaridade.

Qualquer esforço científico comprometido em identificar factores que influenciam os sentimentos e crenças dos alunos é importante porque intenta trazer subsídios para a melhoria do ensino e a potencialização da aprendizagem. Com efeito, neste estudo, a competência percebida será compreendida pelo julgamento do próprio aluno sobre quanto ele se percebeu hábil na realização de uma tarefa desportiva ensinada nas aulas de educação física.

Se muito do que o aluno crê ser capaz de realizar é influenciado pelas expectativas do professor, então torna-se coerente estudarmos as realizações e percepções pessoais do aluno, com base no que os professores alimentam como expectativas. Pretendemos abordar esta questão, investigando a percepção de competência reportada pelos alunos em associação com o desempenho académico e as expectativas formuladas pelos professores. Assim, procuramos respostas para as seguintes questões:

1. A competência percebida formulada pelos alunos é congruente com as expectativas dos professores?
2. Em que medida a competência percebida pelos alunos de alta e baixa percepção de competência e as expectativas dos professores correspondem ao desempenho dos alunos?

## METODOLOGIA

Este estudo desenvolveu-se mediante um *design* descritivo visando caracterizar as variáveis em análise em relação aos sujeitos, ao ambiente e à realidade do ensino da educação física em escolas públicas brasileiras. Para a realização da pesquisa de campo foram cumpridos os procedimentos de autorização junto aos órgãos de gestão das redes de ensino, direcção das escolas, docentes, discentes e respectivos responsáveis.

### A unidade experimental de ensino

A unidade experimental de salto em altura tesoura decorreu em ambiente real de ensino e foi composta por três aulas (uma aula semanal, com duração máxima de 50 minutos), com mais uma aula destinada à avaliação do desempenho final.

### Seleccção da amostra

A amostra é caracterizada como conveniente, pois a selecção obedeceu a critérios objectivos de inclusão desejáveis para o desenvolvimento da pesquisa (6, 4). Foram seleccionados 10 professores experientes (M=8 e F=2) com base em critérios de experiência, biografia profissional e concordância em desenvolver a unidade experimental de ensino proposta. A idade dos professores variou entre 32 e 46 anos ( $39.4 \pm 5$ ) e o tempo de serviço entre 8 e 21 anos ( $14.8 \pm 4.5$ ). Os professores leccionaram turmas da 6ª à 8ª série do ensino fundamental em regime co-educacional, em nove escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro.

A amostra de alunos emergiu de um quantitativo inicial de 363 alunos, seleccionados em função de (a) demonstrarem interesse em participar no estudo, (b) não terem vivenciado anteriormente o conteúdo desenvolvido na unidade experimental de ensino, (c) frequentarem integralmente as aulas e, (d) realizarem o teste final de desempenho. Assim, foram seleccionados 186 alunos (M=104 e F=82), com idade entre 11 e 18 anos ( $13.2 \pm 1,4$ ).

## Procedimentos

### *Expectativas dos professores*

Os professores foram previamente solicitados a indicar, nas suas turmas, os alunos que alcançariam alto e baixo desempenho na unidade de salto em altura tesoura; os alunos não indicados nestes grupos foram considerados medianos. Este procedimento permitiu conhecer as expectativas dos professores em relação aos seus alunos.

### *Desempenho académico*

Os alunos foram avaliados mediante um teste na semana posterior à unidade experimental de ensino, realizado pelos professores nas aulas de educação física, respeitando o seguinte protocolo: os professores comunicaram à turma o objectivo e o protocolo da avaliação; realizaram uma demonstração do salto tesoura; não forneceram *feedback*, nem manifestaram comportamentos de incentivo, correcção ou crítica aos alunos; o primeiro salto foi realizado à altura de 60 cm para as meninas e 70 cm para os meninos, elevada em 5 cm a cada sequência; os alunos tiveram duas oportunidades para ultrapassar cada altura.

### *Competência percebida pelos alunos*

Avaliada posteriormente aos testes de desempenho, por auto-relato em questionário, numa escala tipo *Likert* de cinco pontos (*muito habilidoso, habilidoso, nem muito nem pouco habilidoso, pouco habilidoso, muito pouco habilidoso*). Os alunos não comentaram as respostas entre si ou com o professor, a fim de evitar influências de outrem.

### *Notas de campo*

As notas de campo foram recolhidas durante as aulas da unidade experimental de ensino e nos contactos mantidos com os professores, reflectindo algumas verificações contextuais no tocante ao comportamento de instrução do professor e ao clima relacional estabelecido com os alunos de alta e baixa expectativa de desempenho. A utilização desta técnica permitiu-nos obter informações que pudessem, de alguma forma, complementar e mesmo ajudar a explicar os restantes dados.

### *Análise dos dados*

Utilizou-se a média, desvio-padrão e percentagem para caracterizar os sujeitos e as representações for-

muladas por professores e alunos. Através do cálculo de quartis categorizou-se os pólos de expectativas docentes, de percepções discentes e de desempenho, em simultâneo.

A congruência entre a auto-percepção dos alunos e a expectativa dos professores, bem como a medida de correspondência destas variáveis com o desempenho, foram obtidas mediante o cruzamento das variáveis (*crosstabulation*) relativas aos professores, alunos (1x1) e resultados de desempenho (1x1 e 2x1). A partir do cruzamento das variáveis, ascendeu-se às proporções produzidas pelas categorias (expectativas, percepções e desempenho) e classes (alto, médio e baixo) das variáveis.

A média de desempenho dos alunos foi comparada para cada nível de competência percebida e de expectativas docentes, bem como inter e intragrupos congruentes e incongruentes, utilizando-se para isso o teste *t* de Student para diferença de médias. Por fim, o *r* de Pearson forneceu o índice de correlação existente entre as variáveis estudadas. Para ambas as provas o nível de significância foi estabelecido em .05.

**RESULTADOS**

O primeiro procedimento, empregue no sentido de analisar a correspondência entre as expectativas dos professores e a percepção de competência dos alunos, verificou em que medida os alunos sobre os quais os professores alimentavam alta e baixa expectativa, também possuíam percepções correlatas a respeito da sua própria competência. Os professores listaram 46 alunos sobre os quais depositavam altas expectativas de desempenho. Dentre estes alunos, 78.3% também reportaram alta competência percebida, i.e., estes alunos foram alvo de altas expectativas dos professores e se perceberam ‘*habilidosos*’ ou ‘*muito habilidosos*’. Por outro lado, os professores manifestaram baixas expectativas sobre 39 alunos, mas apenas 25.6% destes apresentaram índices de baixa competência percebida, considerando-se ‘*pouco*’ ou ‘*muito pouco habilidosos*’.

A Figura 2 resume os resultados obtidos relativos à ocorrência de congruência entre percepções dos alunos e expectativas dos professores. Na diagonal demarcada a sombreado encontra-se o resultado dos alunos que denominamos congruentes, pois a sua percepção de competência foi concordante com as

expectativas do professor. Acima e abaixo da parte sombreada encontram-se os alunos cuja concordância não se verificou e, por isso, foram denominados incongruentes. Estes foram ainda classificados em incongruente-alto (acima da área sombreada), porque perceberam a sua habilidade acima do esperado pelo professor e, incongruente-baixo (abaixo da área sombreada), porque as suas percepções estiveram aquém das expectativas do professor.

		Expectativa do Professor		
		Alta	Média	Baixa
Competência percebida pelos alunos	Alta	36* 18/18** 19.3%	58* 36/22** 31.2%	16* 7/9** 8.6%
	Média	8* 5/3** 4.3%	37* 22/15** 19.9%	13* 5/8** 7.0%
	Baixa	2* 2/0** 1.1%	6* 2/4** 3.2%	10* 7/3** 5.4%

\* Nº de alunos congruentes na categoria  
 \*\* Nº homens / nº mulheres  
 % Proporção em relação à amostra

Figura 2. Congruência entre expectativa dos professores e a competência percebida pelos alunos.

Na Tabela 1 pode-se constatar que a percepção de competência de uma parcela considerável da amostra foi congruente com as expectativas projectadas pelos professores. Verifica-se que 83 alunos (44.6% da amostra) perceberam a sua competência de forma congruente com as expectativas do professor, sendo 47 do género masculino (56.6% do grupo congruente e 45.2% da amostra masculina) e 36 do género feminino (43.4% do grupo congruente e 43.9% da amostra feminina).

Tabela 1. Composição dos grupos congruente e incongruente.

Gênero	Congruência	N	Composição no grupo congruente	Composição no grupo incongruente
Masculino	Congruente	47 (25.3%)	56.6%	-
	Incongruente	57 (30.6%)	-	55.3%
	Total	104 (55.9%)		
Feminino	Congruente	36 (19.4%)	43.4%	
	Incongruente	46 (24.7%)	-	44.7%
	Total	82 (44.1%)		
Total geral		186 (100%)	100%	100%

O grupo incongruente foi representado por 103 alunos (55.4% da amostra), dentre os quais 57 do gênero masculino (55.3% do grupo incongruente e 54.8% da amostra masculina) e 46 do gênero feminino (44.7% do grupo incongruente e 56.1% da amostra feminina).

A grande maioria dos alunos incongruentes denotou percepção positiva em relação à sua habilidade, mantida acima das expectativas projectadas pelos professores, na medida em que 84.5% dos alunos deste grupo (n=87) se perceberam acima do nível de habilidade esperado pelo professor, enquanto 15.5% (n=16) expressaram percepções abaixo das expectativas dos professores.

Considerando que o desempenho do aluno se constitui tanto numa fonte de impressões para a formulação das expectativas dos professores, quanto influencia as representações formuladas pelos alunos sobre a sua competência perante a classe, cruzámos os dados de auto-relato de professores e alunos com o desempenho final na unidade experimental de ensino e, posteriormente, comparámo-los. A actividade de salto em altura possui uma característica claramente classificatória. A forma como decorreu a avaliação dos alunos no teste de final de unidade também poderia ter contribuído para o estabelecimento de um ambiente deveras comparativo e classificatório. Assim, interessava conhecer se o auto-relato da

competência percebida pelo aluno correspondia ao desempenho obtido mediante tais condições.

A média global de desempenho dos alunos foi de 112.6 cm (SD=17.4 e amplitude entre 70 e 155 cm). A comparação do desempenho do grupo congruente (113.85 cm, SD=18,2) e incongruente (111.55 cm, SD=16.7) não indicou diferenças significativas. Entretanto, quando comparadas as médias obtidas pelos alunos congruentes-alto (122.50 cm, SD=16.3) e congruentes-baixo (95.00 cm, SD=16.4), o teste *t* indica diferenças significativas ( $t=-4.67$ ,  $p<.001$ ). As diferenças não foram significativas entre os incongruentes-alto (111.09 cm, SD=15.2) e incongruentes-baixo (114.06 cm, SD=23.4).

Com a intenção de verificarmos a congruência das percepções pessoais dos alunos e expectativas docentes com o desempenho do aluno, procedemos à classificação do desempenho obtido pelos alunos no final da unidade experimental de ensino. Com efeito, foram calculados os quartis com base no intervalo dos escores registados no teste final. Ao primeiro quartil, denominado posto 1, corresponderam os resultados inferiores produzidos no teste (70 a 100 cm para todos os grupos), enquanto ao último quartil, denominado posto 2, corresponderam os resultados superiores (125 a 155 cm para o grupo congruente; 120 a 150 cm para o grupo incongruente). Era suposto que, se as percepções dos alunos e as expectativas dos professores estivessem relacionadas com o desempenho do aluno, então o desempenho dos alunos de alta competência percebida e as expectativas docentes mais elevadas deveriam enquadrar-se no posto 2 e, segundo a mesma lógica, os resultados dos alunos de baixa competência percebida e as expectativas docentes mais baixas deveriam se enquadrar no posto 1.

No grupo congruente (n=83), em 42.2% dos casos a auto-percepção dos alunos e a expectativa dos professores foram coerentes com o desempenho na unidade experimental de ensino, i.e., a análise denota concordância entre as expectativas docentes, a competência percebida pelo aluno e o desempenho académico. A análise dos alunos alvo de baixa expectativa do professor revelou que 60% apresentaram desempenho ao nível do primeiro quartil, enquanto 10% ao nível do último quartil. Entre os alunos que foram

alvo de expectativas elevadas por parte dos professores ( $n=36$ ), 44% apresentaram desempenho ao nível do último quartil, enquanto 5.6% ao nível do primeiro quartil. O facto de mais de metade dos alunos deste grupo não apresentar desempenho compatível com o nível de competência percebida e, assim mesmo, manter alta a sua percepção de competência, pode indiciar a possível influência das expectativas dos professores, neste caso, transmitidas maioritariamente através de estratégias de gestão do clima relacional com estes alunos.

Ainda que a correspondência directa entre as expectativas docentes e percepções discentes não se estabeleça no grupo incongruente, analisámos em que medida as representações de alunos e professores denotavam acordo com o desempenho final. A análise mostrou que as expectativas dos professores coincidiram com o desempenho final em 36.9% dos casos, sendo mais expressiva a correspondência entre as baixas expectativas e os desempenhos mais baixos. Isto talvez possa ser explicado pelo facto do professor identificar com maior clareza os alunos menos habilitados.

A análise da correspondência da competência percebida pelo aluno incongruente com o desempenho permitiu constatar que 42.7% dos alunos apresentaram desempenho compatível com o nível de competência percebida. Entretanto, quando se analisa o resultado exclusivamente sob a perspectiva das classes de alunos de alta e baixa percepção de competência, verificamos que 50% dos alunos de baixa competência percebida produziram resultados correspondentes com o posto 1. Já entre os alunos de alta percepção de competência a correspondência ocorreu na proporção de 41.9%. Assim, se o grupo incongruente de baixa percepção de competência foi mais criterioso que o seu oposto, colocamos a hipótese de ter sido influenciado em maior grau pelo resultado do seu desempenho, comparativamente aos restantes colegas de turma.

Como procedimento final, procurámos verificar as relações existentes entre a expectativa dos professores e a competência percebida pelos alunos, bem como entre estas e o desempenho na unidade experimental de ensino. Considerando toda a amostra, verificámos correlações significativas entre as expectativas dos professores e a competência percebida

dos alunos ( $r=.34$ ,  $p<.01$ ), entre as expectativas dos professores e o desempenho dos alunos ( $r=.33$ ,  $p<.01$ ), e entre a competência percebida dos alunos e o seu desempenho ( $r=.30$ ,  $p<.01$ ). Ao analisar apenas o grupo de alunos congruentes, além da relação que já é inerente entre as expectativas dos professores e as percepções dos alunos, verificámos que, quer as expectativas dos professores ( $r=.49$ ,  $p<.01$ ) quer a competência percebida dos alunos ( $r=.50$ ,  $p<.01$ ), denotam relações significativas com o desempenho final na unidade experimental de ensino. Entretanto, a análise independente dos grupos congruentes alto e baixo, apesar de denotar relações positivas, não demonstrou serem significativas. Isto pode ser devido à expressão de congruência face ao quantitativo de alunos, principalmente entre os congruentes-baixo, não ter sido suficiente para fazer emergir a significância estatística. A auto-percepção dos alunos incongruentes-baixo ( $n=16$ ) correlacionou-se significativamente com a expectativa dos professores ( $r=.60$ ,  $p<.01$ ), indicando a tendência de evolução dos níveis de competência percebida dos alunos à medida que aumentou a expectativa dos professores. Finalmente, entre os incongruentes-alto ( $n=87$ ) pudemos verificar de forma mais expressiva a relação significativa da competência percebida com a expectativa dos professores ( $r=.51$ ,  $p<.01$ ) do que com o resultado de desempenho ( $r=.22$ ,  $p<.03$ ).

## DISCUSSÃO

Rememore-se que as expectativas radicadas nas impressões percebidas pelo professor influenciam a sua forma de estruturar e gerir a dimensão pedagógica do ensino. Isto tem consequências para as oportunidades de aprendizagem oferecidas aos alunos, bem como para o clima interactivo. Portanto, antes de discutirmos a expressão quantitativa dos dados, faz sentido interpretá-los em consonância com a observação do contexto em que decorreu o ensino e do comportamento do professor durante as aulas. Na unidade experimental de ensino, em geral, os professores comportaram-se de modo a motivar todos os alunos, independentemente das expectativas sobre a sua competência. Entretanto, observou-se a quase totalidade de contextos massivos de aprendizagem, embora ajustando as condições de realização da tarefa para os alunos sobre os quais os professores ali-

mentavam baixas expectativas. Apesar do conteúdo contribuir para o estabelecimento de um ambiente altamente classificatório, foi evidente que os professores procuraram estabelecer um clima positivo, transmitindo confiança aos alunos durante as aulas. Em geral, independentemente do nível de habilidade, os alunos receberam muitos elogios. Os professores incentivaram mais os alunos que demonstravam maiores dificuldades, tendo mesmo, em algumas oportunidades, valorizado mais o esforço que propriamente o resultado do desempenho. Outra atitude manifesta dos docentes, no sentido de valorizar o envolvimento do aluno nas tarefas, foi destacar para a turma os movimentos correctos que alguns alunos ‘menos habilidosos’ realizavam. O critério de êxito foi flexibilizado de modo a transparecer para os alunos ‘menos habilidosos’ o alcance dos objectivos propostos. Ao baixar o nível de exigência, as tarefas eram pouco atractivas para os alunos ‘mais habilidosos’, os quais reagiam com sarcasmo e desinteresse face à inadequação do critério de êxito ao seu nível de competência. Em resposta, apesar de algumas vezes criticarem tal atitude, os professores privilegiaram o estabelecimento de interacções positivas com estes alunos, relevando a sua competência na realização das tarefas através de incentivos e fornecimento de pistas visando o progresso do desempenho. A análise dos resultados permite a interpretação sob duas perspectivas. A primeira, relativa aos efeitos do desempenho e da comparação social sobre a competência percebida pelos alunos, reflectindo no recurso ao parâmetro normo-social para ajuizar o próprio desempenho em relação aos companheiros de classe. Coerente com a teoria, as impressões retidas pelos professores os induzem a produzir contextos de ensino e oportunidades de aprendizagem compatíveis com o que esperam dos alunos. Como afirma Palardy (18), a proposição de uma profecia é, também, um acto de criação das condições para que ela se realize. Neste estudo, quase metade dos alunos manifestaram percepções congruentes com as expectativas dos professores. Este resultado é similar ao obtido no estudo de Bibik (2), no qual a auto-percepção de 50% dos alunos correspondeu às expectativas do professor. A correspondência entre as percepções dos alunos, as expectativas dos professores e a rela-

ção de ambas com o desempenho realizado pelo aluno sugere uma dinâmica similar ao modelo referido por Martinek (13), ao abordar o efeito pigmalião no ensino em educação física.

O clima, o *feedback*, as informações e suporte fornecido aos alunos aparecem como elementos que irradiam as expectativas dos professores aos alunos (24, 13). Neste estudo, os factores que podem ter contribuído para a manutenção de percepções congruentes pelos alunos de alta competência percebida foram o clima estabelecido pelos professores e o suporte a eles fornecido, mesmo que informal. Os alunos congruentes de baixa competência percebida, apesar de incentivados perante a turma, receberam *feedback* público sobre a sua prestação, facto que pode ter contribuído para perceberem o comportamento do professor como forma de incentivo à prática mas, face à exteriorização de suas deficiências e à assumpção de critérios normo-sociais no juízo sobre a própria performance, quer em termos de realização do gesto técnico quer em termos de desempenho quantitativo (altura saltada), também poderá ter contribuído para a ponderação sobre as capacidades pessoais. Em geral, os professores justificaram a estratégia de acção como modo de manter indistintamente todos os alunos motivados. Entretanto, outros estudos (12, 19, 15) indicam que os alunos nem sempre interpretam as ocorrências de ensino consoante as intenções dos professores ou da mesma forma entre si. A frequência e intensidade das interacções, suporte, felicitações, concessão de privilégios e severidade das avaliações são interpretadas pelos alunos como fontes de alta e baixa expectativa projectadas pelos professores (7).

Outro resultado relevante a destacar diz respeito aos alunos que relataram percepção de competência dissonante com o próprio desempenho, i.e., alunos de baixa competência percebida. Apesar de realizarem rendimentos na média da turma ou mesmo acima da média, mantiveram tal percepção. Por outro lado, os alunos de alta competência percebida mantiveram alta a sua percepção, apesar do desempenho em níveis inferiores. Portanto, uma parcela considerável dos alunos manifestou percepções mais congruentes com as expectativas dos professores do que com os resultados do seu desempenho. Considerando que, a despeito do desempenho, as expectativas docentes e

as percepções pessoais dos alunos tenham se apresentado congruentes, é possível que a unidade experimental de ensino não tenha sido longa o suficiente para influenciar as percepções pessoais dos alunos, face aos resultados verificados. Ao mesmo tempo, isto permite evidenciar quão consistente e permanentemente podem se tornar as crenças sobre a auto-competência retida pelos alunos, sobrepujando mesmo o desempenho manifesto.

Por fim, a concordância e relações verificadas da avaliação dos professores e auto-percepção dos alunos com as realizações na unidade experimental de ensino, revelaram tanto a competência do professor quanto a competência de uma parte expressiva de alunos noajuizamento do desempenho acadêmico. Em 40% dos casos, a aferição dos professores correspondeu ao desempenho demonstrado pelos alunos no final da unidade experimental de ensino. Ainda que se esperasse valores mais substantivos, deve-se ter em conta que o conteúdo fugia ao padrão de actividades desenvolvidas nas aulas de educação física, onde prevalece o ensino de jogos e actividades desportivas colectivas. Portanto, a avaliação dos professores foi condicionada pela mobilização de informações, baseadas em parâmetros distintos do habitual, na projecção da competência dos alunos no conteúdo de salto em altura.

Isto ficou evidente nas questões colocadas pelos professores no momento da avaliação, oportunidade em que expressaram dúvidas quanto ao juízo formulado face à novidade do conteúdo.

Foi considerável a proporção de alunos que reportaram níveis de habilidade compatíveis com o desempenho realizado na unidade experimental de ensino. Estes resultados foram notavelmente influenciados pelos alunos que reportaram alta percepção de competência. No estudo de Bibik (2), os alunos incongruentes-alto demonstraram forte crença nas suas capacidades e, por isso, recorreram menos à comparação social na formulação da própria competência. Muitas vezes justificaram a falta de atenção do professor, alegando não precisar de *feedback*.

Se uma parcela expressiva de alunos de diferentes níveis de habilidade (42.5%) demonstrou coerência do sentimento de competência com o desempenho, podemos realçar a importância de se considerar o auto-relato dos alunos sobre a própria competência na tomada de decisões pedagógicas (8), bem como no processo de avaliação escolar (25).

## CONCLUSÃO

Os resultados ratificam a complexidade inerente ao processo ensino-aprendizagem. Isto ficou evidente nos indícios de que tanto as expectativas docentes quanto o desempenho podem ter influenciado a percepção de competência dos alunos.

Em resposta às questões iniciais colocadas neste estudo, cerca de metade da amostra relatou percepções congruentes com as expectativas do professor. Além disso, considerando o conjunto amostral, foi significativa a relação entre as expectativas docentes e a percepção de competência dos alunos. Verificou-se, ainda, que a auto-percepção de alguns alunos congruentes alto e baixo se relacionou com a expectativa de seus professores, muito embora tenham apresentado desempenho abaixo ou acima do que seria suposto, respectivamente. A expressão desta correspondência não pode ser negligenciada, principalmente por ocorrer no ambiente escolar que deve primar por promover sentimentos positivos e a inclusão de todos os alunos no processo educativo. Parece não existir dúvida de que o desempenho também serviu de parâmetro para os alunos formularem as suas percepções. Cerca de 40% dos alunos, independentemente do grau de congruência, denotaram percepções coerentes com o desempenho final na unidade experimental de ensino. Os alunos de baixa percepção de competência poderão ser mais influenciados por critérios normativos, com fortes indícios de que a comparação social em classe tenha servido de parâmetro para a maioria noajuizamento da própria competência.

O professor constituiu-se numa boa fonte de informação sobre a competência do aluno, principalmente se tratando de terajuizado a sua habilidade com antecedência e num conteúdo pouco comum no programa da disciplina. As suas expectativas foram mais congruentes com o desempenho dos alunos de baixa percepção de competência. Este apuramento pode ser útil no momento de planejar e operacionalizar tarefas ao nível de competência dos alunos.

As implicações práticas destes resultados têm sido enfaticamente ressaltadas pela literatura, demonstrando que os alunos podem constituir uma importante fonte de informação para uma melhor compreensão do processo ensino-aprendizagem. O que os alunos pensam pode ser muito importante para

os professores compreenderem os mecanismos que engendram as suas aprendizagens. O sentimento do aluno sobre a sua competência é fundamental, na medida em que, em alguns casos, aquilo que ele pensa ser capaz de fazer pode influenciar o comportamento face às tarefas propostas.

Por outro lado, o conhecimento que o professor possui sobre os seus alunos favorece a estruturação do ensino, de forma a permitir-lhes experimentar o sucesso com constância na disciplina. A literatura tem ressaltado a importância do clima para o estabelecimento de um ambiente favorável às aprendizagens e dirigido ao incentivo de sentimentos positivos de competência nos alunos. Entretanto, a acção do professor deve estar baseada na gestão eficaz da tarefa, a fim de potencializar a aprendizagem dos alunos, pois as suas crenças são formadas a partir da frequência de oportunidades de participação, associada com o sentimento de sucesso que estas lhes garantem. Estas acções frutificarão, resultando em maior motivação e persistência dos alunos para concretizar as aprendizagens.

#### **AGRADECIMENTO**

Agradecemos à CAPES - Brasil o apoio concedido durante a realização deste trabalho.

#### **CORRESPONDÊNCIA**

**Carlos Januário**

Faculdade de Motricidade Humana  
Departamento de Ciências da Educação  
Estrada da Costa  
1495-688 Cruz Quebrada  
Portugal  
*cjanuario@fmh.utl.pt*

REFERÊNCIAS

1. Bandura A (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachandran (Ed.) *Encyclopedia of Human Behavior (Vol. 4)*. New York: Academic Press, 71-81.
2. Bibik JM (1999). Factors influencing college students' self-perceptions of competence in beginning Physical Education classes. *Journal of Teaching in Physical Education*, 18, 255-276.
3. Bibik JM (1993). Pedagogical considerations regarding perceptions of dance competence. *Journal of Teaching in Physical Education* 12(3): 266-285.
4. Carmo H, Ferreira MM (1998). *Metodologia da investigação: Guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
5. Clark CM, Peterson P (1986). Teachers' thought processes. In M. Wittrock (Ed.) *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed.). New York: Macmillan, 255-296.
6. Flegner AJ, Dias J (1995). *Pesquisa e metodologia: Manual completo de pesquisa e redação*. Rio de Janeiro: Ministério do Exército.
7. Gagnon J, Martel D, Grenier J, Pelletier-Murphy J, Dumont S (1995). *Pygmalion au gymnase: Une réalité perceptible par les élèves*. Paper presented at the VI<sup>èmes</sup> Journées Internationales d'Automne de l'ACAPS. Retrieve in <http://caratome.free.fr/Publications/Pygmalion.htm>.
8. Graham G (1995). Physical Education through students' eyes and students' voices: Implications for teachers and researchers. *Journal of Teaching in Physical Education* 14, 478-482.
9. Lee AM (1997). Contributions of research on student thinking in Physical Education. *Journal of Teaching in Physical Education* 16, 262-277.
10. Lee AM, Carter JA, Xiang P. (1995). Children's conceptions of ability in Physical Education. *Journal of Teaching in Physical Education* 14, 384-393.
11. Lee AM, Fredenburg K, Belcher D, Cleveland N (1999). Gender differences in children's conceptions of competence and motivation in Physical Education. *Sport, Education and Society* 4(2): 161-174.
12. Lee AM, Solmon MA (1992). Cognitive conceptions of teaching and learning motor skills. *Quest* 44, 57-71.
13. Martinek TJ (1981). Pygmalion in the gym: A model for the communication of teacher expectations in Physical Education. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 52(1), 58-67.
14. Martinek TJ (1988). Confirmation of a teacher expectancy model: Student perception and causal attributions of teaching behaviors. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 59, 118-126.
15. Martinek TJ (1989). Children's perceptions of teaching behaviors: An attributional model for explaining teacher expectancy effects. *Journal of Teaching in Physical Education* 8, 318-328.
16. Nicholls J (1984). Achievement motivation: conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review* 91, 328-346.
17. Onofre M (2003). Modelos de investigação sobre o ensino da Educação Física: Da antinomia à coexistência. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Educação Física* 24/25, 63-72.
18. Palardy JM (1969). What teachers believe-what children achieve. *Elementary School* 69, 370-374.
19. Piéron M (1982). Behaviors of low and high achievers in physical education classes. In M. Piéron & J. Cheffers (Eds.) *Studying the Teaching in Physical Education*. Liege: AIE-SEP, 53-60.
20. Pimentel JN (1986). Análise do comportamento dos alunos mais dotados em diferentes jogos desportivos colectivos. Dissertação de mestrado. ISEF, UTL.
21. Rosenthal R, Babad EY (1985). Pygmalion in the gymnasium. *Educational Leadership* 43(1): 36-39.
22. Solmon MA, Carter JA (1995). Kindergarten and first grade students' perceptions of physical education in one teacher's classes. *Elementary School Journal* 95, 355-365.
23. Sparkes A (1991). Toward understanding, dialogue, and polyvocality in the research community: Extending the boundaries of the paradigms debate. *Journal of Teaching in Physical Education* 10, 103-133.
24. Tauber RT (1998). *Good or bad, what teachers expect from students they usually get*. ERIC Clearinghouse on Teaching and Teacher Education (ERIC Document Reproduction Service No. ED 426985).
25. Veal ML, Compagnone N (1995). How sixth grades perceive effort and skill. *Journal of Teaching in Physical Education* 14, 431-444.
26. Weinstein R, Marshall H, Brattesani K, Middlestadt S (1982). Student perceptions of differential teacher treatment in open and traditional classrooms. *Journal of Educational Psychology* 74, 678-692.
27. Weiss MR, Ebbeck V, Horn TS (1997). Children's self-perceptions and sources of physical competence information: A cluster analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 19, 52-70.
28. Weiss MR (2000). *Motivating kids in physical activity*. President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest. Retrieved 26/maio, 2002, from the World Wide Web: <http://www.fitness.gov/digest900.pdf>
29. Xiang P, Lee AM (1998). The development of self-perceptions of ability and achievement goals and their relations in physical education. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 69, 231-241.

# As associações desportivas em Porto Alegre, Brasil: espaço de representação da identidade cultural teuto-brasileira

Janice Mazo  
Adroaldo Gaya

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.205>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Educação Física  
Porto Alegre  
Brasil

## RESUMO

As primeiras associações desportivas foram fundadas em Porto Alegre pelos teuto-brasileiros (imigrantes alemães e seus descendentes) na segunda metade do século XIX. Alguns estudos sugerem que as associações em geral se constituíram enquanto espaço de representação da identidade cultural teuto-brasileira. O objetivo deste estudo é investigar se as associações desportivas também se constituíram enquanto espaço de representação da identidade cultural dos teuto-brasileiros. Com base na análise de fontes documentais impressas e fontes orais, buscou-se identificar as possíveis representações que expressavam esta identidade cultural. Constatou-se que as associações desportivas se constituíram em espaço de representação da identidade cultural teuto-brasileira, através da manutenção do idioma alemão nos documentos e na comunicação oral, na adoção de símbolos e exaltação dos heróis alemães, e de incentivos à prática desportiva em busca de disciplina e saúde corporal.

*Palavras-chave:* associações desportivas, identidade cultural, teuto-brasileiros, representações, Porto Alegre, Brasil.

## ABSTRACT

*The sport associations in Porto Alegre, Brazil: space for representation of the German-Brazilian cultural identity*

*The first sport associations in Porto Alegre were founded by the German-Brazilians in the second half of the XIX century. Previous studies suggested that sport associations constituted a space of representation of the German-Brazilian cultural identity. The goal of this study was to investigate if the sport associations were also constituted as a space for representing the cultural identity of German-Brazilians. Based on the analysis of documental and oral testimonial sources it was intended to identify the possible representations that expressed this cultural identity. It was found out that sports associations constitute a space for representation of the German-Brazilian cultural identity, through the maintenance of German language on documents and the oral communication, through the adoption of the symbols and hailing of German heroes, and through incentives to the practice of sports in search of discipline and body health.*

*Key Words:* sport associations, cultural identity, German-Brazilians, representations, Porto Alegre, Brazil.

## INTRODUÇÃO

As primeiras associações desportivas em Porto Alegre foram fundadas pelos teuto-brasileiros (imigrantes alemães e seus descendentes) na segunda metade do século XIX, quando este grupo migratório já tinha superado a difícil fase da colonização e começava a dinamizar sua vida social (32). No período compreendido entre meados do século XIX e princípio do século XX foram organizadas 10 associações desportivas em Porto Alegre pela iniciativa dos teuto-brasileiros: *Turnerbund* (1867), *Von Musterreiter* (1885), *Ruder Club* (1888), *Ruder-Verein Germânia* (1892), *Club Walhalla* (1896), *Rodforvier Verein Blitz* (1896), *Deutscher Schristzen Verein* (1897), *União Velocipédica* (1899), *Grêmio Foot-Ball Porto Alegrense* (1903), *Fussball* (1903). Este número expressivo reforça a afirmação de que “as associações eram sustentáculos das tradições de origem” dos teuto-brasileiros na fase de adaptação ao novo país (34, p. 165).

Num processo histórico de colonização, o associativismo se constituiu enquanto expressão de consciência coletiva dos teuto-brasileiros e como estratégia de preservação de sua identidade. A identidade teuto-brasileira é uma identidade cultural que assumiu características próprias, resultantes do contraste entre a cultura européia e a cultura dos primeiros grupos que colonizaram Porto Alegre (35). Os teuto-brasileiros percebiam-se como alemães, pois acreditavam numa origem comum e cultivavam diferenças culturais em relação aos brasileiros, preservando laços de pertencimento com a Pátria de origem (24). Para a compreensão da identidade teuto-brasileira, faz-se necessário estabelecer a diferenciação entre nacionalidade e cidadania, pois os alemães compartilhavam a noção de *jus sanguinis* (29). Segundo esta concepção, a nacionalidade está relacionada à filiação cultural, enquanto que a cidadania é determinada pela participação política e econômica no país (34). Sendo assim, os teuto-brasileiros consideravam-se cidadãos brasileiros de nacionalidade alemã. Esta distinção não era compartilhada pelos brasileiros, cuja referência identitária alicerçava-se na noção do *jus soli*, segundo a qual a cidadania e a nacionalidade são determinadas pelo país de nascimento. A condição peculiar construída pelos teuto-brasileiros em sua nova Pátria desencadeou uma conflituosa relação com os brasileiros. Os teuto-brasileiros

foram concebidos como sendo o ‘outro’ da cultura brasileira. Brandão (4, p. 42) afirma que “as identidades são representações inevitavelmente marcadas pelo confronto com o outro”. A produção de identidades explicita a dinâmica das relações entre ‘nós’ e ‘os outros’, mas a identidade é mais do que o produto da oposição por contraste, ela é o próprio reconhecimento social da diferença.

Os teuto-brasileiros eram reconhecidos pela sociedade nacional brasileira como um grupo diferenciado, tanto que lhes foi atribuída uma identidade própria. O grupo, por sua vez, não apenas incorporou a nova denominação, como também procurou formas de se representar enquanto tal. Do ponto de vista das relações entre os grupos, as representações são construídas culturalmente, enquanto estratégia para o enfrentamento das adversidades e como demonstração de unidade. De acordo com Chartier (6, p. 178), as representações do mundo social são também componentes da realidade social e “toda representação se apresenta como representação de alguma coisa”. A representação é entendida como um ato de exibição, isto é, de ver e ser visto. Então, traços culturais são escolhidos à construção da auto-identificação do grupo e para distinguir-se dos demais. Neste sentido, o associativismo desportivo, que englobou um amplo repertório de símbolos, valores, normas, comportamentos e outras formas de representações que evocavam a mãe-pátria, pode ser visto como um mecanismo de afirmação da identidade cultural teuto-brasileira.

O estudo tem por objetivo investigar se as associações desportivas também se constituíram enquanto espaço de representação da identidade cultural dos teuto-brasileiros. Para tanto, buscou-se identificar as possíveis representações que expressavam esta identidade cultural.

A bibliografia consultada e as fontes documentais foram submetidas à análise documental. Outro suporte da pesquisa consistiu na coleta de sete depoimentos orais de ex-atletas das associações desportivas de Porto Alegre, com idades entre 76 anos e 84 anos, que são identificados no decorrer do estudo pelas letras do alfabeto (A, B, C, D, E, F, G). As entrevistas gravadas e transcritas (1) foram submetidas à análise temática de conteúdo e confrontadas com as informações obtidas nas fontes documentais.

**PORTO ALEGRE: “CIDADE DOS ALEMÃES” (27)**

O primeiro grupo de imigrantes alemães chegou ao Brasil no ano de 1824. A cidade de Porto Alegre, localizada no extremo sul do país, acolheu um número expressivo destes imigrantes (25). Seguindo a trajetória dos primeiros imigrantes alemães, chegou a Porto Alegre a segunda onda migratória alemã oriunda de diversas camadas sociais e de diferentes profissões nos anos de 1851 e 1852. Neste grupo estavam presentes oficiais e soldados prussianos, que participaram das revoluções liberais na Europa, contratados como lanceiros pelo governo imperial do Brasil para integrarem o exército brasileiro na guerra contra a Argentina em 1851. Eram chamados de *brummers* (contestadores), em razão do alto grau de escolaridade e por expressarem suas idéias políticas, econômicas e sociais sobre o Brasil (37; entrevistado “E”). Após o retorno da guerra, os *brummers* se instalaram nas regiões onde já residiam teuto-brasileiros, colaborando para o desenvolvimento econômico e social das cidades.

O fortalecimento sócio-econômico dos teuto-brasileiros, que se tornaram pequenos proprietários rurais, transformou Porto Alegre em um núcleo exportador de produtos para o centro do país no final do século XIX (14). Contudo, sua atuação ficou limitada ao campo econômico e social, pois as autoridades brasileiras impuseram obstáculos à ocupação de cargos políticos pelos teuto-brasileiros ao determinar que o poder político fosse restrito aos brasileiros católicos (30). A vinculação com a religião luterana, o escasso domínio da língua portuguesa e a dificuldade para a nacionalização foram fatores que retardaram a ocupação do campo político pelos teuto-brasileiros.

De acordo com Tramontini (38), a tentativa de conquistar espaço para a participação na vida política local foi o principal fator que motivou a afirmação da identidade pelos teuto-brasileiros, já que isto fora negado no período inicial da colonização. Esta afirmação contestou estudos anteriores (28, 32) que atribuíam ao isolamento dos teuto-brasileiros na nova Pátria a necessidade de preservação da sua cultura. A possibilidade de atuação política dos teuto-brasileiros somente foi alargada com a Proclamação da República em 1889, quando o governo brasileiro começou a promover a nacionalização dos imigrantes. Ao mesmo tempo em que reivindicavam mais parti-

cipação política (24), os teuto-brasileiros exerciam influência administrativa em estabelecimentos comerciais, industriais, bancos, companhias de teatro, escolas, associações culturais e associações desportivas (32). A presença marcante deste grupo na espacialização social da cidade conjugava “elementos comportamentais, expressividades físico-corporais, recursos lingüístico-discursivos e referências simbólicas e culturais como forma de atribuição de significado e sentido de lugar às suas condições identitárias” (33, p. 421). Estas formas de representação da cultura de origem dos teuto-brasileiros foram evidenciadas nas primeiras associações desportivas fundadas em Porto Alegre.

**A ORGANIZAÇÃO DAS PRIMEIRAS ASSOCIAÇÕES DESPORTIVAS EM PORTO ALEGRE E AS REPRESENTAÇÕES DA IDENTIDADE TEUTO-BRASILEIRA**

Na organização das primeiras associações desportivas em Porto Alegre observaram-se os seguintes aspectos que se constituíram ou foram apropriados enquanto representações da identidade cultural teuto-brasileira: fundadores das associações com nomes e sobrenomes alemães, permanência dos dirigentes nos cargos administrativos, ingresso nas associações desportivas, predominância do idioma alemão nas associações, adoção de símbolos e exaltação dos heróis alemães, contratação de instrutores alemães, incentivo a prática de atividades desportivas, participação das mulheres e crianças nas atividades desportivas e promoção de eventos desportivos. A seguir procura-se caracterizar estas representações.

**Fundadores das associações: nomes e sobrenomes alemães**

Os nomes e sobrenomes em idioma alemão são constatados na maioria dos fundadores das primeiras associações desportivas em Porto Alegre. Por exemplo, o grupo pioneiro do *Ruder Club* era Alfred Schuett, Igwersen, Julio Issler Jor, John Day, Luiz Koehler e Schwerin e Alberto Bins. Desde sua fundação, todos os cargos da diretoria da *Turnerbund* também foram ocupados por teuto-brasileiros, como pode ser constatado na listagem da diretoria relacionada por Daudt (9). Na relação dos sócios veteranos e dos benfeitores da *Turnerbund* no período de 1883 a 1911, foram observados apenas sobrenomes teuto-brasileiros.

## PERMANÊNCIA DOS DIRIGENTES NOS CARGOS ADMINISTRATIVOS

A permanência dos dirigentes e funcionários teuto-brasileiros por longo tempo nos cargos foi evidenciada em várias associações. O cargo de presidente da *Turnerbund* foi ocupado durante 30 anos por Jacob Aloys Friederichs. Em algumas gestões revezou com outros dirigentes a presidência da sociedade, mesmo assim, continuou exercendo influência através de suas idéias em busca da maior eugenia da raça brasileira. Em virtude dos vários anos de dedicação aos ideais da sociedade, Aloys Friederichs recebeu o título de presidente honorário em 1/12/1923 (9).

Outros cargos, especialmente de vice-presidente e tesoureiro do *Turnerbund*, foram ocupados durante anos por teuto-brasileiros bem sucedidos no comércio e indústria porto-alegrense. Quanto aos instrutores e funcionários, um exemplo foi a permanência do mestre de ginástica Georg Black Sen durante 32 anos na *Turnerbund* (9). Do mesmo modo, o instrutor John Poist administrou o Basenho e ministrou aulas de natação para os associados da *Turnerbund* durante dez anos. Também foi longa a permanência do diretor do Campo Desportivo São João da *Turnerbund*, que desempenhou a função durante 30 anos.

### Ingresso nas associações desportivas

As exigências estabelecidas para o ingresso nas associações teuto-brasileiras eram influenciadas pelos critérios de nacionalidade alemã (35). Para associar-se era necessário ser imigrante alemão ou teuto-brasileiro e pertencer à elite teuto-brasileira. As associações desportivas eram reconhecidas enquanto espaços da elite, cuja finalidade era tornar visível o lastro econômico, social e político do grupo, além da matriz cultural. O entrevistado “E” referiu que freqüentava uma associação de remo, na qual a maioria dos sócios era teuto-brasileira. Já o entrevistado “G”, que participava desta mesma associação, procurou negar esta evidência dizendo: “não, não tinha tantos alemães assim. Já tinha mais brasileiros, bastante brasileiros”. Porém, no decorrer do relato comentou que os atletas destacados da associação de remo “eram alemães ou descendentes que vieram dos fundadores e ficaram todos lá, com sobrenome alemão”. Ao mesmo tempo em que confirmam a presença maciça de teuto-brasileiros, as falas excluem a con-

tribuição daqueles identificados como brasileiros, conforme ilustra o depoimento do entrevistado “B”: “não era do brasileiro o esporte, a não ser o futebol, que é outra conversa, mas, o brasileiro, o brasileiro (alterou a entonação da voz), ele não tinha interesse em freqüentar o clube porque ele não dava valor ao esporte”. Quando questionado sobre quem eram os brasileiros ele esclareceu como sendo os portugueses e seus descendentes. Declarou que os jovens da elite luso-brasileira circulavam “nos hipódromos para assistir as provas de turfe, no entanto eram poucos que praticavam”. Os teuto-brasileiros produziram uma identificação com as práticas desportivas, como pode ser observado no depoimento do entrevistado “B”: “nos desportos predominava a influência do estrangeiro e não do francês, esse não tinha expressão; americano quase que nenhuma, então isso, foi o início”. O termo “estrangeiro” é empregado pelo entrevistado para identificar os teuto-brasileiros em relação aos “nacionais”, provavelmente os portugueses e demais grupos culturais. Este depoimento remete para a relação de alteridade na construção da identidade, pois pressupõe “os de dentro”, os nacionais e “os de fora”, os estrangeiros.

### Predominância do idioma alemão nas associações

O alemão era o idioma oficial na redação dos estatutos, das atas e demais documentos das associações teuto-brasileiras (17, 26). As atas de fundação da *Turnerbund* e do *Ruder Club* foram redigidas em alemão (21), assim como a ata de fundação do Grêmio Náutico União: “o União é um clube que foi criado por descendentes de alemão e que até as atas eram feitas em alemão. Mas que isto não era exclusividade do União, era geral.” (entrevistado “A”). O idioma também era empregado pelos instrutores nas aulas de ginástica e no treinamento dos desportos, além de ser falado no cotidiano das associações pelos sócios, conforme mostram os depoimentos. O entrevistado “A” comentou que na SOGIPA “se falava muito mais o alemão do que o português”, pois havia um vínculo cultural desta sociedade com “os alemães desde sua fundação e até hoje mantém alguma coisa”. Damo (8, p. 46) afirmou que as associações cultuavam, “além das práticas desportivas, certos traços identitários entre os quais a língua de origem de seus sócios-fundadores”. Até mesmo nas

solenidades públicas os teuto-brasileiros empregavam o idioma alemão, como se percebeu no pronunciamento do “senhor Munssen, falando em língua alemã, e brindando as tripulações vencedoras” na cerimônia de entrega dos prêmios pelos membros do Comitê de Regatas (3, p. 48). Todavia, a análise do pronunciamento de outro membro do Comitê evidenciou a possibilidade de conflito de identidades culturais na própria comunidade teuto-brasileira. Em sua manifestação pública, “o Sr. Sattler, com dicção correta e fluente, proferiu um breve discurso em língua portuguesa agradecendo às autoridades e à imprensa” (3, p. 48). Esta fala do dirigente teuto-brasileiro em língua portuguesa denotava certo distanciamento da sua matriz cultural, enquanto que a fala em idioma alemão do outro dirigente expressava o forte vínculo deste teuto-brasileiro com a pátria de origem. Estas representações culturais, manifestadas através dos diferentes discursos, explicitavam o conflito de identidades culturais na própria comunidade.

#### **Adoção de símbolos e exaltação dos heróis alemães**

A camiseta usada pelos ginastas da *Turnerbund* exibia símbolos que identificavam a pátria de origem. Neste uniforme havia a inscrição dos quatro “efes” posicionados no formato quadrangular: *frish, fromm, frölink e frei*, que significavam, respectivamente: saudável, devoto, alegre e livre (7). O entrevistado “H” explicou que os “efes” também eram encontrados em todas as bandeiras desportivas da Alemanha. Em Porto Alegre a bandeira da *Turnerbund* reproduziu o símbolo dos “efes”, além da simbologia da insígnia com as datas históricas do *turnen* (2). A bandeira ficava posicionada na sala de ginástica para ser reverenciada pelos ginastas durante as sessões de ginástica, que eram precedidas de *turnliedertaffel* (cantos em alemão), entoados pelos alunos antes da realização dos exercícios. O entrevistado “H” lembrou que nestas sessões os alunos também cantavam depois que realizavam os exercícios de ginástica de aparelhos. A sessão era encerrada quando “os ginastas entravam em forma e pronunciavam a saudação: *Gut Heil* (boa saúde)”, disse o entrevistado “H”. Outras simbologias, que sugeriam a identificação com as correntes nacionalistas na Alemanha, eram apresentadas pelas sociedades de ginástica na abertura dos *Gauturnfeste* (Festivais de Ginástica). As festividades

iniciavam com os desfiles dos atletas ostentando nos seus estandartes as cores da bandeira do Império Alemão e entoando canções e hinos em idioma alemão. De acordo com Hobsbawm (16), as bandeiras, os hinos e as medalhas são tradições inventadas pelos governos para construir a nação e unificar a população em torno desta idéia. As festividades das sociedades de ginástica eram “comemorações em honra de Jahn, com várias competições atléticas, jogos olímpicos, demonstrações nos vários aparelhos, exercícios físicos, etc.” (9, p. 15). Estas tradições inventadas (16) tinham a finalidade de unificar a comunidade teuto-brasileira em torno da sua cultura de origem. Outra estratégia de afirmação pública da identidade cultural era a exaltação da memória dos heróis nacionais alemães. Foi erigida uma coluna com o busto de Bismarck, herói da unificação alemã, em frente à *Musterreiter* (Sociedade de Atiradores) em Porto Alegre no final do século XIX.

Provavelmente, a construção da escultura em Porto Alegre foi influenciada pelas homenagens realizadas em 470 municípios alemães, que construíram colunas com o busto de Bismarck, um ano após a sua morte em 1898 (16). Já os associados da *Turnerbund* cultuavam especialmente a memória de Jahn, idealizador de uma Alemanha unida e criador do movimento dos ginastas. Prestaram uma homenagem ao construir uma coluna com o busto de Jahn em frente à sede da sociedade. Conforme o entrevistado “H”, isto não era uma exclusividade desta associação, pois “toda a sociedade tinha um busto de Jahn”. Esta representação simbólica da *Turnerbund* aos heróis nacionais alemães serviu de referência para as 15 sociedades de ginástica fundadas pelos teuto-brasileiros até o final do século XIX no Rio Grande do Sul (39).

#### **Contratação de instrutores alemães**

A contratação de instrutores de remo e de ginástica provenientes da Alemanha, que somente se comunicavam em idioma alemão, mantinha latente a relação com a pátria de origem. O intercâmbio era incrementado pela visita periódica dos instrutores de ginástica, contratados pelo *Turnlehrer aus Deutschland* (39) para ministrar aulas e, também, para fazer exibições nas competições. Os primeiros instrutores da *Turnerbund* foram E. Gottfriedsen e seus assistentes

E. Martens Junior e A. Weiss (1867-1875), depois assumiu Henrique Englert (1876 a 1884) e, logo após, Aloys Friderihs (1885) (10). No ano de 1906 a função de instrutor de ginástica foi assumida pelo imigrante alemão Georg Black Sen que, além de ter estudado no *Kgl-bayerischen Zentral-turnlehrerbildung-sanstalt* na Alemanha, ainda realizou o curso para a formação de instrutores de ginástica na *Turnerbund* (31). Georg Black era conhecido no meio desportivo pelo seu desempenho enquanto ginasta e, também, por ser instrutor de vários desportos na *Turnerbund*. A presença dos instrutores alemães reforçava a identificação das associações com a cultura alemã: “a *Turnerbund* começou como clube de alemães” (entrevistado “F”). Já o entrevistado “G” afirmou: “era tudo descendente de alemão na *Turnerbund*”.

#### Incentivo à prática de atividades desportivas

As atividades desportivas desempenharam um papel fundamental na produção e preservação da identidade dos teuto-brasileiros. Segundo MacClancy's (23) o desporto, freqüentemente, atua enquanto meio para a afirmação de identidade de classes, de grupos étnicos, ou como representação de uma comunidade. A ginástica foi a primeira atividade desenvolvida na *Turnerbund*, constituindo-se em um aspecto de diferenciação cultural dos teuto-brasileiros. Era um dos componentes do *turnen*, que também envolvia jogos, caminhadas, teatro e coral (30). Embora a ginástica fosse uma herança alemã, não tinha a conotação guerreira e ideológica da proposta de seu idealizador Jahn na segunda metade do século XIX. A ginástica alemã se enquadrou nos ideais da cultura do corpo, voltando-se para a busca da saúde corporal e, mais tarde, para a beleza física. Para os demais grupos culturais, a ginástica não tinha a mesma importância atribuída pelos teuto-brasileiros, como se percebe no depoimento: “o esporte e a ginástica eram praticados pelos alemães, austríacos, italianos, mas ingleses muito poucos” (Entrevistado B). Para este entrevistado: “o brasileiro nato não era dado à ginástica, não era dado à ginástica”. Outro depoimento confirma a valorização da ginástica e dos desportos: “o alemão sempre foi muito ligado ao espírito associativo e os alemães faziam muita cultura física ao ar livre e esses grupos foram se formando em alguns esportes” (entrevistado “E”). A *Turnerbund* também se

destacou pela introdução de várias modalidades desportivas (18; entrevistado “G” e “B”), sendo identificada enquanto um “viveiro de campeões e campeãs riograndenses” (32, p. 645).

#### Participação das mulheres e crianças nas atividades desportivas

A participação expressiva das teuto-brasileiras nas diversas atividades das associações era um traço cultural distintivo destas mulheres em relação às brasileiras. Elas começaram a praticar ginástica desde o início do século XX na *Turnerbund*, sob a orientação de instrutoras que fizeram o curso para a formação de mestres de ginástica, em 1904, na própria sociedade. As quatro mulheres que obtiveram o título de mestres de ginástica fundaram o Departamento Feminino de Ginástica da *Turnerbund*, que funcionava de forma autônoma, com diretoria própria formada apenas por mulheres (3). As associações desportivas teuto-brasileiras também foram responsáveis pelo pioneirismo das mulheres nas competições desportivas. Elas tiveram a oportunidade de disputar provas de atletismo nas competições realizadas durante a comemoração do Centenário da Imigração Alemã em 1924 (9). Além das mulheres, a participação de crianças em atividades desportivas era uma característica cultural marcante dos teuto-brasileiros. Há registro da primeira competição de ginástica para crianças, a qual foi realizada em 7/9/1899 no campo da Sociedade de Ciclismo Blitz (3).

#### Promoção de eventos desportivos

A primeira competição de ginástica registrada ocorreu em 18/04/1896, no atual Parque Moinhos de Vento. Além da premiação aos atletas que obtinham os melhores resultados nas competições, a Federação também distribuiu diplomas aos atletas que se destacavam pela disciplina, postura corporal e marcha. Esses critérios de avaliação dos competidores reforçavam a prática da ginástica enquanto elemento fundamental da educação teuto-brasileira. As pequenas competições de ginástica realizadas apenas em Porto Alegre evoluíram para os *Gauturnfeste* (Festivais de Ginástica) envolvendo as sociedades do interior do Estado. Assim, a abertura dos festivais tornou-se mais prestigiada pela comunidade teuto-brasileira, que também acompanhava as disputas realizadas em diferentes desportos. Segundo Daudt (10), os festi-

vais contavam com a participação de aproximadamente 1.000 atletas prestigiados pelo público com cerca de dez mil pessoas. O entrevistado “D” lembrou dos festivais: “eram realizados nos campos de futebol que ficava minado de gente, era desfile, então praticavam tudo que era tipo de esporte”. Na mesma perspectiva dos festivais de ginástica, mas reunindo um grupo menor de participantes, era realizada a *Schützenfest* (Festa dos Atiradores) pelas *Schützenhalte* (Sociedades de Atiradores), que promoviam durante um dia o encontro dos seus associados para a disputa de provas de tiro, de danças, entre outras atividades sociais. As Festas dos Atiradores e dos ginastas eram comemorações anuais previstas nos estatutos das sociedades teuto-brasileiras. Outras competições desportivas davam maior visibilidade aos teuto-brasileiros diante da sociedade porto-alegrense. Em 03/06/1894, o Comitê de Regatas realizou a primeira regata oficial, totalizando um percurso de 1.800 metros, que foi considerada uma “grande novidade para o povo pôrto-alegrense” (17, p. 157). Alguns anos depois, em 1897, a Liga de Natação, também promoveu a primeira competição de natação em longa distância. Neste mesmo ano, a *Rodforvier Verein Blitz* (Sociedade Ciclística Blitz) realizou sua primeira corrida ciclística nas ruas de Porto Alegre, pois ainda não tinha velódromo (22). Em 1898, após a conclusão do velódromo, a *Blitz* promoveu a primeira corrida ciclística em pista oficial em Porto Alegre. Provavelmente foi esta competição que estimulou a fundação de uma nova associação de ciclistas, constituída em sua maioria por teuto-brasileiros, chamada União Velocipédica, em 1899 (20).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As associações desportivas, com base na pesquisa documental e nos depoimentos orais, se constituíram enquanto espaço de representação da identidade cultural dos teuto-brasileiros em Porto Alegre na segunda metade do século XIX. Foi possível constatar que os teuto-brasileiros fundaram suas associações, não apenas para a prática de atividades desportivas, mas também, para configurar mais um espaço de expressão do sentimento de pertencimento ao grupo. Ao mesmo tempo em que organizavam associações desportivas para demarcar seus limites culturais, apropriavam-se das práticas culturais desportivas para a afirmação de sua identidade.

A partir da análise das fontes documentais foram extraídas as categorias que permitiram identificar quais as representações que foram escolhidas pelos teuto-brasileiros para a construção da sua identidade. A produção, a manutenção e a recomposição da identidade teuto-brasileira nas associações desportivas foram observadas através de diferentes formas de representações. Inicialmente, destaca-se o fato de que não apenas os fundadores das associações desportivas, mas também, os dirigentes e funcionários possuem nomes e sobrenomes alemães. Salienta-se, que este grupo mantinha-se por longos anos à frente dos cargos administrativos. Com exceção dos funcionários, todos os demais pertenciam à elite sócio-econômica porto-alegrense.

Outro meio de sustentar os traços culturais das associações desportivas era a exigência de critérios impostos pelos dirigentes para o ingresso de novos membros associados. Constatou-se com vistas nos estatutos, redigidos em idioma alemão, que um dos pré-requisitos para tornar-se sócio era ser imigrante alemão ou seu descendente (teuto-brasileiro). Os teuto-brasileiros reforçavam sua identidade através do uso predominante do idioma alemão no cotidiano das associações. Alguns teuto-brasileiros até procuravam comunicar-se em língua portuguesa, mas mantinham costumes oriundos de sua matriz cultural. Desta forma, asseguravam sua estabilidade sócio-cultural.

Outra significativa representação da identidade teuto-brasileira nas associações desportivas foi a prática da ginástica. Homens, mulheres e crianças eram incentivados a participar das sessões semanais, pois a ginástica representava muito mais que uma atividade físico-desportiva; era um elemento da cultura desportiva teuto-brasileira. Através da prática da ginástica, buscava-se a promoção da saúde, a formação moral e a preparação para o trabalho. Os depoimentos reafirmaram que a prática da ginástica fazia parte do modo de ser teuto-brasileiro. A própria análise do processo de construção de identidades no âmbito do associativismo desportivo sugere que: “ser um teuto-brasileiro implicava em ser um desportista; enquanto que ser brasileiro significava ser um não-desportista”. Frequentemente, as associações recebiam a visita de instrutores de ginástica da Alemanha para perpetuar esta cultura desportiva.

Este grupo de instrutores foi o grande responsável pela formação dos primeiros mestres de ginástica teuto-brasileiros, que mantiveram acesa por décadas sua identidade cultural nas associações.

Para além das atividades realizadas no espaço privado das associações desportivas, os teuto-brasileiros promoviam festivais de ginástica, festas dos atiradores e competições em espaços abertos à comunidade porto-alegrense para a exibição da sua identidade cultural. Estes eventos tinham o intuito de congregarem as associações desportivas teuto-brasileiras e também serviam para exercer influência à preservação dos costumes. Garantir a participação e a lealdade dos sócios por diferentes meios era fundamental para a manutenção desta identidade.

A articulação desta rede passava pela adoção de normas, comportamentos e um amplo repertório de símbolos que possibilitavam uma identificação com a pátria de origem. O símbolo dos “quatro efes”, bordados nas camisetas dos ginastas, e os monumentos de heróis alemães postados à frente das associações desportivas eram exemplos de exaltação da identidade teuto-brasileira.

Por fim, cabe ressaltar que, até ao final do século XIX, as associações desportivas em Porto Alegre foram organizadas maioritariamente pelos teuto-brasileiros. Todavia, isto não exclui a significativa contribuição de outros grupos culturais na emergência do associativismo desportivo em Porto Alegre.

#### **CORRESPONDÊNCIA**

Janice Mazo  
Avenida Lucas de Oliveira n. 2507/402  
Bairro Petrópolis  
90.460-001 Porto Alegre/RS  
Brasil  
*janmazo@terra.com.br*

## REFERÊNCIAS

1. Alberti, V. (1989). *História Oral: a experiência do Centro de Pesquisa e Documentação*. Rio de Janeiro: FGV/CPDOC.
2. Accioly, A.; Marinho, I. (1956). *História e organização da educação física e dos desportos: história geral da educação física*. V. 1, Rio de Janeiro.
3. Amaro Jr. (org.). (1942). *Almanaque Esportivo do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Tipografia Esperança, 1º ano.
4. Brandão, C. (1986). *Identidade e etnia: construção da pessoa e identidade cultural*. São Paulo: Brasiliense.
5. Bobbio, N.; Matteucci, N. & Pasquino, G. (orgs.) (1994). *Dicionário de Política*. 6ª ed. Brasília: Editora da UnB, v. 1 e v. 2.
6. Chartier, R. (1998). *Au bord de la falaise: l'histoire entre certitudes et inquiétude*. Paris: Albin Michel S.A., 178.
7. Chartier, R. (2002). *A história cultural - entre práticas e representações*. 2ª ed. Lisboa: DIFEL/Bertrand.
8. Damo, A. (1998). Para o que der e vier: o pertencimento clubístico no futebol brasileiro a partir do Grêmio Football Porto Alegrense e seus torcedores. Dissertação de Mestrado. Antropologia Social, UFRGS. Porto Alegre.
9. Daudt, J. (redator). (1942). *Álbum-Revista Comemorativo ao 75º aniversário da Sociedade Ginástica Porto Alegre, 1867*. Porto Alegre: SOGIPA.
10. Daudt, J. (1952). *Brasileiros de cabelos loiros e olhos azuis*. Porto Alegre: Catos.
11. Franco, A.; Silva, M.; Schidrowitz, J. (orgs.). (1940). *Porto Alegre: biografia duma cidade*. Porto Alegre: Tipografia do Centro. Livro Comemorativo do Bicentário da Fundação da Cidade.
12. Franco, S. (1998). *Porto Alegre Guia Histórico*. 3ª ed. Porto Alegre: UFRGS.
13. Franco, S. (2000). *Gente e espaços de Porto Alegre*. Porto Alegre: UFRGS.
14. Gans, M. (1996). Presença teuta em Porto Alegre no século XIX (1850-1889). PPGH/UFRGS. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre.
15. GPA. (1938). *Revista Comemorativa ao 50º aniversário do Club de Regatas Guahyba-Porto Alegre*. Club de Regatas Guahyba-Porto Alegre.
16. Hobsbawm, E.; Ranger, T. (orgs.) (1984). *A invenção das tradições*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
17. Hofmeister, C. (1978). *Pequena história do remo gaúcho*. Porto Alegre: CORAG.
18. Hofmeister Filho, C. (1987). *SOGIPA. Doze décadas de história*. Porto Alegre:
19. Le Goff, J. (1994). *História e Memória*. 3ª ed. Campinas: Editora da UNICAMP.
20. Lemos, A.; Carvalho, E. (orgs.) (1919). *Álbum d'O Rio Grande do Sul Sportivo*. Porto Alegre: Livraria do Globo.
21. Licht, H. (1986). *O Remo através dos tempos*. Porto Alegre: CORAG.
22. Licht, H. (2003). *Ciclismo no Rio Grande do Sul 1869-1905*. Porto Alegre: Centro de Memória da Escola de Educação Física da UFRGS.
23. Macclancy, J. (1996). Sport, Identity and Ethnicity. In: Macclancy, J (ed.). *Sport, Identity and Ethnicity*. Oxford: Berg, 1-20.
24. Magalhães, M. (1998). *Pangermanismo e nazismo: a trajetória alemã rumo ao Brasil*. Campinas: Editora da UNICAMP.
25. Müller, T. (1984). *Colônia alemã, 160 anos de história*. São Leopoldo: Rotermond.
26. Oliveira, P. (1987). A imigração alemã e a introdução do punhobol no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. PPGCMH/UFSM. Santa Maria.
27. Pesavento, S. (1994). De como os alemães se tornaram gaúchos pelo caminho da modernização. In: Mauch, C.; Vasconcellos, N. (orgs.) *Os alemães no sul do Brasil*. Canoas: Editora da ULBRA, 199-220.
28. Rambo, B. (1956). A imigração alemã. In *Enciclopédia Rio-grandense. O Rio Grande Antigo*. Canoas: Editora Regional Ltda, v. 1.
29. Rambo, A. (1998). O associativismo teuto-brasileiro e os primórdios do cooperativismo no Brasil. *Perspectiva Econômica* v. 23, n. 62, jul/dez. São Leopoldo.
30. Ramos, E. (2000). O teatro da sociabilidade: um estudo dos clubes sociais como espaços de representações das elites urbanas alemãs e teuto-brasileiras em São Leopoldo 1850/1930. Tese de Doutorado. PPGH/UFRGS. Porto Alegre.
31. Rive, M. (coord.). (1967). *SOGIPA 1867-1967 - primeiro centenário*. Porto Alegre.
32. Roche, J. (1969). *A colonização alemã e o Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Globo.
33. Santos, B. (2002). *A Globalização e as ciências sociais*. São Paulo: Cortez.
34. Seyferth, G. (1982). *Nacionalismo e identidade étnica. A ideologia germanista e o grupo teuto-brasileiro numa comunidade no vale do Itajaí*. Florianópolis: FCC.
35. Seyferth, G. (1990). *Imigração e cultura no Brasil*. Brasília: Editora da UnB.
36. Silva, H. (1997). *SOGIPA: uma trajetória de 130 anos*. Porto Alegre: Pallotti.
37. Tesche, L. (1996). *A prática do turnen entre os imigrantes alemães e seus descendentes no RS: 1867-1942*. Ijuí: Editora da UNIJUÍ.
38. Tramontini, M. (1998). A colônia de São Leopoldo. A organização social dos imigrantes na fase pioneira. Tese de Doutorado. PPGH/PUCRS. Porto Alegre.
39. Wieser, L. (1990). *Deutsches Turnen in Brasilien: deutsche auswanderung und die entwicklung des deutsch-brasilianischen turnwesens bis zum jahre 1917*. Londres: Arena Publication.

## Entrevistas com ex-atasletas

- Antonio Barros Soares (remo). Realizada em 23/09/2002.
- Anton Karl Biederman (natação, remo). Realizada em 26/09/2002.
- Arnold Tesche (ginástica olímpica). Realizada em 05/11/2002.
- Erich Seewald (ginástica olímpica). Realizada em 25/10/2000.
- Henrique Licht (remo). Realizada em 19/08/2002.
- Ilse Süffert Doormann (salto em distância, corrida, voleibol). Realizada em 16/08/2002.
- Liseloth Barth (corrida com barreira). Realizada em 30/08/2002.



ARTIGOS DE  
REVISÃO

[REVIEWS]



# Glicocorticóides e síndrome metabólica: aspectos favoráveis do exercício físico nesta patofisiologia

J. Rodrigo Pauli  
Luciana Souza  
Gustavo Rogatto  
Ricardo Gomes  
Eliete Luciano

Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Ciências Médicas  
Laboratório de Sinalização Celular  
Campinas, Brasil

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.217>

## RESUMO

A síndrome metabólica tem diversas similaridades com a síndrome de Cushing (intolerância à glicose, resistência à insulina, hipertensão, dislipidemia, obesidade central), sugerindo que anormalidades no metabolismo dos glicocorticóides estão associadas com a síndrome metabólica. Por outro lado, a prática regular de atividade física tem sido recomendada para a prevenção e a reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônico-degenerativas. Estudos epidemiológicos têm demonstrado relação direta entre inatividade física e presença de múltiplos fatores de risco como os encontrados na síndrome metabólica. Os efeitos benéficos do exercício físico têm sido demonstrados na prevenção e no tratamento da hipertensão arterial, na resistência à insulina, no diabetes, na dislipidemia e na obesidade. Nesse contexto, esta revisão tem o intuito de discutir os efeitos metabólicos dos glicocorticóides e a associação da ação destes esteróides com as características da síndrome metabólica. Além disso, vamos explorar os mecanismos pelos quais a atividade física pode favorecer o metabolismo dos usuários de glicocorticóides.

*Palavras-chave:* glicocorticóides, síndrome metabólica, exercício físico.

## ABSTRACT

*Metabolic syndrome and glucocorticoid: Favorable aspects of physical exercise on this pathophysiology.*

*The metabolic syndrome has several similarities with Cushing's syndrome (impaired glucose tolerance, insulin resistance, hypertension, dyslipidemia, central obesity) suggesting that abnormalities in the glucocorticoid metabolism have a link with the metabolic syndrome. On the other hand, regular physical activity provides several health benefits helping in prevention and rehabilitation of cardiovascular and other chronic diseases. Epidemiological studies have been demonstrating a direct relationship between physical inactivity and the multiple risk factors such as those found in the metabolic syndrome. Otherwise, it has been demonstrated the physical exercise benefit to prevent and treat arterial hypertension, insulin resistance, diabetes, dislipidemy, and obesity. This review will discuss the metabolic effects in the context of glucocorticoid metabolism and establish the association of glucocorticoid action with the features of the metabolic syndrome, specially obesity and insulin resistance. Moreover, we will explore how physical activity promotes favorable physiologic adaptations improving quality of life in the abnormalities metabolic association with the excess of glucocorticoid.*

*Keys Words:* glucocorticoid, metabolic syndrome and physical exercise.

## INTRODUÇÃO

O uso de glicocorticóides (GCs) ocorre com frequência na população, sendo uma das drogas mais prescritas e utilizadas em todo mundo, em várias condições clínicas (1). Constituem indicação absoluta e permanente nos pacientes com insuficiência adrenal, quando utilizam doses de reposição para restabelecer a homeostase do organismo. Na maioria dos casos, eles são usados em crise de asma brônquica, como anti-inflamatórios, sendo necessárias doses suprafisiológicas, o que promove o aparecimento de muitos efeitos adversos como, por exemplo, atrofia muscular, osteoporose, supressão do sistema imunológico e funcional do eixo hipotálamo-hipófise-adrenais (2, 3, 4).

O excesso de GCs tem sido também associado com a síndrome metabólica. Na síndrome de Cushing, o aumento na secreção de GCs devido a um adenoma pituitário conduz a obesidade central, hipertensão, hiperlipidemia e intolerância à glicose, um grupo de anormalidades relacionadas com a síndrome metabólica (5). Além disso, a administração clínica destes esteróides no tratamento crônico e agudo de doenças inflamatórias tem sido associada com efeitos metabólicos adversos, tais como pressão sistólica elevada, níveis aumentados de lipídeos circulantes e resistência à insulina, como observado na síndrome metabólica (6).

Na tentativa de minimizar estes efeitos colaterais realizam-se terapias locais, intervalos na utilização da droga, suplementação com cálcio, vitamina D3, administram-se hormônio do crescimento e estrogênio em humanos (3) e, recentemente, tem sido usado oligonucleotídeo antisense para o receptor de glicocorticóide (GR) em animais (7), entre outras. Por outro lado, estudos com modelos de treinamento físico, no sentido de prevenção da resistência à insulina, bem como das desordens metabólicas, ou ainda, da redução dos possíveis efeitos catabólicos resultantes da administração de glicocorticóide são raros na literatura. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica para investigar a ação dos glicocorticóides sobre o metabolismo e a sua relação com a síndrome metabólica e, ainda, verificar a maneira pela qual o exercício físico pode atuar na prevenção e tratamento das anormalidades relacionadas ao uso de glicocorticóide.

## ASSOCIAÇÃO CLÍNICA ENTRE GLICOCORTICÓIDES E SÍNDROME METABÓLICA

O conceito de síndrome metabólica tem existido há pelo menos 80 anos (8). No entanto, nas últimas duas décadas, o aumento do número de pessoas com síndrome metabólica, distribuídas pelo mundo todo, tem ocupado espaço de destaque no cenário científico. Este aumento está associado com a epidemia global de obesidade e diabetes, e com elevado risco de doenças cardiovasculares associadas à síndrome metabólica (9).

A síndrome metabólica é também conhecida como síndrome X, síndrome da resistência à insulina, quarteto letal e síndrome plurimetabólica (10). Apesar das diferentes definições e critérios para classificá-la, entre os distúrbios metabólicos comumente presentes estão a intolerância à glicose, resistência à insulina, obesidade central, dislipidemia e hipertensão, todos bem documentados fatores de risco para doenças coronarianas (10).

Evidências clínicas têm demonstrado associação entre o metabolismo anormal de GC e a síndrome metabólica. Os níveis de cortisol plasmáticos aumentados, encontrados com o envelhecimento, estão relacionados com uma ou mais características da síndrome metabólica (11). Verificou-se que, tanto a razão da secreção, como as liberações periféricas de cortisol nesses pacientes foram positivamente correlacionadas com a pressão sanguínea sistólica, glicose e insulina de jejum. Outros estudos também reportaram correlação entre o aumento da atividade dos GCs e a redução da sensibilidade periférica à insulina, níveis elevados de glicose plasmática e hipertensão (12, 13, 14).

O padrão de deposição de gordura central da síndrome metabólica assemelha-se muito ao que ocorre na síndrome de Cushing, ou em indivíduos que foram administrados com glicocorticóide sintéticos, que apresentam ainda hipertensão arterial e intolerância à glicose. Evidências recentes não deixam dúvidas de que há um novo e importante mecanismo envolvido no controle da ação dos glicocorticóides, mediada principalmente pela regulação pré-receptor exercida pela 11-beta-hidroxiesteróide-desidrogenase (11 $\beta$ HSD) (7, 15).

Foi demonstrado que animais transgênicos deficientes da 11- $\beta$ -HSD1 apresentam perfil metabólico favo-

rável, com aumento do catabolismo lipídico, redução do nível intracelular de glicocorticóides, aumento da sensibilidade à insulina, HDL-colesterol e apo-AI, sugerindo um fenótipo protetor em relação ao processo aterosclerótico (15). Por outro lado, a administração de glicocorticóides ou a elevação de glicocorticóides endógeno promovem dislipidemia e resistência à insulina. Estes achados clínicos sugerem que a ação dos glicocorticóides tem papel importante na patofisiologia da síndrome metabólica.

### GLICOCORTICÓIDE, METABOLISMO E AÇÃO

O cortisol ou hidrocortisona como é conhecido, é o principal glicocorticóide endógeno. Este hormônio esteróide é produzido e secretado pela zona fasciculada das adrenais e está sob controle do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Seu nível circulante é regulado pela atividade do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, um circuito de *feedback* neuroendócrino que pode ser ativado por estímulos fisiológicos, tais como o estresse (16). A ação local dos glicocorticóides é dependente de seu metabolismo intracelular pela 11 $\beta$ HSD. 11 $\beta$ HSD1 ativa os glicocorticóides (cortisona para cortisol), enquanto 11 $\beta$ HSD2 inativa o hormônio. Estas duas isoenzimas são produtos de diferentes genes e têm distinta distribuição nos tecidos. A 11 $\beta$ -HSD1 é expressada primariamente no fígado, adipócitos, rim e cérebro, enquanto a 11 $\beta$ -HSD2 é expressada principalmente nos rins e glândulas salivares (17). Assim, a atividade destas enzimas desempenha papel importante nas ações fisiológicas dos GCs.

A cortisona apresenta-se no plasma de forma livre, no entanto, aproximadamente 6% do cortisol são carregados pela albumina e 90% se combinam reversivelmente a uma alfa-globulina, sintetizada no fígado denominada transcortina ou CBG (*corticosteroid-binding globulin*), funcionando como reserva (18). A CBG está presente em diversos tecidos e pode regular a ação do GC de maneira tecido específico. Por exemplo, níveis significativamente baixos de CBG no tecido adiposo de ratos Zucker contribuem para a resistência à insulina (19).

A ação dos glicocorticóides também é mediada pelo receptor de glicocorticóide (GR), um receptor nuclear que regula eventos fisiológicos diretamente, ativando ou inibindo genes alvos envolvidos na infla-

ção, gliconeogênese e diferenciação dos adipócitos (20). Na maioria dos casos, o efeito na transcrição é estimulador, levando ao acúmulo de RNAs mensageiros que codificam a síntese protéica. Sabe-se que efeitos inibitórios também ocorrem em genes que são regulados negativamente. Entretanto, alguns fatos permanecem obscuros na ação deste hormônio. Portanto, a ação dos GC nos tecidos alvos não é dependente somente da concentração de GC circulante e da expressão celular de GR, mas também do metabolismo intracelular tecido-específico de GC pela 11- $\beta$ -HSDs.

### EFEITOS METABÓLICOS DOS GLICOCORTICÓIDES

Os glicocorticóides são hormônios com ação antagonista à insulina. Exercem ação predominante sobre o metabolismo intermediário, com efeitos principalmente sobre os tecidos hepático, muscular e adiposo. Numa situação de estresse, os glicocorticóides (no homem, principalmente o cortisol, e na maioria dos roedores, a corticosterona) contribuem na mobilização de substratos energéticos, com a finalidade de recuperar os tecidos lesionados e promover a homeostase orgânica, já que ambos são hormônios catabólicos.

Diferente das ações fisiológicas (isto é reguladoras e metabólicas) dos glicocorticóides de secreção endógena, em altas concentrações como evidenciadas na síndrome de Cushing ou pela administração exógena de seus análogos sintéticos, induzem resistência à insulina e inúmeras desordens metabólicas ao organismo. As alterações metabólicas evidenciadas na obesidade em humanos, que têm relação importante com doenças do coração, incluindo hipertensão, resistência à insulina, diabetes tipo 2 e hiperlipidemia, características da síndrome metabólica, também são encontradas na síndrome de Cushing, quando esta é causada pelo aumento dos níveis circulantes de glicocorticóides (21). Observou-se também que a administração exógena de GCs aumenta os níveis séricos de insulina e triglicérides (22).

Os efeitos metabólicos dos GCs são mediados por diversos mecanismos que são fisiologicamente relevantes no desenvolvimento da resistência à insulina hepática e periférica, dislipidemia, obesidade e hiperglicemia. Suas ações em tecidos específicos contribuem para as anormalidades da síndrome metabólica.

No músculo esquelético, os glicocorticóides exercem efeitos catabólicos via aumento na proteólise (23), diminuição no transporte de aminoácidos para o interior do músculo (24), inibição da síntese de proteínas (25) e indução da miostatina, um conhecido fator regulador negativo da massa muscular (26). Elevada atividade GC no músculo esquelético pode inibir a via de sinalização da insulina por diversos mecanismos, incluindo inibição da translocação de GLUT4 para a membrana celular (27) e inibição da atividade da Lipoproteína Lipase (LPL) e, consequentemente, captação reduzida de triglicérides da circulação (28). Estas ações dos GCs na sinalização e regulação metabólica estão relacionadas com a quantidade de receptores de glicocorticóides nos tecidos sensíveis a insulina e com a disponibilidade de cortisol na forma ativa, que é convertido da cortisona pela enzima 11- $\beta$ -HSD1 nas células dos músculos esqueléticos (20). Estudos anteriores detectaram aumento no RNAm dos GR em biópsia de músculo esquelético de diabéticos do tipo 2, com uma subsequente diminuição na expressão de GR, correlacionada com melhora na sensibilidade à insulina nestes pacientes após tratamento intensivo (29). Estes resultados sugerem que a atividade anormal dos GR no músculo esquelético pode ter um significativo efeito na resistência à insulina observada no diabetes do tipo 2.

Os GCs exercem alterações importantes também no metabolismo hepático. Estes esteróides conduzem à elevação da glicemia, atuando na captação, consumo periférico e produção de glicose (30). Estimulam a gliconeogênese hepática a partir da liberação de ácidos graxos e glicerol dos adipócitos e de aminoácidos provenientes da inibição na síntese proteica periférica (31, 32). Especificamente, os GCs induzem a gliconeogênese hepática pela ativação dos receptores de glicocorticóides (GR) dessa via, que estimula a expressão da fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPCK) e glicose-6-fosfatase (G6Pase), enzimas chaves da cascata de gliconeogênese (33-34). Isto resulta em aumento da produção hepática de glicose e hiperglicemia.

Estes esteróides interferem no metabolismo das gorduras, favorecendo a lipólise com aumento de ácidos graxos no plasma, decorrente de estímulo de liberação do tecido adiposo, possivelmente por ação per-

missiva com outros hormônios, como as catecolaminas e o glucagon (35). Além disso, ativam a lipase hormônio sensível, uma enzima chave na lipólise, inibida pela insulina. No entanto, a secreção endógena ou administração de doses excessivas de glicocorticóides promovem aumento dos depósitos de gordura, principalmente na região abdominal (36).

Evidências acumuladas demonstram que a atividade enzimática da 11- $\beta$ -HSD1 tem papel importante na patogênese da obesidade visceral e da síndrome metabólica (37). Em modelos de obesidade em roedores (38) a 11- $\beta$ -HSD1 encontra-se diminuída no fígado e aumentada no tecido adiposo mesentérico. Além do mais, a reduzida sensibilidade à insulina em tecidos periféricos está associada aos efeitos antagonistas do GC na translocação dos transportadores de glicose dos compartimentos intracelulares da membrana plasmática (39). A compreensão dos mecanismos de ação dos glicocorticóides sobre o metabolismo envolve uma série de eventos moleculares com a participação da insulina. Variações nos níveis e/ou graus de fosforilação do IR, IRS-1 e IRS-2 e na atividade da PI 3-quinase foram observados em animais submetidos à administração exógena de glicocorticóides (40, 41). Similar mecanismo é responsável pela resistência à insulina no músculo esquelético (42), redução na captação de aminoácidos pelos adipócitos estimulada pela insulina (43), além do que o aumento da lipólise ou oxidação de gordura pode estar relacionado à resistência à insulina periférica induzida por GC (44).

O uso de glicocorticóides pode também alterar a funcionalidade da célula beta do pâncreas. Estudos demonstraram que os GCs têm efeito na secreção de insulina da célula beta em animais e alteram o pico deste hormônio no período pós-prandial em humanos (45-46).

Outros efeitos adicionais do excesso de glicocorticóides estão implicados na hipertensão, outra característica comum da síndrome metabólica. Os GCs têm ação agonista com receptores mineralocorticóides (MR), e a sua ativação provoca retenção de sal e elevação da pressão sanguínea. A expressão de ambas, 11- $\beta$ -HSD1 e 11- $\beta$ -HSD2, no rim sugere que a interconversão dos GCs inativo e ativo aconteça de maneira equilibrada. Assim, a ativação de MR pode ser controlada especificamente em cada tecido (47).

Contudo, o excesso de GC resultante do aumento da atividade da 11-β-HSD1 ou redução da 11-β-HSD2 conduz à ativação do MR e hipertensão. Além disso, a exposição aos glicocorticóides pode provocar alterações nos níveis circulantes de agentes vasodilatadores, como por exemplo, inibição da síntese de óxido nítrico (NO) (48-49). Como o NO liberado do endotélio exerce importante ação vasodilatadora sobre as artérias, a menor síntese desse vasodilatador, em resposta ao efeito inibitório da dexametasona na ativação da enzima óxido nítrico sintase (NOS), provocaria injúria sobre o endotélio e, conseqüentemente, alteração de fluxo sanguíneo, prejuízo na responsividade dos tecidos periféricos à insulina e alteração no metabolismo lipídico, con-

tribuindo para o aumento da pressão arterial (50). Este conjunto de dados fisiológicos sugere que os efeitos metabólicos dos glicocorticóides ocorrem em diferentes tecidos e o aumento da ação deles contribui para a etiologia da síndrome metabólica (51) (Figura 1). Satisfatoriamente por meio de estudos moleculares e genéticos, mais informações têm sido disponibilizadas para esclarecer, minuciosamente, a ação dos GCs sob tecidos específicos e sua relação com as características da síndrome metabólica. Diante dessa eminente relação entre glicocorticóides e anormalidades metabólicas, veremos a seguir a maneira pela qual o exercício físico pode auxiliar na homeostase do organismo frente a esta situação.

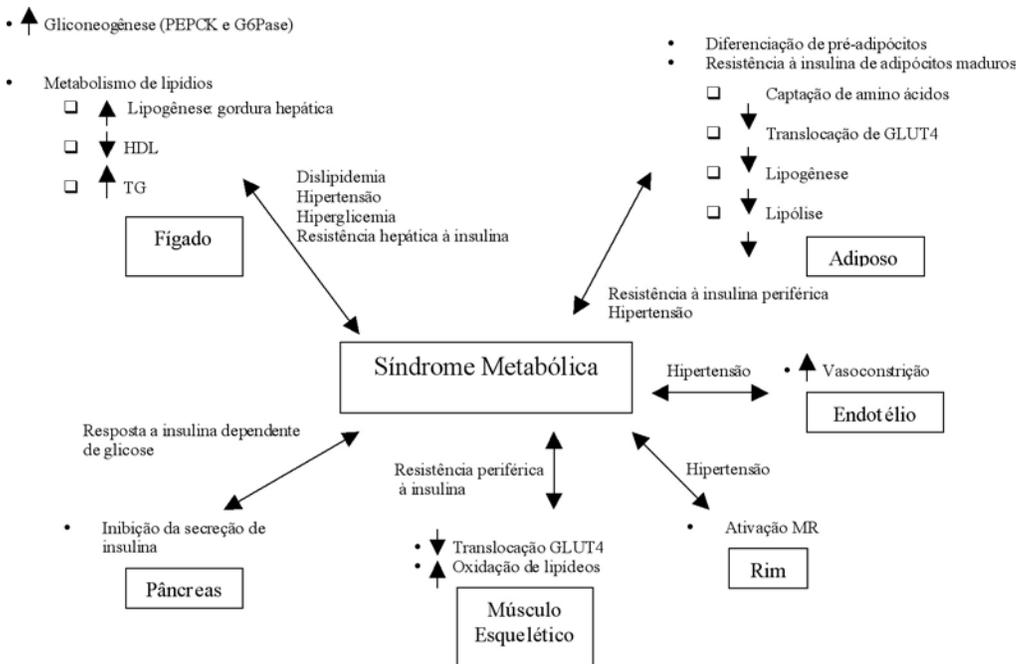


Figura 1. Relação entre os efeitos dos glicocorticóides e as características da síndrome metabólica. Os maiores efeitos nos diferentes tecidos são sumarizados e a associação fisiológica com a síndrome metabólica é apresentada. Adaptado de Wang Minghan (51).

### EXERCÍCIO FÍSICO E BENEFÍCIOS À SAÚDE

O exercício físico tem sido apontado por muitos autores como promotor de bem estar e saúde aos seus praticantes, promovendo melhora na aptidão funcional e contribuindo favoravelmente, com o sistema circulatório, respiratório, imunológico, entre outros, reduzindo os fatores deletérios relacionados ao sedentarismo (52,

53, 54). Admite-se atualmente que um estilo de vida fisicamente ativo é um fator de grande importância na redução de uma série de distúrbios, dentre os quais incluem-se os problemas cardíacos, alguns tipos de câncer, *diabetes mellitus*, obesidade, osteoporose entre outros. Os possíveis benefícios da realização de uma atividade física bem orientada, realizada de maneira

sistemizada, são muitos e estudos recentes enfatizam a importância de programas de exercícios em longo prazo no tratamento e prevenção das anormalidades metabólicas comuns da síndrome metabólica e de suas complicações (55, 56).

### MÚSCULO ESQUELÉTICO E METABOLISMO

O músculo esquelético representa a maior massa de tecido periférico, resumindo aproximadamente 40% da massa corporal total, e exerce papel primordial sobre o balanço energético. É responsável por mais de 30% do dispêndio de energia, e é o tecido primário na captação, disponibilidade e estoque de glicose estimulada por insulina. Além disso, o músculo exerce seu efeito no metabolismo via modulação de lipídios circulantes e de seus estoques. O catabolismo lipídico suprime mais de 70% do requerimento de energia para o músculo em repouso. No entanto, a necessidade de maior consumo de energia faz com que o exercício físico estimule a captação de glicose, melhore a sensibilidade à insulina após o esforço e promova a oxidação de ácidos graxos da circulação, provendo dessa maneira ATP para a musculatura esquelética durante e após a atividade contrátil dos músculos (57).

Estas adaptações, além de serem fundamentais para o rendimento de um atleta, também são importantes em pessoas com anormalidades metabólicas, como evidenciado na obesidade, diabetes do tipo 2 e hipertensão e, em longo prazo, podem diminuir a concentração de glicose sanguínea e melhorar o perfil lipídico, tendo assim, efeito preventivo e retardando o desenvolvimento destas doenças.

Nesse contexto, o músculo esquelético é um importante alvo terapêutico no controle da doença cardiovascular, uma vez que os efeitos favoráveis sobre o metabolismo proporcionados pelo exercício físico aeróbico, que diretamente influenciam os fatores de risco de doenças cardiovasculares, são primariamente dirigidos pelo músculo esquelético. Assim, esta revisão foca os efeitos do exercício físico regular sob os distúrbios metabólicos comumente presentes na síndrome metabólica, como a intolerância à glicose, resistência à insulina, obesidade central, dislipidemia e hipertensão, todos bem documentados fatores de risco para doenças coronarianas, observadas em situações de uso de glicocorticóides.

### EXERCÍCIO FÍSICO E RESISTÊNCIA À INSULINA

O transporte de glicose para os miócitos é agudamente regulado pela insulina e por fatores semelhantes à insulina através da ativação de uma série de proteínas intracelulares (58). Além disso, o transporte de glicose no músculo esquelético é também estimulado por mecanismos independentes de insulina, que são ativados pela contração muscular (59), hipóxia (60), óxido nítrico (61) e bradicinina (62). Apesar de ainda obscuros os caminhos pelos quais estes fatores estimulam a translocação de GLUT-4, recentes evidências suportam o papel da ativação da “5-adenosine monophosphate-activated protein kinase” (AMP kinase), uma enzima ativada pelo decréscimo de energia celular (63) e que discutiremos com mais detalhes à frente. Vejamos a seguir os mecanismos pelos quais o exercício físico promove uma melhora na sensibilidade à insulina.

A atividade física regular promove uma melhora na resposta dos eventos pós-receptores da insulina, isto é, na fosforilação de proteínas que iniciam as ações do hormônio (64). Associado a isto ocorre o aumento da síntese de transportadores de glicose e da atividade de enzimas ligadas ao seu metabolismo. Todos estes fenômenos proporcionam melhorias à tolerância à glicose (64). Além dos efeitos moleculares do exercício, o aumento do fluxo sanguíneo pode acarretar maior disponibilidade de insulina para os tecidos periféricos, contribuindo para a melhora metabólica observada durante o treinamento físico.

Os exercícios físicos, principalmente os resistidos que proporcionam a manutenção ou o aumento de massa magra, podem ser importantes na homeostase da glicose, uma vez que proporcionam um aumento do espaço destinado ao estoque desta hexose (glicogênio). Já o aumento do número de fibras de contração lenta (também conhecidas como fibras do tipo 1 ou fibras vermelhas), em resposta ao treinamento aeróbico, favorece a oxidação de glicose.

Além disso, os níveis aumentados de fatores semelhantes à insulina (IGFs) induzida pelos exercícios também podem atuar no transporte de glicose para os músculos em atividade (65), contribuindo para o aumento da captação de glicose.

Portanto, está bem estabelecido que o exercício físico (agudo e crônico) melhora a captação de glicose estimulada pela insulina, tanto em humanos quanto

em modelos animais (32, 64, 65, 66). O Programa de Prevenção ao Diabetes dos Estados Unidos concluiu que a introdução de um programa com modificações no estilo de vida, incluindo uma redução de 7% no peso corporal e a realização de, no mínimo, 150 minutos de atividade física semanais, pode, em um período de 3 anos, reduzir a incidência de diabetes tipo 2 em 58% em indivíduos com significativo risco para desenvolver a doença (67).

Além do mais, dados do nosso laboratório demonstraram que ratos administrados com dexametasona por 10 semanas apresentam resistência à insulina. No entanto, os animais que receberam a droga e realizaram exercício físico no mesmo período apresentaram taxa de remoção de glicose durante o teste de tolerância à insulina semelhante ao grupo de animais controles (4, 32). Portanto, o exercício regular pode favorecer organismos que apresentam intolerância à glicose e resistência à insulina (como observado no diabetes do tipo 2, obesidade, excesso de glicocorticóides, entre outras), reduzindo o número de mortes por doenças cardiovasculares.

Apesar desses benefícios comprovados, a realização do exercício por um período curto de tempo está associada a baixa sensibilidade à insulina, enquanto a permanência por períodos longos de inatividade física está associada a um aumento da resistência à insulina (68, 69). O efeito do exercício físico sobre a sensibilidade à insulina tem sido demonstrado entre 12 e 48 horas após a sessão de exercício, porém esse efeito parece retornar aos níveis pré-atividade em três e cinco dias após o último período de realização de exercício físico (70), o que reforça a necessidade de adotar-se um estilo de vida fisicamente ativo. Além disso, muitas vezes é necessário associar dietas e uso de medicamentos para que se possa controlar as anormalidades metabólicas.

#### **EXERCÍCIO FÍSICO, OBESIDADE E DISLIPIDEMIA**

O exercício físico regular produz efeitos no grau de aterosclerose coronária e nos fatores de risco de doenças cardíacas. É observada em diversos estudos uma associação entre exercício e redução da adiposidade, principalmente aquela localizada na região do tronco e do abdomen (71, 72). Estudos com animais de experimentação têm demonstrado que o treinamento físico promove redução da gordura corporal.

Nosso grupo verificou recentemente que ratos administrados com dexametasona apresentavam um aumento no peso do tecido adiposo epididimal. Entretanto, os ratos que realizaram exercícios regulares tiveram um menor acúmulo de gordura nessa região quando comparados com o grupo controle e com o grupo que recebeu dexametasona e permaneceu sedentário (32). Este fato talvez possa justificar as observações feitas por outros pesquisadores, que afirmam que o treinamento aeróbico colabora com a perda de gordura (54, 73). Tal tentativa de analogia e de interpretação pode ser reforçada pelos resultados obtidos no estudo de Mensink e colaboradores (74), quando ficou evidenciado que a intervenção de um programa de atividades físicas promove melhoras no perfil metabólico de indivíduos diabéticos tipo 2, além de aumento da capacidade de utilização de ácidos graxos livres pelo músculo esquelético. Sabe-se que, além do efeito direto no gasto calórico, o exercício físico regular mantém o metabolismo basal aumentado por longo período após as sessões de treinamento. Entre os efeitos importantes da prática de atividades físicas sobre a perda de peso destacam-se o aumento da atividade da enzima lipase hormônio sensível e o aumento da densidade mitocondrial, potencializando a oxidação de lipídios e favorecendo, assim, o emagrecimento (75). Em relação ao perfil lipídico, há uma grande variabilidade nos resultados encontrados nas pesquisas relacionando níveis lipídicos e exercício, em função da heterogeneidade das populações, do treinamento realizado, do controle do uso de fármacos, da dieta e da perda de peso corporal associada (76). Apesar disso, são muitas as evidências que comprovam os efeitos benéficos do exercício na melhora do perfil lipídico, com o aumento do HDL-colesterol e redução do LDL-colesterol e dos triglicérides (55, 56, 72, 73, 74, 75, 76). Portanto, o treinamento físico pode ser uma excelente intervenção não-farmacológica para o tratamento da obesidade e dos seus distúrbios metabólicos.

#### **EXERCÍCIO FÍSICO E HIPERTENSÃO**

Há evidências associando anormalidades da ação da insulina à hipertensão nos pacientes. Por outro lado, o exercício tem sido mostrado como um fator importante na prevenção da hipertensão e de suas doenças

associadas. Bouchard e colaboradores (77) revelaram uma redução significativa de 3/3 mmHg (sistólica/diastólica) em normotensos e uma maior redução em indivíduos hipertensos (em média 10/8 mmHg) com a prática regular de exercícios físicos. Semelhantes resultados foram observados por Arroll e Beaglehole (78) que encontraram reduções de 6-7mmHg na pressão sistólica e diastólica em indivíduos normotensos e hipertensos com o treinamento físico. As alterações da pressão arterial estão associadas com a síntese de óxido nítrico (NO). O NO produzido no endotélio provoca relaxamento das fibras musculares lisas adjacentes, inibe a agregação de plaquetas e a adesão de células inflamatórias à superfície vascular, diminui a proliferação muscular e a apoptose endotelial, aumenta a atividade das enzimas que neutralizam os radicais livres, reduzindo assim, a atividade inflamatória. Em condição de exercício ocorre aumento do débito cardíaco e redistribuição do fluxo sanguíneo para a musculatura esquelética e circulação cardíaca. Este mecanismo é mediado pela enzima óxido nítrico sintase endotelial (eNOS), cuja expressão genética pode ser potencializada com exercícios físicos aeróbios regulares (79, 80). Portanto, estímulos como a pressão de arrasto sobre as paredes dos vasos sanguíneos (*shear stress*) pelo exercício contribui para a geração basal de óxido nítrico no sistema arterial (81). Assim, em consequência do exercício, a elevação da produção de óxido nítrico aumenta a vasodilatação dependente do endotélio e inibe os múltiplos processos envolvidos com a aterogênese, bem como o processo inflamatório associado. Dessa forma, o exercício físico pode ser importante para a geração de NO, que é inibida pelo uso de dexametasona (49).

#### **AÇÕES MOLECULARES DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE METABÓLICO: NOVAS PERSPECTIVAS AMPK e transporte de glicose**

Apesar de muitos anos de pesquisas, o mecanismo molecular pelo qual o exercício promove estes benefícios permanece não totalmente conhecido. A proteína quinase ativa pelo AMP (AMPK) tem sido recentemente implicada na regulação de muitos destes efeitos. Existe evidência de que esta enzima participa das adaptações crônicas adquiridas pelo treinamento físico no músculo esquelético, através de modificação na expressão de genes de diversas proteínas (82).

A ativação da AMPK durante o exercício é decorrente de um rápido declínio nas razões AMP/ATP e creatina/fosfocreatina do músculo em atividade. Diferentes experimentos têm demonstrado que a contração, efetivamente, aumenta a atividade da AMPK (83). Por exemplo, foi demonstrado que a contração muscular por estimulação elétrica *in situ* (84) e a contração isolada de músculo de ratos *in vitro* (85) aumentam significativamente a atividade da AMPK. O exercício de ciclismo também aumenta a atividade da isoforma  $\alpha 2$  AMPK em humanos, no entanto, tal ativação é dependente, da intensidade e do tempo de duração do esforço (86). A  $\alpha 2$  AMPK é ativada durante o exercício de intensidade moderada quando, em geral, a isoforma  $\alpha 1$  AMPK parece ser mais resistente à ativação e é somente ativada em condições extremas, como na contração isolada de músculo de ratos *in vitro*, durante o *sprint* no ciclismo e ou nos exercícios supramáximos em humanos (86).

Esse aumento da atividade da AMPK em resposta a uma necessidade de gerar ATP, durante o exercício, promove a translocação das vesículas contendo GLUT-4, facilitando assim o transporte de glicose para o músculo de maneira semelhante à da insulina, embora por cascatas de sinalização diferentes e independentes. Nessa situação, a redução da malonil-CoA permite o aumento da ação da carnitina palmitoiltransferase I (CPT1), que aumenta a eficiência do transporte de ácidos graxos para as mitocôndrias e conseqüente oxidação.

De maneira similar à contração muscular, a ativação da AMPK com 5-amino-4-imidazole-carboxamiribose (AICAR), um ativador farmacológico da AMPK, resulta em um aumento da captação de glicose no músculo, indicando de fato que esta enzima pode ter um papel determinante na entrada de glicose nesse tecido (87). Observou-se que a ativação crônica da AMPK por AICAR diariamente durante 4 semanas, para simular o treinamento com exercícios, foi associada com aumentos no conteúdo de GLUT-4, assim como à atividade das enzimas oxidativas mitocôndriais (88). Esses dados sugerem que repetidas sessões de exercício físico podem gerar adaptações bioquímicas no músculo esquelético, através da ativação repetida da AMPK.

Desse modo, a AMPK tem se tornado um interessante alvo para o desenvolvimento de drogas. Um

grupo de autores examinaram a ação do exercício em diabéticos tipo 2 (89). A atividade da  $\alpha 2$  AMPK no músculo esquelético destes pacientes foi similar aos indivíduos controles do estudo, um indicativo de que indivíduos com essa doença têm um funcionamento normal da AMPK no músculo.

#### RECEPTORES HORMONAIS NUCLEARES E METABOLISMO

A atividade de fatores transcripcionais da família de receptores hormonais nucleares (NRs) no músculo esquelético tem ganhado destaque e surge como um potencial alvo no combate contra a obesidade (90), síndrome metabólica (91), diabetes do tipo 2 e dislipidemia (92). A presença de NRs no músculo esquelético, como por exemplo, o receptor ativado por proliferadores de peroxissoma (do inglês “*Peroxisome Proliferator-Activated Receptor*” – PPAR), com três isoformas conhecidas PPAR $\alpha$ , PPAR $\delta$  e PPAR $\gamma$  (91, 92, 93, 94), tem sido mostrado estar envolvido no aumento da disponibilidade de glicose estimulada por insulina, diminuição de triglicerídeos e aumento do catabolismo lipídico, dispêndio energético, efluxo de colesterol e níveis de HDL-c no plasma. Estudo recente, demonstrou que a ativação do PPAR $\delta$  conduz a um fenótipo predominante de fibras de contração lenta (oxidativas) e aumenta, dramaticamente, a capacidade de endurance, aumento da sensibilidade à insulina e resistência à obesidade (95).

Conseqüentemente, o entendimento das funções dos NRs no músculo esquelético possui enorme utilidade farmacológica para o tratamento da doença cardiovascular e da síndrome metabólica.

Nesse contexto, o entendimento de como o exercício físico interage com os fatores transcripcionais da família de receptores hormonais nucleares, deve trazer novas descobertas científicas em relação aos efeitos da atividade física sobre as anormalidades metabólicas evidenciadas na síndrome metabólica e no excesso de glicocorticóide.

Portanto, pode-se dizer que o exercício físico regular pode exercer adaptações favoráveis ao organismo e deve ser pensado como forma de tratamento ou prevenção em indivíduos que apresentam resistência à insulina e outras anormalidades metabólicas, evidenciadas tanto na síndrome metabólica quanto pelo uso de glicocorticóides. Assim, o treinamento físico pode auxiliar no tratamento desses distúrbios meta-

bólicos, mas não necessariamente normalizar as alterações no metabolismo, devendo, portanto, ser associado a outras condutas quando necessárias.

#### CORRESPONDÊNCIA

**José Rodrigo Pauli**

Rua XV de Novembro, 1701, centro  
13400-370 Piracicaba  
São Paulo  
Brasil  
[rodrigose@yahoo.com.br](mailto:rodrigose@yahoo.com.br)

**BIBLIOGRAFIA**

1. Rosen J, Miner JN. (2005). The search for safer glucocorticoid receptor ligands. *Endocrine Reviews* 26 (3):452-464.
2. Leclerc N, Luppen CA, Ho VV, Nagpal S, Hacia JG, Smith E, Frenkel B. (2004). Gene expression profiling of glucocorticoid –inhibited osteoblasts. *Journal of molecular Endocrinology* 33: 175-193
3. Hochberg Z, Pacak K, Chrousos GP. (2003). Endocrine withdrawal syndromes. *Endocrine Reviews* 24 (4): 523-538.
4. Pauli JR, Almeida Leme JAC, Crespilho DM, Mello MAR, Rogatto GP, Luciano E. (2005). Influência do treinamento físico sobre parâmetros do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal de ratos administrados com dexametasona. *Rev Port Cien Desp* 2: 143-152.
5. Arnaldi G, Angeli A, Atkinson AB, Bertagna X, Cavagnini F, Chrousos GP, Fava GA, Findling JW, Gaillard RC, Grossman AB, Kola B, Lacroix A, Mancini T, Mantero F, Newell-Price J, Nieman LK, Sonino N, Vance ML, Giustina A, Boscaro M. (2003). Diagnosis and complications of Cushing's syndrome: a consensus statement. *J Clin Endocrinol Metab* 88 (12): 5593-5602.
6. Covar RA, Leung DY, McCormick D, Steelman J, Zeitler P, Spahn JD. (2000). Risk factors associated with glucocorticoid-induced adverse effects in children with severe asthma. *J Allergy Clin Immunol* (106 (4): 651-659.
7. Watts LM, Manchem VP, Leedom TA, Rivard AL, McKay RA, Bao D, Neroladakis T, Monia BP, Bodenmiller DM, Cao JX-C, Zhang HY, Cox AL, Jacobs SJ, Michael MD, Sloop KW, Bhanot S. (2005). Reduction of hepatic and adipose tissue glucocorticoid receptor expression with antisense oligonucleotides improves hyperglycemia and hyperlipidemia in diabetic rodents without causing systemic glucocorticoid antagonism. *Diabetes* 54: 1846-1853.
8. Cameron AJ, Shaw JE, Zimmet PZ. (2004). The metabolic syndrome: prevalence in worldwide populations. *Endocrinol Metab Clin North Am* 33: 351-375.
9. Zimmet P, Alberti KG, Shaw J. (2001). Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature* 414:782-87.
10. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. (2005). The metabolic Syndrome. *Lancet* 365: 1415-1428.
11. Andrew R, Gale CR, Walker BR, Seckl JR, Martyn CN. (2002). Glucocorticoid metabolism and the metabolic syndrome: associations in an elderly cohort. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 110 (6): 284-290.
12. Rosmond R, Dallman ME, Bjorntorp P. (1998). Stress-related cortisol secretion in men: relationships with abdominal obesity and endocrine metabolic and hemodynamic abnormalities. *J Clin Endocrinol Metab* 83 (6): 1853-1859.
13. Walker BR, Phillips DI, Noon JP, Panarelli M, Andrew R, Edwards HV, Holton DW, Seckl JR, Webb DJ, Watt GC. (1998). Increased glucocorticoid activity in men with cardiovascular risk factors. *Hypertension* 31 (4): 891-895.
14. Filipovsky J, Ducimetiere P, Eschwege E, Richard JL, Rossein G, Claude JR. (1996). The relationship of blood pressure with glucose, insulin, heart rate, free fatty acids and plasma cortisol levels according to degree of obesity in middle-aged men. *J Hypertens* 14 (2): 229-235.
15. Morton NM, Holmes MC, Fievet C. (2001). Improved lipid and lipoprotein profile, hepatic insulin sensitivity, and glucose tolerance in 11beta-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 null mice. *J Biol Chem* 276: 41293-300.
16. Delbende C, Delarue C, Lefebvre H, Bunel DT, Szafarczyk A, Mocaer E, Kamoun A, Jegou S, Vaudry H. (1992). Glucocorticoid, transmitters and stress. *Br J Psychiatry Suppl* 160 (15): 24-35.
17. Walker EA, Stewart PM. (2003). 11β-hydroxysteroid dehydrogenase: unexpected connections. *Trends Endocrinol Metab* 14 (7): 334-339.
18. Weiser JN, Do YS, Feldman D. (1979). Synthesis and secretion of corticosteroid-binding globulin by rat liver. A source of heterogeneity of hepatic corticosteroid-binders. *J Clin Invest* 63 (3): 461-467.
19. Grasa MM, Cabot C, Balada F, Virgili J, Sanchis D, Monserrat C, Fernandez-Lopez JA, Remesar X, Alemany M. (1998). Corticosterone binding to tissues of adrenalectomized lean and obese Zucker rats. *Horm Metab Res* 30 (12): 699-704.
20. Whorwood CB, Donovan SJ, Flanagan D, Phillips DL, Byrne CD. (2002). Increased glucocorticoid receptor expression in human skeletal muscle cells may contribute to the pathogenesis of the metabolic syndrome. *Diabetes* 51: 1066-1075.
21. Reynolds RM, Walker BR. (2003). Human insulin resistance: the role of glucocorticoids. *Diabetes Obes Metab* 5: 5-12.
22. Freedman MR, Horwitz BA, Stem JS. (1986). Effect of adrenalectomy and glucocorticoid replacement on development of obesity. *Am J Physiol* 250: R595-R607.
23. Darmaun D, Mathews DE, Bier DM. (1988). Physiological hypercortisolemia increases proteolysis, glutamine, and alanine production. *Am J Physiol* 255: 366-373.
24. Hasselgren PO, Fisher JE. (1999). Counter-regulatory hormones and mechanisms in amino acid metabolism with special reference to the catabolic response in skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2: 9-14.
25. Shah, OJ, Anthony JC, Kimball SR, Jefferson LS. (2005). Glucocorticoids oppose translational control by leucine in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 279: E1185-E1190.
26. Ma K, Mallidis C, Bhasin S, Mahabadi V, Artaza J, González-Cadavid N. (2003). Glucocorticoid-induced skeletal muscle atrophy in associated with upregulation of myostatin gene expression. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 285: 363-371.
27. Weinstein SP, Paquin T, Pritsker A, Haber RS. (1995). Glucocorticoid-induced insulin resistance: dexametasona inhibits the activation of glucose transport in rat skeletal muscle by both insulin- and non insulin-related stimuli. *Diabetes* 44: 441-445.
28. Ong JM, Simsolo RB, Saghizadeh M, Goers JW, Kern PA. (1995). Effects of exercise training and feeding on lipoprotein lipase gene expression in adipose tissue, heart, and skeletal muscle of the rat. *Metabolism* 44: 1596-1605.
29. Vestgaard H, Bratholm P, Christensen NJ. (2001). Increments in insulin sensitivity during intensive treatment are closely correlated with decrements in glucocorticoid receptor mRNA in skeletal muscle from patients with type II diabetes. *Clin Sci* 101: 533-540.
30. Schneiter P, Tappy L. (1998). Kinetics of dexamethasone-induced alterations of glucose metabolism in health humans. *Am J Physiol* 275: E806-E813.
31. Stojanovska L, Rosella G, Proietto J. (1990). Evolution of dexamethasone-induced insulin resistance in rats. *Am J Physiol* 258: E748-756.
32. Pauli JR, Gomes RJ, Luciano E. (in press). Hipotalamy-

- pituitary axis: effects of physical training in rats administered with dexamethasone. *Neurologia*.
33. Friedman JE, Yun JS, Patel YM, Mcgrane MM, Hanson RW. (1993). Glucocorticoid regulate the induction of phosphoenolpyruvate carboxykinase (GTP) gene transcription during diabetes. *J Biol. Chem* 268 (17): 12952-12957.
  34. Argaud D, Zhang Q, Pan W, Maitra S, Pilkis SJ, Lange AJ. (1996). Regulation of rat liver glucose-6-phosphatase gene expression in different nutritional and hormonal states: gene structure and 5'-flanking sequence. *Diabetes* 45 (11): 1563-1571.
  35. Allan EH, Titheradge MA. (1984). Effect of treatment of rats with dexamethasone in vivo on gluconeogenesis and metabolite compartmentation in subsequently isolated hepatocytes. *Biochem J* 219: 117-123.
  36. Lima JG, Nóbrega LHC, Nóbrega MLC, Rodrigues Jr AB, Pereira AFF. (2002). Supressão hipotálamo-hipófise-adrenal e risco de insuficiência adrenal secundária ao uso de dexametasona nasal. *Arq Brás Endocrinol Metab* 46 (2): 193-196.
  37. Wake DJ, Rask E, Livingstone DE, Sodeberg S, Olsson T, Walker BR. (2003). Local and systemic impact of transcriptional up-regulation of 11 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase type 1 in adipose tissue in human obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 88 (8): 3983-3988.
  38. Kershaw EE, Morton NM, Dhillon H, Ramage L, Seekl JR, Flier JS. (2005). Adipocyte-specific glucocorticoid inactivation protects against diet-induced obesity. *Diabetes* 54:1023-1031.
  39. Oda N, Nakai A, Mokuno T, Sawai Y, Nishida Y, Mano T, Asano K, Itoh Y, Kotake M, Kato S, Masunaga R, Iwase K, Tsujimura T, Itoh M, Kawabe T, Nagasaka A. (1995). Dexamethasone-induced changes in glucose transporter 4 in rat heart muscle, skeletal muscle and adipocytes. *Eur J Endocrinol* 133 (1): 121-126.
  40. Sakoda H, Ogihara T, Anai M, Funaki M, Inukai K, Katagiri H, Fukushima Y, Onishi Y, Ono H, Fujishiro M, Kikuchi M, Oka Y, Asano T. (2000). Dexametasona-induced insulin resistance in 3T3-L1 adipocytes is due to inhibition of glucose transport rather than signal transduction. *Diabetes* 49: 1700-1708.
  41. Carvalho CRO, Saad MJA. (2002). Resistência à insulina induzida por glicocorticóides: investigação de mecanismos moleculares. *Arq Brás Endocrinol Metab* 42 (1): 13-21.
  42. Dimitriads G, Leighton B, Parry-Billings M, Sasson S, Young M, Krause U, Bevan S, Piva T, Wegener G, Newsholme EA. (1997). Effects of glucocorticoid excess on the sensitivity of glucose transport and metabolism to insulin in rat skeletal muscle. *Biochem J* 321: 707-712.
  43. Grunfeld C, Jones DS. (1986). Glucocorticoid-induced insulin resistance in vitro: inhibition of insulin-stimulated methylaminoisobutyric acid uptake. *Horm Metab Res* 18 (3): 149-152.
  44. Ekstrand A, Saloranta C, Ahonen J, Gronhagen-Riska C, Groop LC. (1992). Reversal of steroid-induced insulin resistance by a nicotinic-acid derivative in man. *Metabolism* 41 (7): 692-697.
  45. Lambillote C, Gilon P, Henquin JC. (1997). Direct glucocorticoid inhibition of insulin secretion. An in vitro study of dexamethasone effects in mouse islets. *J Clin Invest* 99 (3): 414-423.
  46. Hollingdal M, Juhl CB, Dall R, Sturis J, Veldhuis JD, Schmitz O, Porksen N. (2002). Glucocorticoid induced insulin resistance impairs basal but not glucose entrained high-frequency insulin pulsatility in humans. *Diabetologia* 45 (1): 49-55.
  47. Lloyd-Macgilp SA, Nelson SM, Florin M, Lo M, McKinnell J, Sassard J, Kenyon CJ. (1999). 11 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase and corticosteroid action in Lyon hypertensive rats. *Hypertension* 34 (5): 1123-1128.
  48. Fletcher AJW, McGarrigle HHG, Edwards CMB, Fowden AL, Giussani DA. (2002). Effects of low dose dexamethasone treatment on basal cardiovascular and endocrine function in fetal sheep during late gestation. *J Physiol* 542 (2): 649-660.
  49. Severino C, Brizzi P, Solinas A, Secchi G, Maioli M, Tonolo G. (2002). Low-dose dexamethasone in the rat: a model to study insulin resistance. *Am J Physiol* 283: E367-373.
  50. Viaro F, Nobre F, Evora PRB. (2000). Expressão das óxido nítrico sintetases na fisiopatologia das doenças cardiovasculares. *Arq Brás Cardiol* 74 (4): 365-379.
  51. Wang M. (2005). The role of glucocorticoid action in the pathophysiology of the metabolic syndrome. *Nutr Metab* 2 (3): 1-14.
  52. Pauli JR, Souza LS, Gobbi S, Zago AS. (2005). Efeitos de um programa de treinamento físico personalizado sobre a aptidão funcional, composição corporal e bioquímica sanguínea em idosas. *Motricidade* 1 (2): 116-125.
  53. Pauli JR, Souza LS, Zago AS, Gobbi S. (2004). The effects of a physical activity program in a 12-year period, in older people. *J Aging Phys Activ* 12 (3): 452-453.
  54. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. (2003). Metaanalysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 46: 1071-1081.
  55. Guimarães GV, Ciolac EM. (2004). Síndrome metabólica: abordagem do educador físico. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 14 (4): 130-142.
  56. Ciolac EM, Guimarães GV. (2004). Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte* 10 (4): 319-324.
  57. Hargreaves M, Cameron-Smith D. (2002). Exercise, diet, and skeletal muscle gene expression. *Med Sci Sports Exerc* 34 (9): 1505-1508.
  58. Zierath JR, Krook A, Walberg-Henriksson H. (2000). Insulin action and insulin resistance in humans skeletal muscle. *Diabetologia* 43: 821-835.
  59. Neshler R, Karl IE, Kipnis DM. (1985). Dissociation of effects of insulin and contraction on glucose transport in rat epitrochlearis muscle. *Am J Physiol Cell Physiol* 249:C226-C232.
  60. Azevedo JL, Carey JO, Pories WJ, Morris PG, Dohm GL. (1995). Hypoxia stimulates glucose transport in insulin-resistant human skeletal muscle. *Diabetes* 44: 695-698.
  61. Balon TW, Nadler JL. (1997). Evidence that nitric oxide increases glucose transport in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 82: 359-363.
  62. Mann WR, Villauer EB, Barilla D, Battle B, Dunning BE, Balkan B. (1995). Effects of bradykinin on glucose metabolism in isolated rat soleus muscle and on blood glucose levels in ob/ob mice. *Diabetes* 44: 133A.
  63. Kurth-Kraczek EJ, Hirshman MF, Goodyear LJ, Winder WW. (1999). 5' AMP-activated protein kinase activation causes GLUT4 translocation in skeletal muscle. *Diabetes* 48: 1667-1671.

64. Luciano E, Carneiro EM, Carvalho CRO, Carvalheira JBC, Perez SB, Reis MAB, Saad MJA, Boschero AC, Velloso LA. (2002). Endurance training improves responsiveness to insulin and modulates insulin signal transduction through the phosphatidylinositol 3-Kinase/ Akt-1 pathway. *Eur J Endocrinol* 12 (2): 202-209.
65. Gomes RJ, Caetano FC, Mello MAR, Luciano E. (2005). Effect of Chronic Exercise on Growth Factors in Diabetic Rats. *Journal of Exercise Physiology* 8 (2): 16-23.
66. Pauli JR, Rodrigues Júnior JC, Antunes DFR, Luciano E. (2003). Treinamento físico e administração de insulina: efeitos sobre o metabolismo de carboidratos e proteínas. *Motriz* 9 (2): 71-74.
67. Diabetes Prevention Program Research Group. (2002). Reduction of the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346: 393-403.
68. Kump DS, Booth FW. (2005). Alterations in insulin receptor signalling in the rat epitrochlearis muscle upon cessation of voluntary exercise. *J Physiol* 562 (3): 829-838.
69. Booth FW, Chakravarthy MV, Spangenburg EE. (2002). Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through activity. *J Physiol* 543 (2): 399-411.
70. Mikines KJ, Sonne B, Farrel PA. (1988). Effect of physical exercise on sensitivity and responsiveness to insulin in humans. *Am J Physiol* 254: E248-259.
71. Stubbs CO, Lee JA. (2004). The obesity epidemic: both energy intake and physical activity contribute. *MJA* 181 (9): 489-491.
72. Hardman AE. (1996). Exercise in the prevention of atherosclerotic, metabolic and hypertensive diseases: a review. *J Sports Sci* 14: 201-218.
73. Francischi RP, Pereira LO, Lancha Júnior AH. (2001). Exercício, comportamento alimentar e obesidade: revisão dos efeitos sobre a composição corporal e parâmetros metabólicos. *Rev Paul Educ Fis* 15 (2):117-140.
74. Mensink M, Blaak EE, Vidal H, Brun TWA, Glatz JFC, Saris WHM. (2003). Lifestyle changes and lipid metabolism gene expression and protein content in skeletal muscle of subjects with impaired glucose tolerance. *Diabetologia* 46: 1082-1089.
75. Seip RL, Semenovich CF. (1998). Skeletal muscle lipoprotein lipase; molecular regulation and physiological effects in relation to exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 26: 191-218.
76. French AS, Story M, Jeffery RW. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Annu Rev Public Health* 22: 309-335.
77. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. (eds). (1994). *Physical activity, fitness and health: International proceedings and consensus statement*. Champaign: Human Kinetics.
78. Arroll B, Beaglehole R. (1992). Does physical activity lower blood pressure? A critical review of the clinical trials. *Journal of Clinical Epidemiology* 45: 439-447.
79. Shen W, Zhang X, Wolin MS, Sessa W, Hintze TH. (1995). Nitric oxide production and NO synthase gene expression contribute to vascular regulation during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 8: 1125-1134.
80. Kingwell BA. (2000). Nitric-oxide-mediated regulation during exercise: effects of training in health and cardiovascular disease. *FASEB J* 14: 1685-1696.
81. Tanabe T, Maeda S, Miyauchi T, Iemitsu T, Takanashi M, Irukayama-Tomobe Y, Yokota T, Ohmori H, Matsuda M. (2002). Exercise training improves ageing-induced decreased in eNOS expression of the aorta. *Acta Physiol Scand* 178 (1): 3-10.
82. Wojtaszewski JFP, Birk JB, Frosig C, Holten M, Pilegaard H, Dela F. (2005). 5'AMP activated protein kinase expression in human skeletal muscle: effects of strength training and type 2 diabetes. *J. Physiol* 564 (2): 563-573.
83. Mcgee SL, Howlett KF, Starkie RL, Cameron-mith D, Kemp BE, Hargraves M. (2003). Exercise increases nuclear AMPK  $\alpha$ 2 in human skeletal muscle. *Diabetes* 52: 926-928.
84. Hutber CA, Hardie DG, Winder WW. (1997). Electrical stimulation inactivates muscle acetyl-CoA carboxylase and increases AMP' activated protein kinase. *Am. J. Physiol* 272 (2): E262-266.
85. Hayashi T; Hirshman MF; Fujii N; Habinowski SA; Witters LA; Goodyear LJ. (2000). Metabolic stress and altered glucose transport activation of AMP-activated protein kinase as a unifying coupling mechanism. *Diabetes* 49 (4): 527-531.
86. Stephens TJ; Chen ZP; Canny BJ; Michell BJ; Kemp BE; McConnell GK. (2002). Progressive increases in human skeletal muscle AMPK alpha 2 activity and ACC phosphorylation during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 282 (3): E688-E694.
87. Musi N, Yu H, Goodyear LJ. (2002). AMP-activated protein kinase regulation and action in skeletal muscle during exercise. *Biochemical Society Transactions* 31: 191-195.
88. Winder WW, Holmes BF, Rubink DS, Jensen EB, Chen M, Holloszy JO. (2000). Activation of AMP-activated protein kinase increases mitochondrial enzymes in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 88: 2219-2226.
89. Musi N, Fujii N, Hirshman MF. (2001). AMP-activated protein kinase (AMPK) is activated in muscle of subjects with type 2 diabetes during exercise. *Diabetes* 50: 921-927.
90. Lau P, Bailey P, Dowhan DH, Muscat GE. (1999). Exogenous expression of a dominant negative RORalpha 1 vector in muscle cells impairs differentiation: RORalpha 1 directly interacts with p300 and myoD. *Nucleic Acids Res* 27: 411-420.
91. Tanaka T, Yamamoto J, Iwasaki S, Asaba H, Hamura H, Ikeda Y. (2003). Activation of peroxisome proliferator-activated receptor delta induces fatty acid beta-oxidation in skeletal muscle and attenuates metabolic syndrome. *Proc Natl Acad Sci* 100: 15924-15929.
92. Henever AL, He W, Barak Y, Le J, Bandyopadhyay G, Olson P. (2003). Muscle-specific Pparg deletion causes insulin resistance. *Nat Med* 9: 1491-1497.
93. Muscat GE, Wagner BL, Hou J, Tangirala RK, Bischoff E, Rohde P. (2002). Regulation of cholesterol homeostasis and lipid metabolism in skeletal muscle by liver X receptor. *J Biol Chem* 277: 40722-40728.
94. Muio DM, Way JM, Tanner CJ, Winegar DA, Klierer SA, Houmar JA. (2002). Peroxisome proliferator-activated receptor-alpha regulates fatty acid utilization in primary human skeletal muscle cells. *Diabetes* 51: 901-909.
95. Wang YX, Zhang CL, Yu RT, Cho HK, Nelson MC, Bayuga-Ocampo CR. (2004). Regulation of muscle fiber type and running endurance by PPARdelta. *Plos Biol* 2:e294.

# Compreendendo o *overtraining* no desporto: da definição ao tratamento

Adelino S.R. Silva  
Vanessa Santhiago  
Cláudio A. Gobatto

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.229>

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Biociências  
Departamento de Educação Física  
Rio Claro  
São Paulo  
Brasil

## RESUMO

No desporto de alto nível o desenvolvimento de um programa de treinamento físico tem como principal objetivo a maximização da performance. Contudo, caso não ocorra uma periodização do treinamento adequada, os atletas podem desenvolver o fenômeno denominado *overtraining* ou sobretreino. O *overtraining* pode ser definido como um distúrbio neuroendócrino, que ocorre no eixo hipotálamo-hipófise, resultado do desequilíbrio entre a demanda do exercício e a capacidade de resposta do organismo. O objetivo do presente estudo de revisão é apresentar fatores inerentes ao *overtraining*, para que a comunidade científica aprofunde o conhecimento sobre este problema do treinamento e auxilie os profissionais do desporto e atletas a evitá-lo.

*Palavras-chave:* desporto, treinamento, *overtraining*.

## ABSTRACT

*Understanding overtraining in sports: from definition to treatment*

*The main aim of a training program in the high level sport is to enhance performance. Athletes can present overtraining (OT) if an inadequate training periodisation occurs. Overtraining can be defined as a neuroendocrine disturb in hypothalamic-pituitary axis resulting from an unbalance between training and recovery. The aim of this review is to deepen the knowledge about overtraining factors, bringing actual scientific data to help coaches and athletes to deal with this problem, and overcome it.*

*Key Words:* sport, training, *overtraining*.

## INTRODUÇÃO

No desporto de alto nível o desenvolvimento de um programa de treinamento físico tem como principal objetivo a maximização da *performance*. Contudo, para que ocorram adaptações fisiológicas e neurológicas positivas nos músculos e em outros tecidos é necessário que o treinamento apresente uma periodização que permita um equilíbrio entre a distribuição das cargas de treino e a recuperação do atleta. Durante e logo após uma sessão de treinamento ocorre uma fase catabólica, com diminuição da tolerância ao esforço, caracterizada por mudanças reversíveis de parâmetros bioquímicos, hormonais e imunológicos. Durante a recuperação, ocorre uma fase anabólica caracterizada por alta capacidade adaptativa e aumento das reservas energéticas, denominada supercompensação [3].

Em situações em que a periodização do treinamento não ocorre ou é mal planejada resultando em treinamento excessivo, os atletas podem desenvolver um fenômeno denominado *overtraining* (OT) ou sobre-treino.

Embora muitos atletas e técnicos desportivos desconheçam este problema, alguns estudos demonstraram que o OT afeta aproximadamente 60% de corredores de fundo e meio fundo durante a carreira atlética [62], além de 50% de jogadores profissionais de futebol durante uma temporada competitiva de 5 meses [52] e 33% de jogadores profissionais de basquete durante um período de treinamento de 6 semanas [87].

Dessa maneira este trabalho é de suma importância, pois através de uma revisão de literatura aprofundada visa apresentar fatores inerentes ao OT, para que a comunidade científica alargue o conhecimento sobre este problema do treinamento e auxilie os profissionais do desporto e atletas a evitá-la.

## OVERTRAINING

O OT pode ser definido como um distúrbio neuroendócrino, que ocorre no eixo hipotálamo-hipófise, resultado do desequilíbrio entre a demanda do exercício e a capacidade de resposta do organismo [3].

### Diferença entre *overtraining* e *overreaching*

No âmbito científico e prático é importante que esteja clara a distinção entre *overtraining* e *overreaching*

(OR) para que tanto os pesquisadores, quanto os treinadores e fisiologistas, possam identificar os sintomas em seus atletas e tomar as providências necessárias. De acordo com Lehmann, Foster e Keul [48], o OR ocorre após vários dias de treinamento intenso e está associado à fadiga muscular ou periférica, podendo ser definido como uma fase pré-*overtraining* [44]. A recuperação do atleta ocorre após alguns dias de afastamento dos treinamentos ou diminuição das cargas de treino.

Já o OT tem maior relação com a fadiga central e a recuperação pode demorar semanas ou meses. O atleta que se encontra em OT, normalmente, apresenta redução de performance acompanhada por alterações fisiológicas, psicológicas e bioquímicas.

### Formas de *overtraining*

Segundo Israel [36], o OT pode ser classificado em duas categorias: a parassimpática e a simpática. A forma simpática ou clássica do OT é caracterizada pelo aumento da atividade do sistema nervoso simpático em repouso. O sistema nervoso simpático provoca alterações básicas das funções do organismo, facilitando a resposta motora ao estresse agudo ou à atividade física. Ocorre com maior frequência em equipes que utilizam predominantemente o metabolismo anaeróbio alático e láctico para suprir as demandas musculares, além de ser influenciada pelo estado emocional do atleta que não depende apenas de fatores estressantes relacionados à modalidade, mas também aos fatores extra-treinamento.

Já a forma parassimpática do OT é caracterizada pela predominância do tônus parassimpático no repouso, assim como durante o exercício, e é observada com maior frequência em atletas de endurance [3].

### Modelos para estudar o *overtraining* e *overreaching*

De acordo com Mackinnon [56], dois modelos gerais são utilizados para o estudo do OT. No primeiro, os atletas são avaliados durante a temporada competitiva e as respostas fisiológicas e psicológicas são comparadas para cada atleta entre períodos de alta e baixa intensidade de treinamento, ou entre atletas que demonstraram sintomas de OT e os que não apresentaram tais sintomas. A vantagem deste método é que os atletas são avaliados no seu ambiente natural, sem a manipulação do regime normal de

treinamento. A desvantagem é a dificuldade de se controlar as variáveis que podem ser alteradas devido à alimentação, variabilidade climática e estresse competitivo.

No segundo modelo, o treinamento é intensificado propositadamente durante um período de 4 semanas. Por razões éticas, quatro semanas é o período máximo que os atletas podem suportar o aumento de cargas que já são intensas [52, 57]. A performance aeróbia, anaeróbia láctica ou aláctica e as variáveis psicológicas e fisiológicas são comparadas antes e após o período de treinamento intensificado ou entre atletas que demonstraram sintomas de *overreaching*, já que 4 semanas são consideradas um período curto para levar o atleta ao *overtraining*, e os que não apresentaram tais sintomas. Este método possibilita um melhor controle das variáveis que possam confundir o diagnóstico.

Contudo, o aumento das cargas de treinamento é superior ao que normalmente ocorre, não refletindo, desta maneira, o programa de treinamento do atleta. Exceto estas limitações, ambos os modelos fornecem informações úteis para identificar os marcadores e compreender os mecanismos responsáveis pelo *overtraining* ou *overreaching*.

### Etiologia do *overtraining*

A tolerância do atleta ao estresse é determinada pela sua capacidade de adaptação, estratégias de competição e características fisiológicas. A quantidade total de fatores estressantes internos e externos determina a maior vulnerabilidade de alguns atletas. Em relação aos fatores internos, Koutedakis e Sharp [43] verificaram que homens e mulheres respondem de maneira diferente aos fatores de estresse, e que a incidência do OT parece ser maior nos homens. Sobre os fatores externos, um aumento progressivo no volume do treinamento intenso, com considerável aumento no volume total de treinamento parece ser a causa predominante do aumento da suscetibilidade ao OT.

Existem muitas teorias, embora nenhuma delas conclusivas, sobre a origem e mudanças fisiopatológicas do estado de OT. Possivelmente os fatores responsáveis pela síndrome do sobretreino relacionados à adaptação central são:

1) *Desequilíbrio circulante de aminoácidos*. Durante o exercício aeróbio de longa duração pode ocorrer uma

diminuição da concentração dos aminoácidos de cadeia ramificada (AACR; leucina, isoleucina e valina) devido à oxidação pelo músculo esquelético para a ressíntese de adenosina trifosfato (ATP).

Simultaneamente ocorre um aumento da concentração de aminoácidos aromáticos (AAA; tirosina, fenilalanina e triptofano). O triptofano (Trp) é o precursor da serotonina no cérebro e 90% deste aminoácido circula ligado à albumina, o restante circula livremente (Trp<sub>L</sub>) [71].

Assim como os aminoácidos de cadeia ramificada (AACR), os ácidos graxos livres (AGLs) também são oxidados pelo músculo esquelético para produzir ATP quando ocorre depleção do glicogênio muscular e hepático, respectivamente. Os AGLs, como não são solúveis em água, também utilizam a albumina para circularem no sangue. Desta maneira, ocorre uma competição pela albumina entre os AGLs e o Trp<sub>L</sub>, e quanto maior for a utilização de AGLs para a ressíntese de ATP maior será a quantidade de Trp<sub>L</sub> [50].

O transporte dos AACR e dos AAA pela barreira hematoencefálica ocorre pelo mesmo mecanismo específico, que é controlado por competição, e a afinidade do transportador pelo aminoácido é determinada pelas concentrações dos demais aminoácidos.

Como há baixa concentração de AACR e alta concentração de AAA, principalmente o Trp<sub>L</sub>, este aminoácido chega ao cérebro para formar a serotonina [75]. Este fenômeno já foi observado em atletas em OT [26] e uma diminuição na concentração sanguínea da razão Trp<sub>L</sub>/AACR tem sido proposta como ferramenta para diagnosticar OT em atletas de endurance [64].

### 2) *Variações no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA)*.

Duclos *et al* [16], observaram que a repetição do estresse fisiológico imposto pelo treinamento físico em corredores de longa distância influenciava na produção do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH). Na realidade, ocorria um aumento da concentração plasmática deste hormônio, contudo não foi observada alteração na concentração plasmática do principal hormônio da sua glândula alvo, ou seja, o cortisol. Isto poderia ser explicado através da diminuição da sensibilidade da glândula adrenal a estimulação do ACTH e/ou a uma diminuição da sensibilidade do eixo hipotálamo-hipófise ao *feedback* negativo imposto pelo cortisol.

Posteriormente Duclos *et al* [15], estimularam o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal através de administração farmacológica e a glândula adrenal com ACTH, concluindo que a concentração normal de cortisol em resposta ao aumento do ACTH induzido pelo estresse físico é, supostamente, resultado da diminuição da sensibilidade da hipófise para o *feedback* negativo do cortisol e não da glândula adrenal ao ACTH.

Luger *et al* [55] verificaram em atletas em OT com hipercortisolismo médio uma diminuição na resposta do cortisol e do ACTH ao hormônio liberador da corticotropina (CRH), mas um aumento normal em resposta ao exercício físico, sugerindo que o estresse imposto pela atividade física sobrepõe o controle do *feedback* negativo exercido pelo aumento da concentração de cortisol.

3) *Disfunção do sistema nervoso autônomo.* A excreção urinária noturna de catecolaminas parece refletir a atividade intrínseca do sistema nervoso simpático [41]. Alguns autores têm verificado uma diminuição da excreção urinária noturna de catecolaminas em atletas em *overtraining* [52, 53]. Além disso, Steidle [81] encontrou uma correlação negativa entre a excreção de catecolaminas e a latência da fase REM do sono ( $r=-0,46$ ;  $p<0,01$ ), confirmando a hipótese de que uma diminuição na excreção de catecolaminas pode indicar a presença de fadiga central. Com relação à concentração plasmática de catecolaminas, em atletas em *overtraining*, tem se observado um aumento nos níveis de noradrenalina plasmática em repouso e em resposta ao exercício de intensidade moderada [46, 49]. Hooper *et al* [34] também verificaram aumento nas concentrações plasmáticas de noradrenalina no repouso, em nadadores em OT. Quanto à adaptação periférica, a capacidade dos órgãos de receberem informação do sistema nervoso central parece ser influenciada pelo *overtraining* [53]. Por exemplo, Lehmann, Foster e Keul [48] concluíram que a implantação de um programa de treinamento diminuiu a sensibilidade da glândula adrenal ao ACTH em atletas recreacionais. Isto poderia explicar alguns estudos que indicaram uma diminuição na liberação do cortisol em atletas em OT [4, 49, 84].

### Estresse oxidativo e *overtraining*

Os radicais livres de oxigênio (RLO) são produzidos naturalmente pelo nosso organismo e muitas vezes são de extrema utilidade, como na ativação do sistema imunológico, no processo de desintoxicação de drogas e na produção do fator relaxante derivado do endotélio (óxido nítrico), que é fundamental para o relaxamento dos vasos sanguíneos [38].

Cerca de 2 a 5% do oxigênio total consumido dá origem a produtos reduzidos como o radical ânion superóxido, peróxido de hidrogênio e radicais hidroxila. Essas espécies de subprodutos são coletivamente chamadas de espécies reativas de oxigênio (EROs) [38]. Altos níveis de EROs são responsáveis por várias ações deletérias, como a oxidação de estruturas celulares e o prejuízo na homeostase intracelular. Com o objetivo de diminuir a ação tóxica da EROs, o organismo dispõe do sistema enzimático antioxidante, no qual as enzimas parecem possuir a capacidade de se adequar ao aumento da produção da EROs através do aumento na sua atividade [72]. Além disso, várias moléculas com ação antioxidante também são consumidas na dieta, como  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E),  $\beta$ -caroteno (precursor de vitamina A), selênio, zinco, cobre, glutathione reduzida (GSR) e ácido ascórbico [89].

Embora essas defesas antioxidantes reduzam o risco de lesões oxidativas da EROs, hábitos de vida inapropriados, tais como, o consumo excessivo de álcool, hábito de fumar, dieta inadequada, exposição freqüente à radiação não ionizante UV, à poluição, além do estresse emocional [18], do envelhecimento [14] e da prática constante de exercício extenuante [18] podem desencadear um desequilíbrio entre a defesa antioxidante e a produção da EROs gerando uma situação de estresse oxidativo.

O exercício físico está associado ao aumento de radicais livres devido ao aumento do consumo de oxigênio pelos tecidos ativos [12, 91]. Bloomer e Goldfarb [6] verificaram que após o exercício físico agudo ou crônico existe um aumento da concentração de radicais livres nos tecidos biológicos que coincide com a presença de danos teciduais.

Na realidade, a relação entre estresse oxidativo e exercício físico está diretamente relacionada à intensidade e duração do exercício. O exercício físico intenso normalmente desencadeia o estresse oxidativo que gera diminuição do desempenho físico, fadiga

muscular, danos musculares e, até, *overtraining* [42], promovendo alteração do sistema imune e do estado de treinamento dos indivíduos [2].

De acordo com Lamprecht *et al* [45], os danos musculares causados pelo estresse oxidativo são mais acentuados em indivíduos pouco treinados que realizam exercícios com intensidade e duração acima do seu condicionamento físico. Miyazaki *et al* [61] verificaram que a realização de um treinamento moderado, antes dos indivíduos serem submetidos ao exercício agudo de alta intensidade, minimiza os efeitos do estresse oxidativo.

A prática regular de atividade física moderada altera positivamente a homeostase oxidativa de células e tecidos, através da diminuição dos danos oxidativos e do aumento da resistência ao estresse oxidativo [12, 13]. Dessa forma são desejados como resposta adaptativa a um treinamento eficiente, altos níveis de defesa antioxidante e baixos níveis de produção do estresse oxidativo [91].

#### Hipótese das citocinas e *overtraining*

As citocinas são pequenas proteínas ou peptídeos que compreendem um grupo muito extenso de moléculas envolvidas na emissão de sinais entre as células, através de um processo análogo ao dos hormônios, durante o desencadeamento das respostas imunes. As citocinas podem ser divididas, de acordo com sua estrutura ou função, em diversas categorias: interferons (IFN), interleucinas (IL-1 a IL-15), fator estimulador de colônias (CSF), fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$  e TNF- $\beta$ ), e fator de transformação de crescimento (TGF- $\beta$ ) [79].

Geralmente, as citocinas são estudadas de acordo com sua função pró ou antiinflamatória. As citocinas pró-inflamatórias incluem as IL-1 $\beta$ , IL-6 e IL-8 e o TNF- $\alpha$ . Também existe uma quantidade de citocinas antiinflamatórias cujo único propósito é regular o processo inflamatório. Algumas dessas citocinas incluem IL-4, IL-10, IL-13, assim como, o receptor antagonista da IL-1 (IL-1ra) [79].

Com relação ao exercício físico, as IL-1 $\beta$  e IL-6 e o TNF- $\alpha$  são as citocinas mais estudadas. Segundo Pedersen, Rohde e Ostrowski [69], a maioria dos estudos avaliam o comportamento dessas citocinas após a realização do esforço físico. O aumento da IL-6 em resposta ao exercício físico foi constatado por

diversos autores [67, 82, 85]. No entanto, os resultados em relação à resposta TNF- $\alpha$  após o exercício são contraditórios. Alguns autores não observaram mudanças [74, 82], enquanto outros constataram aumento desse tipo de citocina [67, 68].

O aumento das citocinas em resposta ao exercício físico ocorre principalmente nas atividades em que a contração é excêntrica. Bruunsgaard *et al* [9] compararam o efeito da contração excêntrica e concêntrica, com o mesmo consumo de oxigênio, na concentração de catecolaminas, citocinas e de creatina quinase (CK). Embora os níveis de catecolaminas não tenham apresentado diferença, o nível de creatina quinase aumentou cerca de 40 vezes, 4 dias após a atividade excêntrica.

No exercício concêntrico não houve alteração na concentração de CK. A concentração de IL-6 aumentou 5 vezes após o exercício excêntrico e apresentou correlação significativa com a concentração de CK. Este estudo indica que existe uma relação entre a concentração de IL-6 e microlesão muscular.

Muitos autores sugerem que as lesões musculoesqueléticas podem ser consideradas como uma manifestação muscular da síndrome de sobre-treino [21, 65]. Seene *et al* [76], através de biópsias musculares, verificaram um grande número de lesões em atletas em *overtraining*.

Smith [79] sugere que as lesões musculares não só ocorrem nos atletas em sobre-treino, como são a causa do OT. A formação de microlesões musculares em resposta ao volume e/ou intensidade de treinamento associadas com recuperação insuficiente seriam a principal causa do *overtraining*. Através dessa linha de raciocínio o autor sugere que a maioria dos sintomas fisiológicos e psicológicos do OT podem surgir de uma lesão muscular.

Contudo, recentemente, Halson *et al* [30] não verificaram nenhuma alteração na concentração plasmática de IL-6 e TNF- $\alpha$  após um período de treinamento intenso de 2 semanas em que houve diminuição da performance e aumento dos distúrbios de humor.

#### Diagnóstico do *overtraining*

Embora muitos estudos tenham sido realizados com o objetivo de determinar parâmetros capazes de detectar o OT, ainda não foi possível estabelecer um marcador universal capaz de identificar, em um

grupo de atletas, aqueles que apresentam possibilidade de desenvolver o OT ao longo de um programa de treinamento [22, 33, 47, 84]. Desta maneira, o monitoramento regular da combinação de variáveis de performance, fisiológicas, psicológicas, bioquímicas e imunológicas parece ser a melhor estratégia para avaliar a adaptação do atleta ao treinamento e evitar o OT.

Dentre a grande quantidade de variáveis citadas em estudos de *overtraining* podemos classificá-las em alguns parâmetros:

### 1) Parâmetros de performance

a) Consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\max$ ): Alguns autores verificaram que o  $VO_2\max$  em teste incremental até à exaustão diminuía nos atletas em OT [49, 80, 84] enquanto outros não verificaram nenhuma alteração [22, 83].

b) Frequência Cardíaca (FC): A FC em repouso parece não apresentar alteração em atletas em OT [33, 51]. Por outro lado, uma série de estudos indica que a FC máxima diminui 5-10 bpm [49, 51, 90].

c) Lactato Sanguíneo: Muitos autores, em diferentes modalidades esportivas, verificaram que a concentração pico de lactato sanguíneo ( $[Lac]_{pico}$ ) diminui em atletas em *overtraining* [11, 31, 83]. Neste tipo de atleta, as concentrações de lactato sanguíneo durante exercício incremental de intensidade moderada ( $[Lac]$ ) também diminuem, refletindo um aumento no cálculo do Limiar Anaeróbio (Lan) que mascara a real condição aeróbia do atleta [5, 35, 37, 39]. Na tentativa de eliminar esta contradição, Snyder *et al* [80] propuseram complementar a mensuração do lactato sanguíneo com as taxas de percepção de esforço (RPE). Assim, a razão  $[Lac]/RPE$  diminuiria nos atletas em OT e permaneceria inalterada quando ocorresse adaptação positiva ao treinamento. Este mecanismo foi considerado eficiente apenas para atletas em OR. Bosquet, Léger e Legros [7], conseguiram corrigir a superestimação do Lan em atletas em OR e OT ao utilizar a  $[Lac]$  como  $\%[Lac]_{pico}$ .

### 2) Parâmetros imunológicos

a) Leucócitos: Normalmente, a quantidade de leucócitos permanece dentro dos valores de referência, mesmo durante períodos de treinamento físico intenso e em atletas em OT [27, 34, 58]. Contudo,

Lehmann *et al* [51] observaram em corredores uma diminuição da quantidade de leucócitos abaixo dos valores de referência, em resposta a um período de quatro semanas em que o volume, e não a intensidade de treinamento, foi dobrado. Matvienko [59] verificou uma diminuição da contagem de leucócitos em atletas com estagnação da performance, mas sem sintomas de OT.

b) Linfócitos: Assim como os leucócitos, o número de linfócitos permanece dentro dos valores de referência em resposta ao treinamento físico intenso ou em atletas em OT [25, 27]. Hooper *et al* [33] não verificaram diferença significativa para contagem de linfócitos entre o grupo de nadadores normal e os classificados em OT durante uma temporada de seis meses.

c) Neutrófilos: Alguns estudos têm registrado, em modalidades esportivas distintas, uma diminuição da atividade basal e pós-exercício dos neutrófilos de atletas comparados com sedentários ou dos mesmos atletas em diferentes fases do treinamento [29, 73, 78]. Com relação à contagem de neutrófilos, Hooper *et al* [33] não verificaram diferença significativa entre o grupo de nadadores normal e os classificados em OT durante uma temporada de seis meses, contudo houve diferença significativa entre os atletas em OT durante o polimento.

d) Eosinófilos: Gabriel *et al* [25] verificaram uma menor quantidade de eosinófilos nos atletas em OT. Fry *et al* [22] também observaram, em atletas em OT, uma diminuição na contagem de eosinófilos antes do início do programa de treinamento intenso.

### 3) Parâmetros hormonais

a) Testosterona: Flynn *et al* [20] verificaram uma diminuição da concentração de testosterona plasmática, assim como da performance, em nadadores após o aumento de 88% do volume de treinamento, durante duas semanas. Sobre o exercício resistido, recentemente Durand *et al* [17] concluíram que, tanto a contração dinâmica excêntrica quanto a concêntrica aumentaram significativamente as concentrações plasmáticas de T e TF.

b) Cortisol: Muitos autores não verificaram nenhuma alteração na concentração plasmática basal de cortisol em atletas em OT [33, 83, 84], enquanto outros observaram um aumento [1, 4], diminuição [49], ou respostas variáveis [31].

c) Razão Testosterona/Cortisol (T/C): Adlercreutz *et al* [1] propuseram que a diminuição superior a 30% na razão T/C indicaria o estado de OT. Embora alguns estudos tenham constatado alterações na razão T/C durante períodos de treinamento intenso [40, 88], a maioria dos pesquisadores não verificou tais alterações em uma série de atletas incluindo corredores [20, 23, 86] e nadadores [20, 33, 40]. Além disso, alguns estudos verificaram queda igual ou superior a 30% na razão T/C, que correspondeu com ganho de performance [19, 32]. Gorostiaga *et al* [28] sugerem que uma queda inferior a 45% da razão T/C nem sempre pode indicar OT.

d) Catecolaminas: Mudanças na concentração plasmática e excreção urinária da noradrenalina têm sido associadas com o OT [58]. Aumento e diminuição da concentração plasmática em repouso e após exercício de alta intensidade, respectivamente, foram registrados em corredores de meio fundo após períodos de treinamento intenso [46, 49, 51, 58]. Hooper *et al* [33] também constataram menor concentração plasmática de noradrenalina em nadadores em OT.

#### 4) Parâmetros hematológicos

a) Hematócrito: Mackinnon *et al* [58] observaram uma tendência do hematócrito de diminuir em nadadoras em OT, após duas e quatro semanas de aumento progressivo no volume de treinamento.

b) Eritrócitos: Mackinnon *et al* [58] verificaram uma diminuição da quantidade de eritrócitos durante quatro semanas de aumento progressivo no volume de treinamento em nadadores. Este declínio, aproximadamente 8-12%, foi similar, em magnitude, ao declínio da concentração de hemoglobina, em valores de 5-9%. Outros autores também constataram diminuição nas concentrações de eritrócitos e hemoglobinas após treinamento de alta intensidade [63, 77].

c) Creatina quinase (CK). Halson *et al* [30], após um período de seis semanas de treinamento com ciclistas, com a terceira e quarta e a quinta e sexta semanas apresentando o dobro e a metade do volume das duas primeiras semanas, respectivamente, observaram um aumento significativo na atividade da CK ao final da terceira e quarta semanas de treinamento.

d) Uréia. A maioria dos estudos não constatou alteração na concentração plasmática de uréia em atletas em OT [44, 47, 49]. Halson *et al* [30] verificaram

uma tendência ( $p = 0,057$ ) da concentração de uréia aumentar após duas semanas em que o volume de treinamento normal em ciclistas foi dobrado.

e) Amônia: Leitzmann, Jung e Seiler [54] verificaram uma diminuição na concentração de amônia nos atletas em OT. Contudo, Halson *et al* [30] verificaram uma tendência ( $p = 0,067$ ) da concentração de amônia aumentar após duas semanas em que o volume de treinamento normal em ciclistas foi dobrado.

f) Creatinina: Lehmann *et al* [47] não observaram alteração na concentração plasmática basal de creatinina em corredores de fundo e meio fundo em resposta ao aumento semanal de aproximadamente 33% no volume de treinamento durante 4 semanas.

#### 5) Parâmetros psicológicos

Alguns estudos têm verificado uma relação diretamente proporcional entre os distúrbios de humor e as cargas de treinamento [20, 62, 66].

O questionário POMS (*Profile of Mood States*), desenvolvido em 1971 por MacNair, Lorr e Droppleman [60] é um dos mais conhecidos instrumentos para estimar estados emocionais e os dados subjetivos acerca dos sentimentos, afetos e humor [8].

Recentemente, Peluso [70] traduziu e validou o questionário POMS para o português. Os atletas em OT, normalmente, apresentam aumento das variáveis negativas e diminuição da variável positiva do POMS [19, 20, 66].

#### Prevenção e tratamento

A prevenção do OT inclui uma periodização do treinamento que permita intercalar sessões de treinamento com repouso adequado. Além disso, é fundamental a execução de testes ao longo da periodização que possibilitem a detecção precoce do OT. Contudo, a interpretação dos resultados obtidos na bateria de testes deve ser conduzida de forma consistente, para que se evite confundir a fadiga normal do treinamento com o OT [24].

Segundo Budget [10] o tratamento mais adequado para o atleta que está em *overtraining* é o repouso, que em geral não deve ser inferior a cinco semanas, com sessões crescentes de atividade aeróbia.

Contudo, a completa recuperação pode levar doze semanas e a individualidade biológica de cada atleta deve ser respeitada.

## AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro: FAPESP (processo 03/04214-3); CNPq (processo 130441/2004-0); Fundunesp (processo 00844/03-DFP).

## CORRESPONDÊNCIA

**Adelino Sanchez Ramos da Silva**  
Rua Rui Barbosa nº 221  
Vila Monteiro  
13560-330, São Carlos  
São Paulo  
Brasil  
[adelinosanchez@hotmail.com](mailto:adelinosanchez@hotmail.com)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adlercreutz H, Harkonen M, Kuopassalmi K, Karvonen J (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int J Sports Med* 7: 27-28
2. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL (2000). Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 32:1576-1581
3. Baptista CAS, Ghorayeb N, Dioguardi GS (1999). Sobretraining. In Ghorayeb N, Barros T (ed). *O Exercício*. São Paulo: Atheneu, 313-320
4. Barron GL, Noakes TD, Levy W, Smith C, Millar RP (1985). Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. *J Clin Endocrinol Metab* 60: 803-806
5. Billat V (1996). Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. *Sports Med* 22: 803-806.
6. Bloomer RJ, Goldfarb AH (2004). Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. *Can J Appl Physiol* 29: 245-263.
7. Bosquet L, Leger L., Legros P (2001). Blood Lactate Response to overtraining in male athletes. *Eur J Appl Physiol* 84: 107-114.
8. Brandão MRF (1999). Psicologia do Esporte. In Ghorayeb N, Barros T (ed). *O Exercício*. São Paulo: Atheneu, 239-245.
9. Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen TL, MacLean DA, Pedersen BK (1997). Exercise-induced increase in interleukin-6 is related to muscle damage. *J Physiol (London)* 499:833-841.
10. Budget R (1994). The overtraining syndrome. *Br Med J* 309: 465-468
11. Callister R, Callister RG, Fleek SJ, Dudley GA (1990). Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Med Sci Sports Exerc* 22: 816-824
12. Cooper CE, Vollaard NB, Choeiri T, Wilson MT (2002). Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochem Soc Trans* 30: 280-285
13. Di Meo S, Venditti P (2001). Mitochondria in exercise-induced oxidative stress. *Biol Signal Recept* 10:125-140
14. Droge W (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* 82:47-95
15. Duclos M, Corcuff JB, Arsac L, Moreau-Gaundry F, Rashedi M, Roger P, Tabarin A, Manier G (1998). Corticotroph axis sensitivity after exercise in endurance-trained athletes. *Clin Endocrinol* 48: 493-501
16. Duclos M, Corcuff JB, Rashedi M, Fougere V, Manier G (1997). Trained versus untrained men: different hypothalamo-pituitary adrenal axis response to exercise recovery. *Eur J Appl Physiol* 75: 343-350
17. Durand RJ, Castracane D, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, O`neal S, Herbert EP, Kraemer RR (2003). Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Sci Sports Exerc* 35: 937-943
18. Elsayed NM (2001). Antioxidant mobilization in response to oxidative stress: a dynamic environmental-nutritional interaction. *Nutrition* 17 828-834
19. Filaire E, Bernain X, Sagnol M, Lac G (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in professional soccer team. *Eur J Appl Physiol* 86: 179-184
20. Flynn MG, Pizsa FX, Boone JB Jr, Andres FF, Michaud TA, Rodriges-Zayas JR (1994). Indices of training stress during

- competitive running and swimming seasons. *Int J Sports Med* 15: 21-26
21. Fry AC (1998). The role training intensity in resistance exercise-overtraining and overreaching. In Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML (ed). *Overtraining in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics, 107-130
  22. Fry RW, Morton AR, Garcia-Webb P, Crawford GPM, Keast D (1992). Biological responses to overload training in endurance sports. *Eur J Appl Physiol* 64: 335-344
  23. Fry RW, Morton AR, Keast D (1991). Overtraining in athletes, an update. *Sports Med* 12: 32-65
  24. Fry RW, Morton AR, Keast D (1992). Periodisation of training stress, a review. *Can J Sport Sci* 17: 234-240
  25. Gabriel HH, Urhausen A, Valet G, Heidelberg U, Kindermann W (1998). Overtraining and immune system: A prospective longitudinal study in endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc* 30: 1151-1157
  26. Gastmann UA, Lehmann MJ (1998). Overtraining and the BCAA hypothesis. *Med Sci Sports Exerc* 30:128-139
  27. Gleeson M, McDonald WA, Cripps AW, Pyne DB, Clancy RL, Fricker PA (1995). The effect on immunity of long term intensive training on elite swimmers. *Clin Exp Immunol* 102: 210-216
  28. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Rosta M, Iribarren J, González-Badillo JJ, Ibáñez J (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 91: 698-707
  29. Hack V, Strobel G, Weiss MN, Weicker H (1994). PMN cell counts and phagocytic activity of highly trained athletes depend on training period. *J Appl Physiol* 77: 1731-1735
  30. Halson LS, Lancaster GL, Jeukendrup AE, Gleeson M (2003). Immunological responses to overreaching in cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 35: 854-861
  31. Hedelin R, Kenttä G, Wiklund U, Bjerle P, Henricsson-Larsé K (2000). Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc* 32: 1480-1484
  32. Hoogeveen AR, Zonderland ML (1996). Relationships between testosterone, cortisol, and performance in professional cyclists. *Int J Sports Med* 17: 423-428
  33. Hooper SL, Mackinnon LT, Gordon RD, Bachmann AW (1993). Hormonal responses of elite swimmers to overtraining. *Med Sci Sports Exerc* 25: 741-747
  34. Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A, Gordon RD, Bachmann AW (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery in elite swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 27: 106-112
  35. Hurley BF, Hagberg JM, Allen WK, Seals DR, Young JC, Cuddihoe RW, Holloszy JO (1984). Effect of training on blood lactate levels during submaximal exercise. *J Appl Physiol* 56: 1260-1264
  36. Israel SZ (1976). Problematik des übertrainings aus internistischer und leistungs physiologischer sicht. *Med Sport* 16: 1-12
  37. Jacobs I (1986). Blood lactate: implications for training and sports performance. *Sports Med* 3: 10-25
  38. Jenkins RR, Goldfarb A (1993). Introduction: oxidant stress, aging and exercise. *Med Sci Sports Exerc* 25: 210-212
  39. Jeukendrup AE, Hesselink MKC, Snyder AC, Kuipers H, Keizer HA (1992). Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int J Sports Med* 13: 534-541
  40. Kirwan JP, Costill DL, Fynn MG, Mitchell JB, Fink WJ, Neuffer PD, Houmard JA (1988). Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 20: 255-259
  41. Kjaer N, Secher H, Bach FW, Sheikh S, Galbo H (1989). Hormonal and metabolic responses to exercise in humans: effect of sensory nervous blockade. *Am J Physiol* 257: 95-100
  42. König D, Wagner KH, Elmadfa I, Berg A (2001). Exercise and oxidative stress: significance of antioxidants with reference to inflammatory, muscular, and systemic stress. *Exerc Immunol Rev* 7:108-133
  43. Koutedakis Y, Sharp CC (1998). Seasonal variations of injury and overtraining in elite athletes. *Clin J Sports Med* 8: 18-21
  44. Kuipers H, Keizer HA (1988). Overtraining in elite athletes: review and directions for the future. *Sports Med* 6: 79-92
  45. Lamprecht M, Greilberger J, Oetti K (2004). Analytical aspects of oxidatively modified substances in sports and exercises. *Nutrition* 20: 728-730
  46. Lehmann M, Baumgartl P, Weisenack C, Seidel A, Baumann H, Fischer S, Spori U, Gendrisch G, Kaminski R, Keul J (1992). Training-overtraining: influence of a defined increase in training volume vs training intensity on performance, catecholamine and some metabolic parameters in experienced middle- and long-distance runners. *Eur J Appl Physiol* 64: 169-177
  47. Lehmann M, Dickhuth HH, Gendrisch G, Lazar W, Thum M, Kaminsky R, Aramend JF, Peterke E, Wieland W, Keul J (1991). Training-overtraining: a prospective, experimental study with experienced middle and long distance runners. *Int J Sports Med* 12: 444-452
  48. Lehmann M, Foster C, Keul J (1993). Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 25: 854-862
  49. Lehmann M, Gastmann U, Petersen KG, Bachl N, Seidel A, Khalaf AN, Fischer S, Keul J (1992). Training-overtraining: performance and hormonal levels after a defined increase in training volume vs. intensity in experienced middle and long-distance runners. *Br J Sports Med* 26: 233-242
  50. Lehmann M, Jakob E, Gastmann U, Steinacker JM, Keul J (1995). Unaccustomed high mileage compared to intensity training-related neuromuscular excitability in distance runners. *Eur J Appl Physiol* 70: 457-461
  51. Lehmann M, Mann H, Gastmann U, Keul J, Vetter D, Steinacker JM, Haussinger D (1996). Unaccustomed high-mileage vs intensity training-related changes in performance and serum amino acid levels. *Int J Sports Med* 17: 187-192
  52. Lehmann M, Schnee W, Scheu R, Stockhausen W, Bachl N (1992). Decreased nocturnal catecholamine excretion: Parameter for an overtraining syndrome in athletes? *Int J Sports Med* 13: 236-242
  53. Lehmann M, Wieland H, Gastmann U (1997). Influence of an unaccustomed increase in training volume vs intensity on performance, hematological and blood-chemical parameters in distance runners. *J Sports Med Phys Fitness* 37: 110-116
  54. Leitzmann L, Jung K, Seiler D (1991). Effect of an extreme physical endurance performance on selected plasma proteins. *Int J Sports Med* 12: 100

55. Luger A, Deuster PA., Kyle SB, Gallucci WT, Montgomery LC, Gold PW, Lynn-Loriaux D, Chrousos GP (1987). Acute hypothalamic-pituitary-adrenal responses to the stress of treadmill exercise. *N Engl J Med* 316: 1309-1315
56. Mackinnon LT (2000). Overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunol Cell Biol* 78: 502-509
57. Mackinnon LT, Hooper SL (1996). Plasma glutamine and upper respiratory tract infection during intensified training in swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 28: 285-90
58. Mackinnon LT, Hooper SL, Jones S, Gordon RD, Bachmann A (1997). Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 29: 1637-1645
59. Matvienko LA (1981). A study of peripheral blood in track and field athletes. *Sov Sports Rev* 16: 50-51
60. McNair DM, Lorr M, Droppleman LF (1971). *Profile of mood states manual*. San Diego: Educational and Industrial Testing Services
61. Mizaki H, Oh-ishi S, Ookawara T, Kizaki T, Toshinai K, Ha S, Haga S, Ji LL, Ohno H (2001). Strenuous endurance training in humans reduce oxidative stress following exhausting exercise. *Eur J Appl Physiol* 84:1-6
62. Morgan WP, Brown DR, Raglin JS, O'Connor PJ, Ellickson KA (1987). Physiological monitoring of overtraining and staleness. *Br J Sports Med* 21: 107-114
63. Newhouse IJ, Clement DB (1988). Iron status in athletes, an update. *Sports Med* 5: 337-352
64. Newsholme EA (1994). Biochemical mechanisms to explain immunosuppression in well-trained and overtrained athletes. *Int J Sports Med* 15: 142-147
65. Noakes T (1991). *Lore of Running*. Champaign, IL: Human Kinetics, 408-425
66. O' Connor PJ, Morgan WP, Raglin JS, Barksdale CM, Kalin NH (1989). Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. *Psychoneuroendocrinology* 14: 303-310
67. Ostrowski K, Hermann C, Bangash A, Schjerling P, Nielsen JN, Pedersen BK (1998). A trauma-like elevation in plasma cytokines in humans in response to treadmill running. *J Physiol (Lond)* 508:949-953
68. Ostrowski K, Rohde T, Asp S, Schjerling P, Pedersen BK (1998). The cytokine balance and strenuous exercise: TNF-alpha, IL-2beta, IL-6, IL-1ra, sTNF-r1, sTNF-r2, and IL-10. *J Physiol (Lond)* 515:287-291
69. Pedersen BK, Rohde T, Ostrowski K (1998). Recovery of the immune system after exercise. *Acta Physiol Scand* 162:325-332
70. Peluso MAM (2003). Alterações de humor associadas à atividade física intensa. Tese (Doutorado)-Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo: São Paulo.
71. Petibois C, Cazola G, Poortmans JB, Deleris G (2002). Biochemical aspects of overtraining in endurance sports: a review. *Sports Med* 32: 867-878
72. Prada FJA, Voltarelli FA, Oliveira CAM, Gobatto CA, Macedo DV, Mello MAR (2004). Condicionamento aeróbico e estresse oxidativo em ratos treinados por natação em intensidade equivalente ao limiar anaeróbico. *Rev Bras Cien Mov* 12: 29-34
73. Pyne DB, Baker MS, Fricker PA, MacDonald WA, Telford RD, Weidemann MJ (1995). Effects of an intensive 12 wk training program by elite swimmers on neutrophil oxidase activity. *Med Sci Sports Exerc* 27: 536-542
74. Rivier A, Pene J, Chanez P, Anselme F, Caillaud C, Pre-Faut C, Godard P, Bousquet J (1994). Release of Cytokines by blood monocytes during strenuous exercise. *Int J Sports Med* 15:192-198
75. Rossi L, Tirapegui J (1999). Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. *Rev Paul Educ Fis* 13:67-82
76. Seene T, Umnova M, Kaasik P (1999). The exercise myopathy. In: Lehmann M, Foster C, Gastmann U, Keizer H, Steinacker J (ed). *Overload, Performance Incompetence and Regeneration in Sport*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 119-130
77. Smith JA (1995). Exercise, training, and red cell turnover. *Sports Med* 19: 9-31
78. Smith JA, Telford RD, Mason IB, Weidemann MJ (1990). Exercise, training and neutrophil microbicidal activity. *Int J Sports Med* 11: 179-87
79. Smith LL (2000). Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Med Sci Sports Exerc* 32: 317-331
80. Snyder AC, Jeukendrup AE, Hesselink MKC, Kuipers H, Foster C (1993). A physiological/psychological indicator of overtraining during intensive training. *Int J Sports Med* 14: 29-32
81. Steinle H (1997). Influence of intensive exercise on sleep and breathing regulation in athletes. Dissertation, University of Freiburg: Freiburg
82. Ullum H, Haahr PM, Diamant M, Palmo J, Halkjaer Kristenses J, Pedersen BK (1994). Bicycle exercise enhances plasma IL-6 but not change IL-1 $\alpha$  IL-1 $\beta$ , IL-6, or TNF- $\alpha$  pre-mRNA in BMNC. *J Appl Physiol* 77:93-97
83. Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W (1998). Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc* 30: 407-414
84. Uusitalo AL, Uusitalo AJ, Rusko HK (1998). Endurance training, overtraining and baroreflex sensitivity in female athletes. *Clin Physiol* 18: 510-20
85. Venkatraman JT, Pendergast D (1998). Effect of the level of dietary fat intake and endurance exercise on plasma cytokines in runners. *Med Sci Sports Exerc* 30: 1198-1204
86. Verde T, Thomas SC, Shepard RJ (1992). Potential markers of heavy training in highly trained distance runners. *Br J Sports Med* 26: 167-175
87. Verma SK, Makindroo SR, Kansal DK (1978). Effect of four weeks of hard physical training on certain physiological and morphological parameters of basketball players. *J Sports Med* 18:379-384
88. Vervoon C, Quist AM, Vermulst JM, Erich WBM, DeVries WR, Thussen HH (1991). The behavior of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med* 12: 257-263
89. Yu BP (1994). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiol Rev* 74: 139-161.
90. Zavorsky GS (2000). Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Med* 29: 13-26
91. Zoopi CC, Antunes-Neto J, Catanho FO, Goulart LF, Motta E, Moura N, Macedo DV (2003). Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Rev Paul Educ Fis* 17: 119-130

ENSAIO

[ESSAY]



# Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas

Carlos Carvalho  
Alberto Carvalho

Laboratório do Movimento Humano  
Instituto Superior da Maia  
Portugal

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.241>

## RESUMO

O objectivo deste trabalho é procurar diferenciar a força explosiva da potência muscular. Apesar de ambas serem manifestações de força rápida, dependem de factores bastante diferentes, têm características distintas e necessitam de metodologias e métodos específicos e independentes no seu treino e desenvolvimento. Sumariamente, podemos dizer que o treino de força explosiva se deve realizar com cargas máximas e a máxima velocidade de contracção muscular, para que se garanta uma suficiente activação nervosa dos factores intramusculares (recrutamento, frequência e descarga dos impulsos e sincronismo das unidades motoras). Contrariamente, o treino da potência deve ser realizado com cargas médias, com máxima velocidade de execução de um determinado gesto, acção e/ou sequência motora específica. Daí cair fortemente na esfera do treino coordenativo ou técnico. Assim se depreende que sejamos da opinião de que estas duas manifestações de força rápida não podem, nem devem, ser identificadas como sinónimos de uma mesma capacidade motora.

*Palavras-chave:* força explosiva, potência muscular, treino da força.

## ABSTRACT

*One should not identify explosive strength with muscular power even if some connection can be found between them*

*The aim of this paper is to search for the difference between explosive strength and muscular power. In spite of both being expressions of speed-strength, they depend on very different factors, have distinct characteristics and need specific and independent methods and methodologies. To sum it all up, it can be said that explosive strength training should be done with maximum loads and the maximum rate of velocity of muscular contraction so that a sufficient nervous activation can be achieved in the intramuscular factors (recruitment, firing frequency and synchronism of nervous stimulus). Contrarily to this, power should be trained with medium loads but with high speed of execution of any specific motor action and/or sequences, therefore falling on a more technical or coordinative training. We can deduce from all this that these two expressions of speed-strength should not be identified as synonyms of the same physical abilities.*

*Key Words:* explosive strength, muscular power, strength training.

**INTRODUÇÃO**

Desde há muito que defendemos que os equívocos terminológicos e conceptuais são questões limitativas da correcta compreensão e análise crítica dos fenómenos. Pensamos mesmo que, se os equívocos e as incorrecções não forem esclarecidos, dificilmente nos podemos entender com clareza e, pior do que isso, dificilmente se poderão conceber metodologias de treino de efectiva eficácia prática. Os conceitos de força explosiva e de potência muscular são, sem dúvida, dois exemplos paradigmáticos da falta de rigor, de consistência e de delimitação entre distintos tipos de força que vulgarmente encontramos na literatura da especialidade.

Assim, o objectivo deste trabalho é procurar diferenciar a força explosiva da potência muscular. Apesar de ambas serem manifestações de força rápida, dependem de factores bastante diferentes, têm características distintas e necessitam de metodologias e métodos específicos e independentes no seu treino e desenvolvimento.

**FORÇA RÁPIDA**

Como é sabido, devemos entender por força máxima (*Fmax*) o valor mais elevado de força que o sistema neuromuscular é capaz de produzir, independentemente do factor tempo (15). Logo que a força é condicionada pelo factor tempo entramos no “reino” da força rápida (*Frap*). A grande maioria das actividades desportivas depende não tanto de altas expressões de força, mas muito mais de que essa força ou parte dela se produza com elevada rapidez. Isto é verdade não só nos lançamentos, saltos ou remates, mas em todas as situações em que é necessário alterações rápidas de direcção e/ou aceleração, como acontece na grande maioria dos eventos desportivos (p. ex.: no futebol, andebol, voleibol, basquetebol, ginástica, etc.).

Se, para além do registo da força produzida, avaliarmos também o tempo do movimento, observamos uma correlação negativa entre *Fmax* e o tempo de movimento. Esta correlação aumentará à medida que as cargas se aproximam do máximo individual (15) e, por outro lado, se a resistência a vencer for baixa, a influência da *Fmax* diminui gradualmente e a velocidade de execução tenderá a assumir maior predominância.

Esta relação de força tempo (velocidade) pode ser expressa através da curva força-tempo (C f-t), ou, então, esta relação que se manifesta entre a força e velocidade pode ser representada por uma curva (hiperbólica) que denominamos por curva força-velocidade (C f-v). Ambas as curvas procuram expressar esta relação difícil, e aparentemente contraditória, de duas propriedades mecânicas dos músculos, que, a nível do rendimento se procura maximizar, a saber: (1) melhorar a capacidade de desenvolver mais força em menos tempo e (2) conseguir que as estruturas musculares tenham a mais elevada produção de força perante um aumento de velocidade de encurtamento muscular.

Como podemos observar na figura 1, qualquer modificação que se produz na C f-t reflecte-se na C f-v e vice-versa. As modificações positivas na C f-t (figura 1a) produzem-se quando a curva se desloca para a esquerda e significam que: (i) para produzir a mesma força se tem menos tempo, ou que (ii) com o mesmo tempo se alcança mais força. Se os resultados são expressos através da C f-v as modificações positivas produzem-se quando a curva se desloca para a direita e o que se identifica é que (i) a mesma resistência desloca-se em maior velocidade, ou que (ii) à mesma velocidade desloca-se mais resistência (figura 1 b).

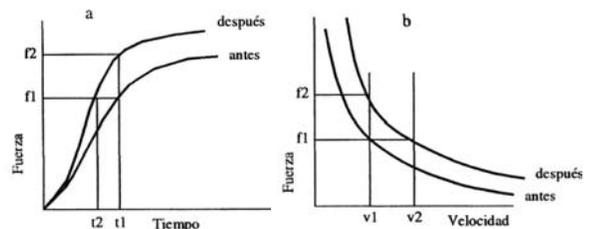


Figura 1. As alterações produzidas na C f-t são equivalentes às produzidas na C f-v [1].

No fundo, o problema da *Frap* é procurar harmonizar duas capacidades motoras que, em valores absolutos, se manifestam em oposição. Tal como se pode constatar pela análise da curva de Hill<sup>1</sup> (curva de força-velocidade), quanto maior é a velocidade de acção muscular concêntrica, menor terá de ser a resistência a superar (no extremo, será sem carga, resistência = 0), ou quanto maior a resistência a vencer, mais

baixa será a velocidade manifestada (no extremo, a velocidade = 0, acção estática/isométrica). Entre estes dois extremos, existe todo um espectro de possibilidades que, dependendo da carga a vencer, do tempo disponível para desenvolver força e do nível de velocidade de execução atingido, nos permite identificar diferentes expressões de força rápida que vamos estruturar em dois grandes sub-grupos: da *força explosiva* e da *potência*.

### FORÇA EXPLOSIVA

A Força explosiva ( $F_{exp}$ ) é o resultado da relação entre a força produzida (manifestada ou aplicada) e o tempo necessário disponível. Portanto, a  $F_{exp}$  é a produção de força numa unidade de tempo e expressa-se em  $N \cdot s^{-1}$ . Podemos de uma forma mais perceptível entender e relacionar a força desenvolvida por um sujeito e a sua relação com o tempo através da análise atenta da C f-t (figura 2). Ao contrário da manifestação máxima de força, enfatiza-se agora que essa  $F_{max}$  ou percentagem seja atingida em cada vez menos tempo. Este conceito é materializado e avaliado pela subida (declive) mais ou menos íngreme da linha de força na curva f-t. Este súbito incremento de força era designado por Verschoshanskij, desde o início dos anos setenta, por força explosiva e corresponde, grosso modo, à mais rápida manifestação de força no mínimo tempo. Na literatura da especialidade, é denominada por Taxa de Produção de Força (TPF), o que significa “proporção, taxa ou velocidade de desenvolvimento ou produção de força em relação ao tempo” (4, 8).

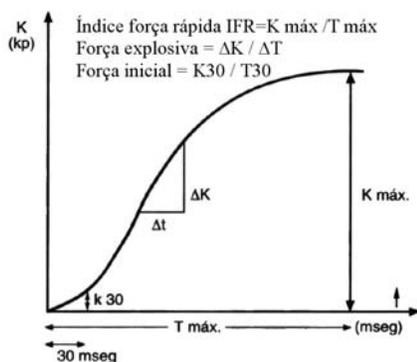


Figura 2. Curva f-t durante uma contração isométrica que se referencia e formula em expressão matemática, respectivamente, Índice de Força Rápida, Força Explosiva e Força Inicial [3]

Esta expressão de força mede-se desde o início da manifestação de força até qualquer ponto da curva f-t. Se se mede desde o início da produção de força até ao momento em que se alcança o valor mais elevado de força [Pico Máximo de Força (PMF)] e se esta acção se fizer contra carga máxima (de preferência contra uma carga inamovível), medimos o que Bührle (2, 99) denomina de Índice de Força Rápida (*I Fráp*) e podemos definir por “Coeficiente entre o valor máximo de força e o tempo máximo que é necessário para o valor de  $F_{max}$  ser atingido”. É quantificado pela seguinte expressão matemática:

$$I \text{ Frap} = F_{\text{max}} / t_{\text{max}}$$

Este índice de *Fráp* exige, nomeadamente na sua maior magnitude, muito tempo para ser atingido - mais de 700 milésimos de segundos (ms) - o que é muito pouco característico da grande maioria das acções desportivas, em que o tempo disponível se situa, genericamente, por volta dos 250 ms. É, por outro lado, neste período temporal que se manifestam as maiores expressões de  $F_{exp}$ . É aqui que a força explosiva é máxima ( $F_{exp \text{ max}}$  ou  $TPF_{\text{max}}$ ), expressa no declive mais acentuado da linha de força na curva de f-t e quantificada matematicamente na equação  $F_{exp \text{ max}} = \Delta F / \Delta t$ . Por ser esta a sub-divisão de força que nos interessa particularmente, iremos, posteriormente, fazer uma análise mais detalhada. Existem alguns autores que, de acordo com este critério tempo, ainda referem uma outra manifestação de força que denominam por *Força Inicial* (3, 15, 16). Definem-na pela capacidade de nos momentos iniciais da tensão muscular se desenvolver a mais alta expressão de força. É fundamental para o óptimo rendimento em disciplinas em que os gestos desportivos requeridos são de grande velocidade inicial, como o Boxe, Karaté, Esgrima, ou em todas as actividades onde haja somente um tempo disponível reduzido e em que seja importante obter consideráveis níveis de força. A Força Inicial é avaliada através do valor de força que é alcançado nos primeiros 30 ms (2, 3) ou 50 ms (15). Quando a resistência a vencer é muito pequena (inferior a 25% da  $F_{max}$ ) e o movimento a realizar pode ser considerado de natureza balística, o factor predominante é Força Inicial, também denominado por Taxa Inicial de

Produção de Força (*TIPF*). Assim, por Força Inicial entende-se a capacidade de o sistema neuromuscular acelerar o mais rapidamente possível, desde zero (14, 16). Na curva força-tempo, a *TIPF* é o início do declive da curva (figura 2).

**FORÇA EXPLOSIVA MÁXIMA OU TAXA DE PRODUÇÃO DE FORÇA MÁXIMA**

Zatsiorskij, citado por Harre e Lotz (10), define força explosiva como a capacidade de obter valores elevados de força em tempo muito curto. O mesmo quer dizer que é a capacidade neuromuscular de superar com alta velocidade de execução resistências bastante altas. A força explosiva depende da velocidade de contracção muscular, em resultado da estimulação neuro-sensorial, ou seja, depende fortemente da intensidade da descarga dos impulsos nervosos (5, 7, 8, 9, 12).

Havendo uma infinidade de possibilidades de medições da força explosiva (*Fexp*) entre os diferentes pontos da curva f-t, constata-se, no entanto, que existe um momento em que a produção de força por unidade de tempo é a mais elevada de todo o percurso da curva, e essa produção de força denomina-se de força explosiva máxima (*Fexp max*) ou Taxa de Produção de Força Máxima (*TPFM*). Podemos defini-la pela máxima produção de força por unidade de tempo em todo o percurso de produção de força. É medida, geralmente, em situação de força isométrica ou pelo menos na fase estática de uma acção dinâmica, e, por isso mesmo, a *Fexp max* produz-se no início da produção de força, i.e., nos primeiros 100 ms, sendo aqui que encontramos a fase de máximo declive da curva f-t.

Se medirmos a força dinamicamente, como se pode observar na figura 3, o pico máximo de força (*PMF*) diminui gradualmente à medida que reduzimos a resistência; quanto mais rapidamente se executa o movimento, menor é o tempo de intervenção, mas, genericamente, é idêntico o nível de desenvolvimento de força. Isto constata-se pela forma de subida ou evolução da curva de força. Também sabemos o que acontece se as cargas a vencer forem de cada vez mais baixa magnitude: o nível de produção diminui irremediavelmente. Assim, com resistências inferiores a 30% da *Fmax* (isométrica), a inclinação da linha da curva de f-t declina para a direita. É, no

entanto, comumente aceite que, com resistências superiores a 30% da força máxima, a *Fexp max* é estável e pode ser sempre máxima. Segundo Badillo e Serna (1), se a resistência a vencer for inferior a 30% da *Fmax*, quase imediatamente após o início de aplicação da força começa a existir movimento; o corpo começa a mover-se antes de se ter aplicado a força necessária para produzir o máximo de força, pelo que não se consegue alcançar o valor máximo de força explosiva *Fexp*, já que o corpo começa a deslocar-se e a força aplicada por unidade de tempo é tanto menor quanto maior for a velocidade de deslocamento. De tudo isto se deduz facilmente que a força explosiva máxima se produz na fase estática de qualquer deslocamento de uma resistência e que se a resistência for muito pequena não se pode produzir a dita força explosiva máxima (1, 22). Por outro lado, há autores que referem que quanto mais elevada for a velocidade, menor é a expressão de força, porque as conexões dos filamentos de actina-miosina se fazem de forma cada vez mais débil, logo é menor a tensão desenvolvida pelo músculo (5, 13).

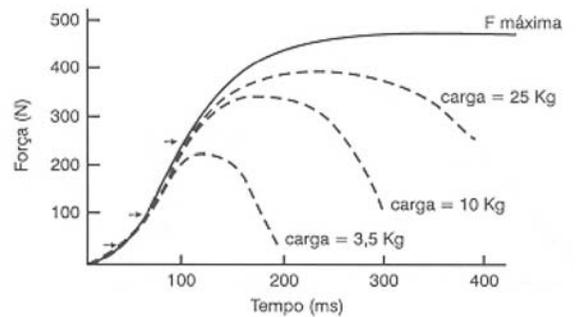


Figura 3. Curva f-t para acção isométrica e concêntrica contra diferentes cargas, em movimento de braço no lançamento de peso de um sujeito. As setas indicam o início da fase concêntrica dos diferentes movimentos (16).

Isto leva-nos, de momento, a duas reflexões. Primeira, que a *Fexp max* não tem nada ou tem pouco que ver com o movimento, mas sim com a sua produção, e segunda, que se deduz da primeira, que é o facto de não fazer grande sentido associar a *Fexp Max*, unicamente, com movimentos muito rápidos. Os exercícios explosivos (ou acções explosivas) não são os que são produzidos a grande velocidade, mas sim aqueles em que se alcança a máxima ou quase máxima produção de força em uma unidade

de tempo (16, 387). Obviamente que a *Fexp* e a *Fexp max* têm uma estreita relação com a velocidade de movimento perante uma determinada resistência, já que a maior ou menor velocidade depende precisamente da capacidade de produzir força rapidamente. Quanto maior é o grau de desenvolvimento da força (produzido na fase estática) mais rapidamente pode ser realizada a fase de aceleração (fase que começa precisamente no início do movimento) (18).

A *Fexp* e a *Fexp max*, como referimos, conseguem maiores expressões de força em presença de resistências máximas ou quasi-máximas. Logo, perante cargas de tal magnitude, para além de existir uma fase estática considerável, a velocidade de deslocamento terá de ser sempre reduzida. A sua aceleração é, naturalmente, baixa, no entanto, a “intenção” de vencer essa carga tem de ser feita com grande explosividade e, assim, a velocidade de contracção muscular terá de ser máxima.

Há aqui que distinguir dois conceitos que muitas vezes a literatura da especialidade não tem explicitado convenientemente: uma coisa é a velocidade de execução de um movimento e outra é a velocidade de contracção muscular, que, não sendo antagónicas, no caso de cargas de magnitude considerável, não são coincidentes.

É por isso que os métodos da Taxa de Produção de Força, também designados de Métodos Máximos, têm como objectivo incrementar a força explosiva e fazem-no através do aumento da capacidade de activação nervosa. Por aumento da capacidade de activação nervosa devemos entender todo o conjunto de mecanismos neurais que podem contribuir para aumentar a capacidade de o músculo produzir força, nomeadamente o recrutamento, a frequência de actividade e a sincronização das unidades motoras (UMs).

Se as UMs que têm a capacidade de produção de força mais elevada são as UMs da fibra tipo II, de acordo com o Princípio do Recrutamento das UMs, estas só serão recrutadas se a resistência a vencer for suficientemente grande para que o limiar de recrutamento seja atingido. Por esta razão, para mobilizar as fibras rápidas, é necessário vencer resistências muito próximas do máximo individual, pois só assim se garante o recrutamento dessas fibras.

Complementarmente, para solicitar o aumento da frequência de actividade das UMs, i.e., o número de

estímulos por unidade de tempo, é crucial que a acção muscular seja realizada de forma explosiva, logo, com uma grande velocidade de contracção muscular. E é aqui que reside o cerne do treino com objectivos de adaptação neural. Assim, é no cumprimento desta dialéctica que se alicerçam todos os métodos de treino da força explosiva ou, também denominados, métodos de desenvolvimento da Taxa de Produção de Força.

Por este motivo o treino de *Fexp* e de *Fexp max* deve ser realizado, preferencialmente, com cargas máximas ou próximas do máximo e com uma velocidade explosiva de contracção muscular. Tendo em conta a capacidade de produzir força, o tempo disponível e resistência a vencer, há que ajustar o treino à especificidade dos gestos e acções desportivas que se pretende desenvolver.

Para terminar, é importante referir que a *Fexp* depende dos seguintes factores principais: capacidade de *Fmax*, tipo e características de contracção das fibras musculares e coordenação intra-muscular (recrutamento, frequência da descarga de impulsos e sincronismo das UMs), e que estes factores se reflectem na produção rápida de força na fase estática e início do movimento e na velocidade de encurtamento do músculo.

## POTÊNCIA MUSCULAR

De volta à Potência Muscular iremos começar por fazer uma abordagem sintética da sua perspectiva mecânica e procurando, de seguida, aproximarmos da sua dimensão de capacidade motora.

O conceito mecânico de trabalho (*W*) refere o produto da força aplicada a um corpo pela distância que percorre na direcção da sua aplicação ( $W = F \cdot d$ ). Expressa-se em Newton.metros (N.m) ou em Joules (J), ( $1 \text{ J} = 1 \text{ N.m}$ ).

Por Potência (*P*) entende-se a razão entre um determinado trabalho mecânico e o tempo em que é efectuado ( $P = W/t$  e expressa-se em Joules/seg. ou Watts).

Se a velocidade é o espaço percorrido em determinado tempo ( $m \cdot s^{-1}$ ), teremos então que  $P = W/t$  o que poderemos substituir por  $P = F \cdot d \cdot t^{-1}$ . Daí poderemos formular que a Potência é igual ao produto da Força pela Velocidade ( $P = F \cdot V$ ), ou seja, o produto da Força que um segmento do corpo pode produzir pela velocidade desse segmento.

O conceito de potência é, deste modo, importante para o treino e está, naturalmente, associado à curva f-v. A potência será, assim, o produto da força pela velocidade em cada instante do movimento. Existe também uma curva de potência, dependente da curva f-v. Ou, mais importante ainda, é o melhor produto força-velocidade conseguido através do movimento que determina o pico máximo de potência, e é este que define as características dinâmicas da força aplicada durante um exercício.

Tendo em atenção o que é evidenciado na curva força-velocidade expressa pela curva em forma de hipérbole de Hill, representada na figura 4, nota-se que, quanto mais elevada é a carga a vencer, mais força tem de ser produzida pela componente contráctil e menor é a velocidade de encurtamento dessas componentes musculares; o ponto mais elevado desta sequência corresponde à força máxima isométrica (estática), já que a velocidade deixa de acontecer, como já referimos. Neste ponto a potência é também nula ( $P = F_{\text{máx}} \cdot 0$ ). No outro extremo da curva, joga-se uma situação inversa em que a carga é igual a zero. O músculo movimenta-se livremente, a velocidade é máxima, pelo menos teoricamente, voltando a Potência a ser nula ( $P = 0 \cdot V_{\text{máx}}$ ). Desta forma surge a curva da potência em forma de sino que oscila entre dois limites, procurando compatibilizar dois factores que conceptualmente se opõem mutuamente (figura 4).

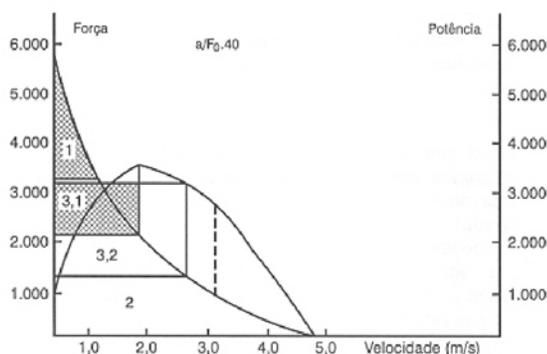


Figura 4. Partindo do pressuposto de que quanto mais elevada for a carga a vencer mais força tem de ser desenvolvida e menor é a velocidade de encurtamento muscular, poder-se-á formar uma curva que oscila entre dois limites, em forma de sino, que procura compatibilizar estes dois factores [força-velocidade] (Adaptado de 17).

A maior potência e a velocidade máxima de contracção não se conseguem perante resistências ligeiras, nem quando utilizamos grandes resistências a velocidade baixa, mas quando realizamos o movimento com cargas e com velocidades intermédias. Segundo a figura 4, Tihanyi (17), a curva força – velocidade e de potência será um contínuo em que se distinguem três grandes zonas:

- 1 – Zona de influência de força maximal: onde se utiliza máxima ou grande força e mínima ou pouca velocidade. A potência desenvolvida é média ou baixa.
- 2 – Zona de velocidade maximal: consegue-se uma grande velocidade perante resistências pequenas. A potência será também média ou baixa.
- 3 – Zona de potência, em que a força aplicada e a velocidade apresentam valores intermédios. A potência alcança os seus níveis máximos e está ainda subdividida:
  - 3.1 – Parte em que o cume do rendimento é limitado pela força máxima;
  - 3.2 – Parte em que o cume do rendimento é limitado pela velocidade máxima.

Poderemos interpretar que nesta zona 3 dever-se-á treinar, ao mesmo tempo, a força e velocidade na sua expressão maximal. Esta zona joga, assim, um papel determinante do ponto de vista do desenvolvimento da força e velocidade.

Antigamente chamava-se a atenção para o facto de que esta relação não se podia fazer seguramente. Agora esta relação é claramente assegurada pelo consenso dos resultados de investigação, os quais demonstram que o treino da força move, favoravelmente, a curva força-velocidade para a direita. Depois do treino da Força, o músculo é mais forte em todas as velocidades de movimento desde uma contracção isométrica a uma contracção realizada à velocidade máxima (6).

O incremento da potência máxima é sempre positivo para o desportista, ainda que a melhoria possa ser gerada por vias distintas e com resultados também distintos. Quando se trabalha com cargas ligeiras, a melhoria da potência consegue-se perante carga idêntica pelo aumento da velocidade de execução; mas quanto maior for a carga aplicada, a melhoria, se se produzir, terá lugar pela magnitude das cargas utilizadas, o que significa que terá havido um

aumento da força e, provavelmente, também de velocidade. O objectivo do treino e as necessidades de cada especialidade devem marcar a via mais adequada das melhorias.

Os valores concretos de força e velocidade (supõe-se que estas sejam sempre o máximo possível), nos quais se alcançam a potência máxima não são os mesmos em todos os sujeitos e especialidades. Em termos médios, a força (resistência a vencer) deve estar entre os 30 a 40% da força isométrica máxima e a velocidade entre os 35 e os 45% da velocidade máxima de contracção contra resistências muito ligeiras ou nulas (5, 17). A oscilação dentro destas margens dependerá das características do desportista e do tipo de treino realizado. Os indivíduos mais fortes e/ou mais lentos geralmente conseguem a sua potência máxima a velocidade menor do que os mais rápidos.

Como resultado, os factores que afectam tanto a força muscular quanto a velocidade de encurtamento determinarão a potência que pode ser produzida. Quando a um músculo chega um impulso nervoso adequado, segundo Enoka (5, p. 307), “os principais determinantes da produção de potência são o número de fibras musculares activadas em paralelo e a velocidade com que os miofilamentos podem converter energia em trabalho mecânico”. Embora a produção de potência seja máxima quando a força muscular é de cerca de um terço do máximo, a produção de potência aumenta à medida que o músculo se torna mais forte (a área de secção transversal aumenta), e, assim, o valor de um terço aumenta (5). E daqui, desde logo, podemos depreender quão errada é, do ponto de vista do treino e incorrecta na perspectiva biomecânica, a convicção de que o desenvolvimento da força muscular induz perda de velocidade.

Por outro lado, a expressão de um movimento desportivo implica, normalmente, a execução de gestos e/ou de um conjunto de gestos com que se procura a harmonização e optimização da acção de um conjunto de músculos que têm responsabilidade na concretização dessa acção. Assim, uma outra possibilidade para o aumento da potência muscular decorre da melhoria da coordenação intermuscular. A coordenação intermuscular expressa a capacidade da melhor cooperação possível entre os músculos agonistas, antagonistas e sinergistas, no que diz respeito ao

objectivo do movimento em causa. A melhoria da potência muscular, que pode atribuir-se a uma melhor coordenação intermuscular, está muito dependente da especificidade do movimento, o que significa que não é muito transferível de um movimento/gesto para outro.

De facto, é bem conhecido que o desenvolvimento de força é específico de determinado padrão de movimento, de determinada velocidade e de tipo de acção muscular utilizados durante o treino. Isto é, naturalmente, ainda muito mais evidente no treino para melhoria de potência, que, na prática, exige domínio de movimentos complexos com interferência de um conjunto de músculos geralmente multi-articulares. Só podemos, então, treinar potência, como de resto velocidade, após um domínio perfeito do gesto que pretendemos desenvolver. Quanto melhor for a mestria técnica do gesto, mais veloz e perfeita a execução e, com isso, o produto final pretendido.

De facto, o treino da potência é, antes de tudo, um aprimoramento, entre duas importantes qualidades: força e velocidade. Donde o treino da potência tem de ser efectuado com uma carga leve (30-60% da carga máxima de acordo com exigência do gesto desportivo pretendido) e vencida à máxima velocidade de execução a tal ponto que, como Schmidtbleicher gosta de caricaturar, seria possível ouvir o “silvar” do movimento; nessa medida, o treino cai fortemente no âmbito do treino coordenativo específico ou treino técnico.

#### EM SÍNTESE

A força explosiva e a potência devem enquadrar-se no grupo das manifestações da força muscular que, geralmente, denominamos de força rápida. Ambas são condicionadas, por esse motivo, pelo factor tempo em que se realizam ou se devem realizar. No entanto, para a força explosiva o determinante é o nível de força expressa e o tempo necessário para tal, independentemente de existir ou não movimento; na potência, o factor substantivo é a velocidade com que se consegue vencer uma determinada resistência, por isso, a sua expressão máxima corresponde à conjugação óptima da carga a vencer (ca. 40% da força máxima isométrica) e da velocidade máxima de movimento que se consegue alcançar perante tal carga. Inferindo-se daí que o treino de força explosi-

va deve realizar-se com cargas máximas e à máxima velocidade de contracção muscular, para que se garanta uma suficiente activação nervosa dos factores intramusculares (recrutamento, frequência e descarga dos impulsos e sincronismo das unidades motoras). Contrariamente, o treino da potência deve ser realizado com cargas médias, com máxima velocidade de execução de um determinado gesto, acção e/ou sequência motora específica (cooperação óptima entre os músculos agonistas, antagonistas e sinérgicos); daí cair fortemente na esfera do treino coordenativo ou técnico.

#### NOTAS

<sup>1</sup> Deixando-se contrair um músculo quando parte de idêntico comprimento mas contra diferentes magnitudes de carga, registam-se diferentes velocidades de encurtamento, o que se denominou por relação força-velocidade. Esta relação deixa-se muito bem descrever por uma função hiperbólica que Hill (11) transformou numa expressão matemática que é conhecida por equação de Hill.

#### CORRESPONDÊNCIA

**Carlos Carvalho**  
Laboratório do Movimento Humano  
Instituto Superior da Maia  
Av. Carlos Oliveira Campos  
4474-690 Avioso, S. Pedro  
Portugal  
ccarvalho@ismai.pt

#### BIBLIOGRAFIA

1. Badillo JJG, Serna JR (2002). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza*. Rendimiento Deportivo. INDE Publicaciones. España.
2. Bührle M. (1985). Dimension des Kraftverhaltes und ihre spezifischen Trainingsmethoden. In M. Bührle (Hrsg.) *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*. Schriftenreihe des Bundesinstitut für Sportwissenschaft 56. Schorndorf: Hofman, 82-111.
3. Bührle M (1986). Zum Grundkonzept des Kraft- und Sprungkrafttrainings. In Carl K, Schiffer J (eds.) *Zur Praxis des Sprungkrafttrainings*. Bundesinstitut Sportwissenschaft.
4. Bührle M, Schmidbleicher D (1981). Komponenten der Maximal und Schnellkraft-Versuch einer Neustrukturierung auf der Basis empirischer Ergebnisse. *Sportwissenschaft* 11, 11-27.
5. Enoka RM (2000). *Bases Neuromecânicas de Cinesiologia* (2ª Edição). Brasil: Manole.
6. Fleck SJ, Kraemer WJ (1987). *Designing Resistance Training Programs*. Champaign, Il.: Human Kinetics Books.
7. Häkkinen K (1985). Factors influencing trainability of muscle strength during short term and prolonged training. *National Strength and Conditioning Association Journal* 7: 32-37.
8. Häkkinen K, Komi PV (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 15: 455-460.
9. Häkkinen K, Komi PV (1985). Effects of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scand J Sports Sci* 7, 65-76.
10. Harre D, Lotz L (1989). O treino da força rápida. *Revista Treino Desportivo*, 12.
11. Hill AV (1938). The heat of shortening and dynamic constraints of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London*. B126: 136-195.
12. Sale DG (1992). Neural adaptation to strength training. In Komi P (ed.) *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Science, 381-395.
13. Sale DG, Norman RW (1982). Testing Strength and Power. In MacDougall et al. (eds.) *Physiological testing of the elite athletes*. New York: Movement Publ., Inc., 7-37.
14. Schmidbleicher D (1984). Strikturanalyse des motorischen Eigenschaft. In *Krafttraining Lehre des Leichtathletik*. Beilage zur Zeitschrift *Leichtathletik* 35(50): 1785-1792.
15. Schmidbleicher D (1985). Klassifizierung des Trainingsmethoden. In *Krafttraining Lehre des Leichtathletik*. Beilage zur Zeitschrift *Leichtathletik* 35(50): 1785-1792.
16. Schmidbleicher D (1992): Trainings for power events. In Komi, P. (ed.) *Strength and Power in Sport*. Oxford, Blackwell Science, 381-395.
17. Tihanyi J (1988). Prinzipien individualisierter Trainingsprotokolle auf der Basis der Muskel-faserzusammensetzung und mechanischer Merkmal. *Leistungssport* 2, 41-45.
18. Verkhoshansky Y (1996). Componenti e struttura dell'impegno esplosivo di forza. *Rivista di Cultura Sportiva* ano XV, n. 34: 15-21.

# Pedagogia da viagem. Arlequim, Mestiço, Híbrido, uma colcha de retalhos

Intervenção nas cerimónias comemorativas dos 30 anos da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, 6 e 7 de Março de 2006

Adroaldo Gaya

<https://doi.org/10.5628/rpcd.06.02.249>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Educação Física  
Porto Alegre  
Brasil

*Parte: saí do ventre de tua mãe,  
Levante: do berço esplêndido.  
Segue o caminho do sol, do mar, da luz e do céu profundo.  
Saí da sombra oferecida pela casa paterna  
E as paisagens juvenis.  
Vai ao vento e à chuva.  
Lá fora, faltam todos os abrigos.  
As tuas idéias iniciais não repetem senão palavras antigas.  
Jovem: velho tagarela.*

(Adaptado de Michel Serres)

A viagem dos filhos, eis o sentido pleno da palavra grega Pedagogia. Pedagogia, a viagem dos filhos, eis do que trato nesta breve intervenção. O telemóvel soa e vibra sobre minha mesa de trabalho. Ao observar o painel luminoso, meu corpo se alegra. É de Portugal! É do Porto! Sendo assim, num lapso de tempo, revejo as probabilidades de quem está a comunicar-se da outra margem do Atlântico: 40% Jorge Bento, 30% António Marques, 20% minha filha Anelise, 8% José Oliveira, 2% alguma agradável surpresa. Atento e na expectativa. Ouço a voz pausada, grave, sonora, quase sacerdotal. É o navegador dos sete mares. Jorge Bento. Nosso timoneiro. O maestro da sinfonia lusófona. Sinfonia que exalta em tom maior a solidariedade entre povos de cultura portuguesa que aprendemos a cantar.

JB me convida para participar deste evento - trinta anos da nossa FCDEF, hoje Faculdade de Desporto - e sugere (melhor seria, designa) a tarefa: falar sobre mobilidade estudantil.

Não dou qualquer chance ao *superego*. As reações fisiológicas do córtex não dão espaço à intervenção do neo-córtex. Neste momento, sou como um animal em perigo. Luta ou foge? Sou emoção e sentimento. Lembro do poeta que canta com incrível lucidez:

*Seja feliz enquanto a razão estiver distraída.*

(Toquinho)

O convite me faz muito feliz. Não vou fugir. Vou aceitar tamanha responsabilidade enquanto a razão estiver distraída.

Aceitei o desafio. Aqui estou e creio ser desnecessário expressar tanta honra, tanto orgulho e a vaidade que faz meu corpo levantar neste momento ímpar. Muito obrigado pelo convite. Muito obrigado por esta honraria. Desejo muitos anos de vida e glória para nossa Faculdade de Desporto.

Mas passado o instante da emoção, após aceitar o honroso convite, seguiu a ansiedade da criação. A razão assume o comando das ações, evidentemente sem embaçar o brilho das emoções. E fico a imaginar: O que dizer sobre mobilidade estudantil?

Relacionar os estudantes que do Brasil vieram a Portugal e que de Portugal foram ao Brasil? Ora! Isto os serviços administrativos de nossas instituições podem fazer com maior competência. Ressaltar aspectos pitorescos dessas aventuras? Isto exigiria uma etnografia que o tempo não permitiria. Contar a história sobre a concepção destes projetos? Isto é uma tarefa coletiva que deve ser realizada entre todos aqueles que, em algum momento, construíram estes programas.

Mas algo me incomodava. O que seria? Bem! Logo descobri. Era a expressão *mobilidade estudantil*. Ela soava em meus ouvidos como uma expressão fria, burocrática, sem brilho, sem emoção. Expressão muito longe de representar a “Caixa de Pandora” onde estão guardadas alegrias, tristezas, medos, desafios, curiosidades, aprendizagens, amizades fraternas, abraços, lágrimas... Mobilidade estudantil... não! É muito burocrático e sem brilho. Vamos transformá-la numa pedagogia. Sim, num discurso pedagógico. A pedagogia dos viajantes? Quem sabe a pedagogia de encontros e despedidas? Ou, citando Rui Veloso, a pedagogia dos cavaleiros andantes? Volto à pedagogia no sentido atribuído pelas palavras do cientista, filósofo e poeta Michel Serres:

*Nenhuma aprendizagem evita a viagem. Sob a orientação de um guia, a educação empurra para o exterior*

Volto ao início:

*Parte: sai do ventre de tua mãe, do berço, da sombra oferecida pela casa paterna e as paisagens juvenis. Ao vento e à chuva: lá fora, faltam todos os abrigos. As tuas idéias iniciais não repetem senão palavras antigas. Jovem tagarela. A viagem dos filhos eis o sentido despido da palavra grega pedagogia.*

(Michel Serres)

Viagem, pedagogia, pedagogia de encontros e despedidas: eis o mais profundo significado que neste discurso dou a expressão burocrática *mobilidade estudantil*.

Pedagogia na poesia de Vitorino:

*Perguntei ao vento  
Onde foi encontrar*

*Mago, sopra encanto  
Nau da vela em cruz  
Foi nas ondas do mar  
Do mundo inteiro  
Terras da perdição*

Terras da perdição. Pedagogia de encontros e despedidas. Jovens que atravessam oceanos. São gaúchos, brasileiros, gremistas, que cantam e dançam o samba. Hoje jovens da cultura lusófona. Também, tripeiros, portugueses, portistas e que cantam o fado. Tripeiros de Trás-os Montes, das margens do D’Ouro. Portugueses, enfim, que cantam nas tunas universitárias. Hoje, também, gaúchos, paulistas, manauaras, nordestinos que dançam forró e cantam pagodes.

São híbridos. São mestiços. Arlequins com seus mantos furta-cores. Meninos e meninas que atravessam o oceano, se tornam mestiços. Arlequins com retalhos multicoloridos. Uma colcha de retalhos. Já falam em português do Brasil com sotaque lusitano. Falam português de Portugal com gírias e “ss” do Brasil. Colcha de retalhos. Pele tatuada pela experiência de uma nova cultura.

Não sou mais o mesmo brasileiro que um dia chegou neste país, nesta cidade, nesta Faculdade. Tampouco minha filha é a mesma brasileira que, em sua adolescência, estudou em Espinho e, na sua juventude, mudou-se para Portugal Não somos da mesma forma portugueses. Quem somos, minha filha? Somos mestiços, brasileiros que fomos tatuados por hábitos e costumes desta terra. Somos mestiços, arlequins, híbridos. Uma colcha de retalhos. Como alguns dizem por estas bandas, para o bem ou para o mal, somos “brasucas”.

Mas quem viaja, quem atravessa o oceano, leva consigo suas raízes. Jamais abandonaremos nossa cultura de origem. Ela está tatuada, indelével em nossa pele. Somos e sempre seremos brasileiros em Portugal ou portugueses no Brasil. Mas:

*Depois de ter deixado a margem, permanece-se algum tempo muito mais perto de um do que do outro lado, mesmo de frente, pelo menos o suficiente para que o corpo se entregue a esse cálculo e diga silenciosamente que pode sempre regressar.*

(Michel Serres)

Mas, feita a travessia, nos tornamos estranhos na outra margem. Costumes, hábitos diversos. Um outro mundo. E então, paulatinamente, se formos suficientemente inteligentes, aprendemos e apreendemos traços da nova cultura. Vamos tecendo sobre nossa pele uma nova tatuagem. Vamos nos transformando num arlequim de roupa multicolorida. Um ser híbrido. Uma colcha de retalhos. Enfim, um ser culto. Antes neto de uma índia Kaingang com um português, nascido em Esteio, criado em Porto Alegre, gaúcho, gremista, brasileiro; hoje também tripeiro, portista, português. Somos duplos? É claro que não somos duplos. Somos, isso sim, um ser por inteiro, mais humano, mais solidário, mais comunitário. Sou, sim, um gaúcho mais português, um sujeito mais universal, um ser mais humano.

Senhores e senhoras: Pedagogia. A viagem dos filhos, legítima aprendizagem.

*Partir. Sair. Deixar-se um dia seduzir. Tornar-se em vários, enfrentar o exterior, bifurcar em qualquer direção. Não existe aprendizagem sem exposição, muitas vezes perigosa. Não existe aprendizagem sem errância.*

(Michel Serres)

*Lua, espada nua  
Banha no céu imensa e amarela  
Tão redonda a lua  
Como flutua  
Vem navegando o azul do firmamento  
E num silêncio lento  
Um trovador cheio de estrelas*

(Tom Jobim)

Sim, navegando num silêncio lento. Um trovador cheio de estrelas. Um estudante cheio de sonhos e expectativas. Em sua bagagem muito é o que contar. Seu conhecimento científico, sua história, sua vida, sua cultura. Mas, no retorno, sua bagagem é muito mais pesada. Traz consigo suas aprendizagens da nova terra. Novos conhecimentos científicos, novas histórias, uma vida que, submetida ao desafio de uma nova cultura, adapta-se. É uma nova vida. Bifurcou. Aquele que foi não é o mesmo que volta. É um mestiço, arlequim, um híbrido, uma colcha de retalhos.

Assim como os estudantes portugueses colam em suas capas negras os escudos que representam locais, instituições ou algo que lhes é significativo, os viajantes tatuam em sua pele as experiências e histórias vividas nos diversos destinos. Enfim, somos arlequins, mestiços, híbridos. Viajantes. Uma colcha de retalhos. Somos, na partida, como cera, madeira, bronze, mármore bruto, onde se moldam as mais sofisticadas obras de arte. Carregamos, em nosso ser, um infindável caderno de folhas em branco sempre prontas a receber novos contos, poesias, histórias reais ou de ficção. Somos uma tela onde pintamos imagens e recordações. Somos uma pauta onde a canção da existência faz eterno o fado de nossas vidas.

Pedagogia de encontros e despedidas.

Meu caro Jorge Bento

Mobilidade estudantil é uma expressão muito pobre para representar todo o significado da verdadeira pedagogia que nossas instituições subscrevem neste legado de amizade, solidariedade, companheirismo. Nesta aprendizagem sobre os valores culturais mais significativos de nossa existência. Repito. Somos arlequins, mestiços, híbridos. Uma colcha de retalhos. Pois, em cada regresso ao Porto cantamos:

*Quem vem e atravessa o rio  
Junto à Serra do Pilar  
Vê um velho casario  
Que se estende até ao mar*

(Rui Veloso)

E quando retornamos, ainda no avião, ao avistar o Cristo Redentor, cantamos com Tom Jobim:

*Minha alma canta  
Vejo o Rio de Janeiro  
Estou morrendo de saudades.*

Mobilidade estudantil uma verdadeira pedagogia. Uma pedagogia de encontros e despedidas.

Meu caro Jorge Bento

Peço-lhe desculpas se minha fala, de algum modo, frustrou suas expectativas. E, enfim, aos estudantes que já foram e voltaram, aos que ainda irão e aqui chegarão, dedico os versos de Milton Nascimento:

*Tem gente que chega pra ficar  
Tem gente que vai pra nunca mais  
Tem gente que vem e quer voltar  
Tem gente que vai e quer ficar  
Tem gente que veio só olhar  
Tem gente a sorrir e a chorar  
E assim chegar e partir.*

Mobilidade estudantil. A pedagogia dos encontros e despedidas.

Enfim, com versos de Pessoa e na música de Caetano Veloso, cantemos nossa pedagogia.

*Navegar é preciso  
Viver não é preciso  
Navegar é preciso  
Viver não preciso.*

## NORMAS DE PUBLICAÇÃO

### Tipos de publicação

#### *Investigação original*

A RPCD publica artigos originais relativos a todas as áreas das ciências do desporto.

#### *Revisões da investigação*

A RPCD publica artigos de síntese da literatura que contribuam para a generalização do conhecimento em ciências do desporto. Artigos de meta-análise e revisões críticas de literatura são dois possíveis modelos de publicação. Porém, este tipo de publicação só estará aberto a especialistas convidados pela RPCD.

#### *Comentários*

Comentários sobre artigos originais e sobre revisões da investigação são, não só publicáveis, como são francamente encorajados pelo corpo editorial.

#### *Estudos de caso*

A RPCD publica estudos de caso que sejam considerados relevantes para as ciências do desporto. O controlo rigoroso da metodologia é aqui um parâmetro determinante.

#### *Ensaio*

A RPCD convidará especialistas a escreverem ensaios, ou seja, reflexões profundas sobre determinados temas, sínteses de múltiplas abordagens próprias, onde à argumentação científica, filosófica ou de outra natureza se adiciona uma forte componente literária.

#### *Revisões de publicações*

A RPCD tem uma secção onde são apresentadas revisões de obras ou artigos publicados e que sejam considerados relevantes para as ciências do desporto.

### Regras gerais de publicação

Os artigos submetidos à RPCD deverão conter dados originais, teóricos ou experimentais, na área das ciências do desporto. A parte substancial do artigo não deverá ter sido publicada em mais nenhum local. Se parte do artigo foi já apresentada publicamente deverá ser feita referência a esse facto na secção de Agradecimentos.

Os artigos submetidos à RPCD serão, numa primeira fase, avaliados pelos editores-chefe e terão como critérios iniciais de aceitação: normas de publicação, relação do tópico tratado com as ciências do desporto e mérito científico. Depois desta análise, o artigo, se for considerado previamente aceite, será avaliado por 2 “referees” independentes e sob a forma de análise “duplamente cega”. A aceitação de um e a rejeição de outro obrigará a uma 3ª consulta.

### Preparação dos manuscritos

#### *Aspectos gerais*

Cada artigo deverá ser acompanhado por uma carta de rosto que deverá conter:

- Título do artigo e nomes dos autores;
- Declaração de que o artigo nunca foi previamente publicado;

#### *Formato*

- Os manuscritos deverão ser escritos em papel A4 com 3 cm de margem, letra 12 e com duplo espaço e não exceder 20 páginas;
- As páginas deverão ser numeradas sequencialmente, sendo a página de título a nº1;
- É obrigatória a entrega de 4 cópias;
- Uma das cópias deverá ser original onde deverá incluir as ilustrações também originais;

#### *Dimensões e estilo*

- Os artigos deverão ser o mais sucintos possível; A especulação deverá ser apenas utilizada quando os dados o permitem e a literatura não confirma;
- Os artigos serão rejeitados quando escritos em português ou inglês de fraca qualidade linguística;
- As abreviaturas deverão ser as referidas internacionalmente;

#### *Página de título*

A página de título deverá conter a seguinte informação:

- Especificação do tipo de trabalho (cf. Tipos de publicação);
- Título conciso mas suficientemente informativo;
- Nomes dos autores, com a primeira e a inicial média (não incluir graus académicos)

- “Running head” concisa não excedendo os 45 caracteres;
- Nome e local da instituição onde o trabalho foi realizado;
- Nome e morada do autor para onde toda a correspondência deverá ser enviada;

#### *Página de resumo*

- Resumo deverá ser informativo e não deverá referir-se ao texto do artigo;
- Se o artigo for em português o resumo deverá ser feito em português e em inglês;
- Deve incluir os resultados mais importantes que suportem as conclusões do trabalho; Deverão ser incluídas 3 a 6 palavras-chave;
- Não deverão ser utilizadas abreviaturas;
- O resumo não deverá exceder as 200 palavras;

#### *Introdução*

- Deverá ser suficientemente compreensível, explicitando claramente o objectivo do trabalho e relevando a importância do estudo face ao estado actual do conhecimento;
- A revisão da literatura não deverá ser exhaustiva;

#### *Material e métodos*

- Nesta secção deverá ser incluída toda a informação que permite aos leitores realizarem um trabalho com a mesma metodologia sem contactarem os autores;
- Os métodos deverão ser ajustados ao objectivo do estudo; deverão ser replicáveis e com elevado grau de fidelidade;
- Quando utilizados humanos deverá ser indicado que os procedimentos utilizados respeitam as nor-

- mas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsínquia de 1975);
- Quando utilizados animais deverão ser utilizados todos os princípios éticos de experimentação animal e, se possível, deverão ser submetidos a uma comissão de ética;
- Todas as drogas e químicos utilizados deverão ser designados pelos nomes genéricos, princípios activos, dosagem e dosagem;
- A confidencialidade dos sujeitos deverá ser estritamente mantida;
- Os métodos estatísticos utilizados deverão ser cuidadosamente referidos;

#### Resultados

- Os resultados deverão apenas conter os dados que sejam relevantes para a discussão;
- Os resultados só deverão aparecer uma vez no texto: ou em quadro ou em figura;
- O texto só deverá servir para relevar os dados mais relevantes e nunca duplicar informação;
- A relevância dos resultados deverá ser suficientemente expressa;
- Unidades, quantidades e fórmulas deverão ser utilizados pelo Sistema Internacional (SI units).
- Todas as medidas deverão ser referidas em unidades métricas;

#### Discussão

- Os dados novos e os aspectos mais importantes do estudo deverão ser relevados de forma clara e concisa;
- Não deverão ser repetidos os resultados já apresentados;

- A relevância dos dados deverá ser referida e a comparação com outros estudos deverá ser estimulada;
- As especulações não suportadas pelos métodos estatísticos não deverão ser evitadas;
- Sempre que possível, deverão ser incluídas recomendações;
- A discussão deverá ser completada com um parágrafo final onde são realçadas as principais conclusões do estudo;

#### Agradecimentos

Se o artigo tiver sido parcialmente apresentado publicamente deverá aqui ser referido o facto; Qualquer apoio financeiro deverá ser referido;

#### Referências

- As referências deverão ser citadas no texto por número e compiladas alfabeticamente e ordenadas numericamente;
- Os nomes das revistas deverão ser abreviados conforme normas internacionais (ex: Index Medicus);
- Todos os autores deverão ser nomeados (não utilizar et al.);
- Apenas artigos ou obras em situação de “in press” poderão ser citados. Dados não publicados deverão ser utilizados só em casos excepcionais sendo assinados como “dados não publicados”;
- Utilização de um número elevado de resumos ou de artigos não “peer-reviewed” será uma condição de não aceitação;

#### Exemplos de referências

##### ARTIGO DE REVISTA

1 Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RA (1998). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *Int J Sports Med* 18: 113-117

##### LIVRO COMPLETO

Hudlicka O, Tyler KR (1996). *Angiogenesis. The growth of the vascular system*. London: Academic Press Inc. Ltd.

##### CAPÍTULO DE UM LIVRO

Balon TW (1999). Integrative biology of nitric oxide and exercise. In: Holloszy JO (ed.). *Exercise and Sport Science Reviews* vol. 27. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 219-254

##### FIGURAS

Figuras e ilustrações deverão ser utilizadas quando auxiliam na melhor compreensão do texto; As figuras deverão ser numeradas em numeração árabe na sequência em que aparecem no texto; Cada figura deverá ser impressa numa folha separada com uma legenda curta e concisa; Cada folha deverá ter na parte posterior a identificação do autor, título do artigo. Estas informações deverão ser escritas a lápis e de forma suave; As figuras e ilustrações deverão ser submetidas com excelente qualidade gráfica, a preto e branco e com a qualidade necessária para serem reproduzidas ou reduzidas nas suas dimensões; As fotos de equipamento ou sujeitos deverão ser evitadas;

#### QUADROS

Os quadros deverão ser utilizados para apresentar os principais resultados da investigação. Deverão ser acompanhados de um título curto; Os quadros deverão ser apresentados com as mesmas regras das referidas para as legendas e figuras; Uma nota de rodapé do quadro deverá ser utilizada para explicar as abreviaturas utilizadas no quadro.

#### Endereço para envio de artigos

**Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**  
Faculdade de Desporto  
da Universidade do Porto  
Rua Dr. Plácido Costa, 91  
4200.450 Porto  
Portugal

PUBLICATION NORMS

**Working materials  
(manuscripts)**

*Original investigation*

The PJSS publishes original papers related to all areas of Sport Sciences.

*Reviews of the literature*

*(state of the art papers)*

State of the art papers or critical literature reviews are published if, and only if, they contribute to the generalization of knowledge. Meta-analytic papers or general reviews are possible modes from contributing authors. This type of publication is open only to invited authors.

*Commentaries*

Commentaries about published papers or literature reviews are highly recommended by the editorial board and accepted.

*Case studies*

Highly relevant case studies are favoured by the editorial board if they contribute to specific knowledge within the framework of Sport Sciences research. The meticulous control of research methodology is a fundamental issue in terms of paper acceptance.

*Essays*

The PJSS shall invite highly regarded specialists to write essays or careful and deep thinking about several themes of the sport sciences mainly related to philosophy and/or strong argumentation in sociology or psychology.

*Book reviews*

The PJSS has a section for book reviews.

**General publication rules**

All papers submitted to the PJSS are obliged to have original data, theoretical or experimental, within the realm of Sport Sciences. It is mandatory that the submitted paper has not yet been published elsewhere. If a minor part of the paper was previously published, it has to be stated explicitly in the acknowledgments section. All papers are first evaluated by the editor in chief, and shall have as initial criteria for acceptance the following: fulfilment of all norms, clear relationship to Sport Sciences, and scientific merit. After this first screening, and if the paper is firstly accepted, two independent referees shall evaluate its content in a "double blind" fashion. A third referee shall be considered if the previous two are not in agreement about the quality of the paper. After the referees receive the manuscripts, it is hoped that their reviews are posted to the editor in chief in no longer than a month.

**Manuscript preparation**

*General aspects*

The first page of the manuscript has to contain:

- Title and author(s) name(s)
- Declaration that the paper has never been published

*Format*

- All manuscripts are to be typed in A4 paper, with margins of 3 cm, using Times New Roman style size 12 with double space, and having no more than 20 pages in length.
- Pages are to be numbered sequentially, with the title page as nr.1.
- It is mandatory to send 4 copies;
- One of the copies is the original that has to have original illustrations.

*Size and style*

- Papers are to be written in a very precise and clear language. No place is allowed for speculation without the boundaries of available data.
- If manuscripts are highly confused and written in a very poor Portuguese or English they are immediately rejected by the editor in chief.
- All abbreviations are to be used according to international rules of the specific field.

*Title page*

- Title page has to contain the following information:
- Specification of type of manuscript (but see working materials-manuscripts).
- Brief and highly informative title.
- Author(s) name(s) with first and middle names (do not write academic degrees)

- Running head with no more than 45 letters.
- Name and place of the academic institutions.
- Name, address, fax number and email of the person to whom the proof is to be sent.

*Abstract page*

- The abstract has to be very precise and contain no more than 200 words, including objectives, design, main results and conclusions. It has to be intelligible without reference to the rest of the paper.
- Portuguese and English abstracts are mandatory.
- Include 3 to 6 key words.
- Do not use abbreviations.

*Introduction*

- Has to be highly comprehensible, stating clearly the purpose(s) of the manuscript, and presenting the importance of the work.
- Literature review included is not expected to be exhaustive.

*Material and methods*

- Include all necessary information for the replication of the work without any further information from authors.
- All applied methods are expected to be reliable and highly adjusted to the problem.
- If humans are to be used as sampling units in experimental or non-experimental research it is expected that all procedures follow Helsinki Declaration of Human Rights related to research.
- When using animals all ethical principals related to animal experimentation are to be respected, and when

possible submitted to an ethical committee.

- All drugs and chemicals used are to be designated by their general names, active principles and dosage.
- Confidentiality of subjects is to be maintained.
- All statistical methods used are to be precisely and carefully stated.

#### Results

- Do provide only relevant results that are useful for discussion.
- Results appear only once in Tables or Figures.
- Do not duplicate information, and present only the most relevant results.
- Importance of main results is to be explicitly stated.
- Units, quantities and formulas are to be expressed according to the International System (SI units).
- Use only metric units.

#### Discussion

- New information coming from data analysis should be presented clearly.
- Do not repeat results.
- Data relevancy should be compared to existing information from previous research.
- Do not speculate, otherwise carefully supported, in a way, by insights from your data analysis.
- Final discussion should be summarized in its major points.

#### Acknowledgements

- If the paper has been partly presented elsewhere, do provide such information.
- Any financial support should be mentioned.

#### References

- Cited references are to be numbered in the text, and alphabetically listed.
- Journals' names are to be cited according to general abbreviations (ex: Index Medicus).
- Please write the names of all authors (do not use *et al.*).
- Only published or "in press" papers should be cited. Very rarely are accepted "non published data".
- If non-reviewed papers are cited may cause the rejection of the paper.

#### Examples

##### PEER-REVIEW PAPER

1 Pincivero DM, Lephart SM, Kurunakara RA (1998). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. In *J Sports Med* 18:113-117

##### COMPLETE BOOK

Hudlicka O, Tyler KR (1996). *Angiogenesis. The growth of the vascular system*. London: Academic Press Inc. Ltd.

##### BOOK CHAPTER

Balon TW (1999). Integrative biology of nitric oxide and exercise. In: Holloszy JO (ed.). *Exercise and Sport Science Reviews* vol. 27. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 219-254

##### FIGURES

Figures and illustrations should be used only for a better understanding of the main text.  
Use sequence arabic numbers for all Figures.  
Each Figure is to be presented in a separated sheet with a short and precise title.

In the back of each Figure do provide information regarding the author and title of the paper. Use a pencil to write this information.

All Figures and illustrations should have excellent graphic quality I black and white.

Avoid photos from equipments and human subjects.

#### TABLES

Tables should be utilized to present relevant numerical data information.

Each table should have a very precise and short title. Tables should be presented within the same rules as Legends and Figures.

Tables' footnotes should be used only to describe abbreviations used.

**General address of the Portuguese Journal of Sport Sciences**

**Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**  
Faculdade de Desporto  
da Universidade do Porto  
Rua Dr. Plácido Costa, 91  
4200.450 Porto  
Portugal

**ARTIGOS DE INVESTIGAÇÃO**  
**[RESEARCH PAPERS]**

Alterações imunológicas e antropométricas induzidas por uma ultramaratona em Kayak. Um estudo de caso  
*Immunological and antropometric changes induced by an ultramarathon in kayak. A case study*

J.A. Rodrigues dos Santos, J. Candeias, M.C. Magalhães

Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de Futebol

*Comparison between the effort intensity of young soccer players in the first and second halves of the soccer game*

Lucas Mortimer, Luciano Condessa, Vinicius Rodrigues, Daniel Coelho, Danusa Soares, Emerson Silami-Garcia

Exercício contínuo e intermitente. Efeitos do treinamento e do destreino sobre o peso corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos

*Continuous and intermittent exercise. Effects of training and detraining on body weight and muscle metabolism in obese rats*

Larissa Braga, Maria Mello, Fúlvia Manchado, Claudio Gobatto

Exercício rosca bíceps: influência do tempo de execução e da intensidade da carga na atividade eletromiográfica de músculos lombares

*Biceps curl exercise: endurance time and load level effects in the electromyographic activity of lumbar muscles*

Anderson Oliveira, Mauro Gonçalves, Adalgiso Cardozo, Fernando Barbosa

Efeito do número de demonstrações na aquisição de uma habilidade motora: um estudo exploratório

*Effect of the number of demonstrations on a motor skill learning. An exploratory study*

Alessandro Bruzi, Leandro Palhares, João Fialho, Rodolfo Benda, Herbert Ugrinowitsch

Análise da assimetria nos padrões fundamentais arremessar e chutar em crianças

*Asymmetry analysis of overarm throwing and kicking motor patterns in children*  
Ika Santos, Guilherme Lage, Adriana Calvacante, Herbert Ugrinowitsch, Rodolfo Benda.

A competência percebida pelos alunos, as expectativas do professor e o desempenho académico: como se relacionam na disciplina de educação física?

*Pupil's self-perceived competence, teacher expectations, and academic performance: how do they relate in Physical Education?*

José Henrique, Carlos Januário

As associações desportivas em Porto Alegre, Brasil: espaço de representação da identidade cultural teuto-brasileira

*The sport associations in Porto Alegre, Brazil: space for representation of the German-Brazilian cultural identity*

Janice Mazo, Adroaldo Gaya

**ARTIGOS DE REVISÃO**  
**[REVIEWS]**

Glicocorticóides e síndrome metabólica: aspectos favoráveis do exercício físico nesta patofisiologia  
*Metabolic Syndrome and Glucocorticoid: Favorable aspects of physical exercise on this pathophysiology*

J. Rodrigo Pauli, Luciana Souza, Gustavo Rogatto, Ricardo Gomes, Eliete Luciano

Compreendendo o *overtraining* no desporto: da definição ao tratamento

*Understanding overtraining in sports: from definition to treatment*

Adelino S. R. Silva, Vanessa Santhiago, Cláudio A. Gobatto

**ENSAIO**  
**[ESSAY]**

Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas

*One should not compare explosive strength and muscular power even if some connection can be found between both abilities*

Carlos Carvalho, Alberto Carvalho

Pedagogia da viagem. Arlequim, Mestiço, Híbrido, uma colcha de retalhos

*Traveler's pedagogy*

Adroaldo Gaya