

**Artigo original**João Augusto Reis de Moura<sup>1</sup>Cláudia Cruz Lunardi<sup>2</sup>João Luiz Zinn<sup>2</sup>**EFEITO AGUDO DO TREINAMENTO RESISTIDO COM PESOS  
SOBRE O PESO HIDROSTÁTICO, DENSIDADE CORPORAL E  
PERCENTUAL DE GORDURA****EFFECT ACUTE OF RESISTIVE TRAINING WITH WEIGHT ON HYDROSTATIC  
WEIGHT, BODY DENSITY, AND PERCENTAGE OF FAT****RESUMO**

Este estudo teve por objetivo verificar se uma sessão de Treinamento Resistido com Pesos (TRP) visando Resistência Muscular Localizada (RML) ou objetivando Aumento de Volume Muscular (AVM) causariam alterações significativas no Peso Hidrostático (PH), Densidade Corporal (DC) e Percentual de Gordura (%G). Participaram da amostra nove homens com idade entre 17 e 26 anos que possuíam um nível básico de TRP e eram adaptados ao meio líquido. A coleta do estudo foi realizada em três dias, sendo que no primeiro os sujeitos realizavam o teste de 1RM em 10 exercícios que fizeram parte do treinamento. Dois dias após, os sujeitos realizavam a pesagem hidrostática (pré-treinamento), seguido imediatamente de um TRP configurado para AVM e novamente outra pesagem hidrostática (pós-treinamento). Dois dias após realizaram o mesmo processo anterior, no entanto com TRP configurado para RML. O tratamento estatístico mostrou que não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os resultados de pré e pós-treinamento nas variáveis PH, DC e %G (teste 't' de Student). A interação entre os fatores tipo de treinamento (AVM e RML) e momento da pesagem (pré e pós-treinamento) não foi significativa (ANOVA bifatorial 2x2) sendo que os resultados de PH, DC e %G não dependem do treinamento de AVM ou RML. A correlação linear de Pearson mostrou-se significativa ( $r \geq 0,94$ ) entre os valores de pré e pós-treinamento. Concluiu-se que o TRP não tem efeitos sobre os resultados de PH, DC e %G independentemente do tipo de treinamento executado, assim a pesagem hidrostática pode ser realizada antes ou após o TRP sem modificações significativas nos resultados.

**Palavras-chave:** pesagem hidrostática, densidade corporal, percentual de gordura, treinamento de força.

**ABSTRACT**

The objective of this study was to verify if a session of Resistive training with Weights (TRP) seeking Local Muscular Resistance (RML) or Increase in Muscle Volume (AVM) would cause significant alterations in Hydrostatic Weight (PH), Body Density (DC) and Percentage of Body Fat (%G). Nine men between the ages of 17 and 26 years participated in the study, all with a basic level of TRP and who were adapted to water. The study was carried out during three days. On the first day, the subjects performed the 1RM test for the 10 exercises included into the training. Two days later, hydrostatic weighing (pre-training) was measured, immediately followed by a TRP session for AVM and by another hydrostatic weighing (post-training) measurement. Two days later, the same process was applied to, however this time with a TRP session for RML. The statistical analyses by Student's-t test showed that there were no significant differences ( $p > 0.05$ ) between pre and post-training results for PH, DC and %G variables. The 2x2 ANOVA interaction for type of training (AVM and RML) and the moment of weighing (pre and post-training) was not significant, while the results of PH, DC and %G did not depend on the type of training (AVM or RML). Pearson's linear correlation between the values of the pre and post-training was significant ( $r \geq 0.94$ ). It can be concluded that the TRP does not have an effect on the results of PH, DC and %G, regardless of type of training performed, therefore, hydrostatic weighing can be measured either before or after the TRP, without interfering on the results.

**Key words:** hydrostatic weighing, body density, percentage of body fat, strength training.

<sup>1</sup>Universidade Regional de Blumenau – FURB

<sup>2</sup>Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal de Santa Maria

## INTRODUÇÃO

A avaliação é um aspecto reconhecidamente importante na prescrição e controle da carga de trabalho físico imposta a um indivíduo durante um programa de exercícios físicos. Dentre os aspectos a serem monitorados, os componentes corporais de massa gorda e massa corporal magra são importantes subsídios para modulação da carga de treino. Diversos métodos são descritos na literatura para quantificação de componentes corporais, dentre os quais a técnica de pesagem hidrostática figura entre os métodos indiretos para a predição do percentual de gordura e massa gorda, e ainda, destaca-se como “padrão ouro” para validação de outros métodos indiretos<sup>5,10</sup>. Tão grande é a importância desta técnica na avaliação da composição corporal que pesquisadores a têm estudado no intuito de melhorar o conhecimento sobre a utilização e aplicabilidade da pesagem hidrostática<sup>4, 14, 19</sup> e sua fidedignidade foi verificada por Thomas e Etheridge<sup>26</sup> em teste e reteste ( $r=0,99$ ; e a diferença média absoluta foi de  $0,0023$  g/ml).

Byrd e Thomas<sup>4</sup> contribuíram com o método de pesagem hidrostática estudando a influência do ciclo menstrual sobre os valores do peso hidrostático devido à premissa de um maior ou menor acúmulo de água durante as diferentes fases do ciclo menstrual. Os autores concluíram que as fases diferenciadas do ciclo menstrual não causam influências significativas ( $p>0,05$ ) sobre os valores obtidos do peso hidrostático. Petroski e Pires-Neto<sup>19</sup>, estudando as posições grupadas e sentadas para submersão dos indivíduos na água durante a pesagem hidrostática, verificaram que a posição grupada foi relatada, pela amostra do estudo, como mais “confortável” de ser utilizada. Os autores também relataram que, devido à posição adotada pelo corpo, esta favorece a expiração máxima submersa. E assim, através de estudos na área, a técnica de pesagem hidrostática tem evoluído positivamente.

O treinamento resistido com pesos (musculação) segue o mesmo caminho evolutivo onde diversas obras apontam a sua importância para o desempenho físico, bem como para aptidão física e qualidade de vida<sup>2, 25, 16</sup>. Sabe-se que para o processo de prescrição e de monitoramento de programas de

condicionamento de força a avaliação da composição corporal é fundamental<sup>2, 12, 9</sup>. Todavia, não encontrou-se relato na literatura se possíveis alterações morfofisiológicas agudas pós treinamento resistido com pesos<sup>17, 18, 28, 21, 2, 27, 23, 3</sup> teriam interferências sobre o peso hidrostático e por conseqüência variação nos valores de densidade corporal e, em última análise, no percentual de gordura, desta forma, inviabilizando a utilização da técnica de pesagem hidrostática pós sessão de treinamento resistido com pesos.

Assim, este estudo teve como objetivo verificar o efeito agudo do treinamento resistido com peso (TRP) sobre o peso hidrostático (PH), densidade corporal (DC) e percentual de gordura (%G).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

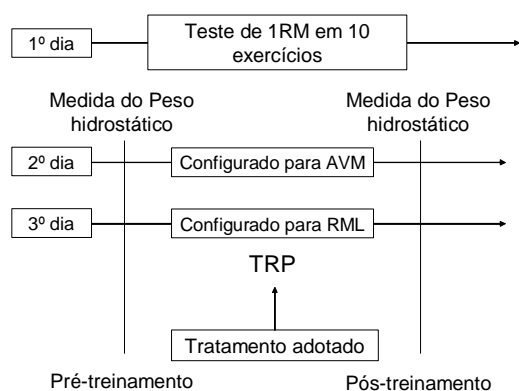
A amostra foi formada por nove homens voluntários com idade entre 17 e 26 anos com  $71\pm 2,8$ kg;  $173,0\pm 0,5$ cm de massa corporal e estatura, respectivamente, os quais apresentavam nível básico de TRP e eram adaptados ao meio líquido. Todos concordaram com as condições do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

As variáveis dependentes do estudo foram o Peso Hidrostático (PH), Densidade Corporal (DC) e Percentual de Gordura (%G); como variável independente o Treinamento Resistido com Pesos (TRP) visando Resistência Muscular Localizada (RML) ou Aumento de Volume Muscular (AVM). As variáveis de controle foram temperatura da água, idade da amostra e grau de adaptação ao meio líquido, intervalo de dias entre coletas e horários de coletas.

A coleta foi realizada em três dias diferentes. No primeiro o avaliado realizava o teste de Uma Repetição Máxima (1RM) em 10 exercícios. Cerca de dois dias após, a amostra realizava a pesagem hidrostática, seguida imediatamente de um TRP (configurado para AVM), sendo logo após o treinamento realizada outra pesagem hidrostática. Dois dias após realizava-se o mesmo processo anterior, no entanto o TRP configurado para RML. A figura 1 ilustra o delineamento deste estudo.

A determinação da Força Dinâmica Máxima (FDM) foi obtida através do teste de 1RM

segundo protocolo sugerido por Moura et al.<sup>11</sup> com os ajustes de tentativas de superação de quilagem pela percepção subjetiva de esforço preconizado por Moura, Peripolli e Zinn<sup>13</sup>.



**Figura 1.** Representação gráfica do delineamento do estudo.

O TRP foi executado em somente uma sessão de treino que foi temporalmente situada entre as duas pesagens hidrostáticas (pré e pós-treinamento). Esta sessão de treinamento constituiu-se do possível efeito agudo sobre o PH, DC e %G, hipótese ora estudada. Esta sessão foi segmentada em dois tipos de treinamento. O treinamento configurado para RML e outro configurado para AVM (tabela 1). A amostra realizou, em dias diferentes, os dois treinamentos e as respectivas pesagens hidrostáticas.

Ambos os treinamentos seguiram a mesma seqüência de exercícios: 1º) flexão de joelhos, 2º) extensão de joelho (ambos na mesa

flexo-extensora), 3º) voador frontal, 4º) voador invertido (ambos na máquina voador), 5º) pressão de pernas horizontal, 6º) puxada frontal e 7º) rosca tríceps (ambos na máquina *pulley alt*), 8º) abdução de quadril e 9º) adução de quadril (ambos na máquina abdução/adução) e 10º) supino horizontal.

O maquinário utilizado foi da marca INBAF e a amplitude do movimento foi a mesma utilizada por Moura<sup>12</sup>. Foi permitida à mostra a ingestão de água durante o processo de testagem (*ad libitum*), desta forma, evitando qualquer efeito deletério sobre o desempenho de 1RM ou sobre o treinamento de AVM e RML em função de moderada desidratação<sup>23</sup>.

Para este estudo, foram determinados os valores de Massa Corporal (MC) e estatura segundo procedimentos de Gordon, Chumlea e Roche<sup>7</sup>, para estas medidas foram utilizados uma balança da marca Filizola (resolução 10 gramas) e estadiômetro (resolução 1cm), acoplado à balança. A fidedignidade das medidas do avaliador foi estabelecida em estudo piloto entre pré e pós-medidas.

### Mensuração do PH e estimativa da DC e %G

Para a mensuração do PH, foi utilizada uma balança Filizola, com capacidade para 6kg, com resolução de 5 gramas. A pesagem procedeu-se com a submersão do avaliado em um tanque de pesagem na posição grupada descrita por Petroski e Pires-Neto<sup>19</sup>. A respiração foi mantida bloqueada por aproximadamente 5-10 segundos, para a estabilização da balança,

**Tabela 1.** Configuração de treinamento realizado como tratamento da amostra entre pré e pós-pesagem.

Variáveis	Treinamento	
	AVM	RML
Intensidade da quilagem	85% de 1RM	60% de 1RM
Velocidade de execução do movimento	Média-lenta	Média-lenta
Intervalo recuperativo entre séries	1min. e 30 seg.	1 min.
Intervalo recuperativo entre exercícios	1min. e 30 seg.	1 min e 30 seg.
Número de Repetições Máximas (RM) por série	08 a 12 RM	20 a 25 RM
Número de séries	03 séries	03 séries
Número de exercícios por grupo muscular	01 exercício	01 exercício
Número de séries totais da sessão	30 séries	30 séries

Onde: min. – minuto; seg – segundo.

quando a leitura da pesagem foi então realizada, sendo o mesmo procedimento repetido por 7-10 vezes. Os sujeitos foram estimulados a fazerem expirações máximas no momento da submersão. A média das três maiores últimas leituras foi usada como valor do PH. Quando os valores das três últimas pesagens divergiam em mais de 50 gramas, tentativas adicionais eram realizadas, ficando registrados todos os valores obtidos do PH, sendo a temperatura da água registrada após a última pesagem. A figura 2 ilustra o procedimento de pesagem hidrostática.



**Figura 2.** Ilustração da pesagem hidrostática.

As demais variáveis (DC e %G) foram estimadas através de equações. Para o cálculo da densidade corporal utilizou-se a equação proposta por Benke e Wilmore<sup>1</sup>.

$$\text{Densidade (gr/ml)} = \frac{\text{Massa Corporal}}{\left( \frac{\text{Massa corporal} - \text{peso na água}}{\text{densidade da água}} \right) - (\text{VR} + \text{GI})}$$

Onde:

VR: volume residual

GI: gases intestinais (considerou-se representado por 0,1 litro)

O Volume Residual (VR) foi estimado através da equação de Goldman e Becklake<sup>6</sup>, que consideram a idade, sexo e estatura:

$$\text{VR} = 0,017(\text{idade/anos}) + 0,027(\text{estatura/cm}) - 3,477$$

Para a estimativa do %G utilizou-se à equação de Siri<sup>25</sup>:

$$\%G = (495/\text{DC}) - 450$$

Foi pedido à amostra que não praticasse exercícios físicos no dia das mensurações nem que esta realizasse

refeições duas horas e meia antes das medidas. A equipe de coleta foi formada por dois pesquisadores treinados para as mensurações realizadas. Para Petroski<sup>20</sup> e McArdle et al.<sup>9</sup>, alguns aspectos podem ser limitantes ou intervenientes e se apresentam neste estudo como: a impossibilidade de se determinar diretamente o volume de ar residual, a suposição de que cada indivíduo realizou a máxima exalação de ar no momento da pesagem submerso; a impossibilidade de controlar totalmente se os sujeitos realizavam o esvaziamento da bexiga e defecação antes da mensuração da pesagem hidrostática.

Utilizou-se neste estudo o teste estatístico de Shapiro-Wilk para determinação da normalidade dos dados. Uma vez comprovada a normalidade das variáveis foi aplicado o teste 't' de Student e a Análise de Variância (ANOVA) bifatorial 2x2 para medidas repetidas no 1º e 2º fator para detectar as possíveis diferenças no PH, DC e %G entre pré e pós-treinamento e nos diferentes programas de treinamentos executados. Também se utilizou a correlação linear de Pearson para verificar a associação entre os valores de pré e pós-treinamento. Para realização dos tratamentos estatísticos utilizou-se o pacote estatístico SPSS for Windows versão 10.0 com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de normalidade (Shapiro Wilk) foi aplicado aos dados segmentados pelo tipo de treinamento (AVM e RML), variável analisada (PH, DC e %G) e fase da pesagem (pré e pós-treinamento). Os dados de todas as variáveis, e em todos os segmentos amostrais de análise, apresentaram-se normalizados, permitindo a utilização da estatística paramétrica aos mesmos.

A tabela 2 apresenta a estatística descritiva referente à caracterização física da amostra (estatura e massa corporal) e mais a idade e o tempo de prática do TRP. Verifica-se que a MC apresentou uma variação expressiva (CV=15,9%) e a variável tempo de treinamento ainda maior (CV=97,7%) que representava sujeitos desde familiarizados (um mês) até experientes (36 meses) no TRP.

Existiu uma alta correlação entre as

fases da pesagem (pré e pós-treinamento) nas três variáveis analisadas (PH, DC e %G) tanto no treinamento de AVM quanto de RML (tabela 3), com todas as correlações de  $r=0,94$  sendo também altamente significativas ( $p<0,001$ ). O teste 't' de *Student* não detectou diferenças estatisticamente significativas ( $p>0,05$ ) entre pré e pós-treinamento em nenhuma das variáveis analisadas seja qual for o tipo de treinamento (AVM ou RML) realizado pelos sujeitos.

**Tabela 2.** dados descritivos da amostra.

Variável	$\bar{x} \pm s$	CV%	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	21,44±2,6	12,3	17,0	26,0
Estatura (cm)	174±5,0	3,01	165,0	184,0
Massa corporal (kg)	71,1±11,3	15,9	57,0	92,7
Tempo de treino (meses)	11,5±11,2	97,7	1,0	36,0

Na mesma tabela 3 são descritos os valores médios e os respectivos desvios padrões por variável, momento da pesagem e tipo de treinamento. Pode-se perceber uma similaridade das médias e das variações, em uma mesma variável, comparando os momentos da pesagem, tanto para os valores referentes ao treinamento de AVM quanto de RML.

A Análise de Variância (ANOVA) bifatorial 2x2 para medidas repetidas no 1º e 2º fator (tipo de treinamento e momento de pesagem, respectivamente) não apresentou efeito principal significativo em nenhum fator ( $p>0,05$ ) bem como na interação dos dois fatores. O efeito principal do fator momento da pesagem (efeito principal com  $p=0,335$ ; 0,254

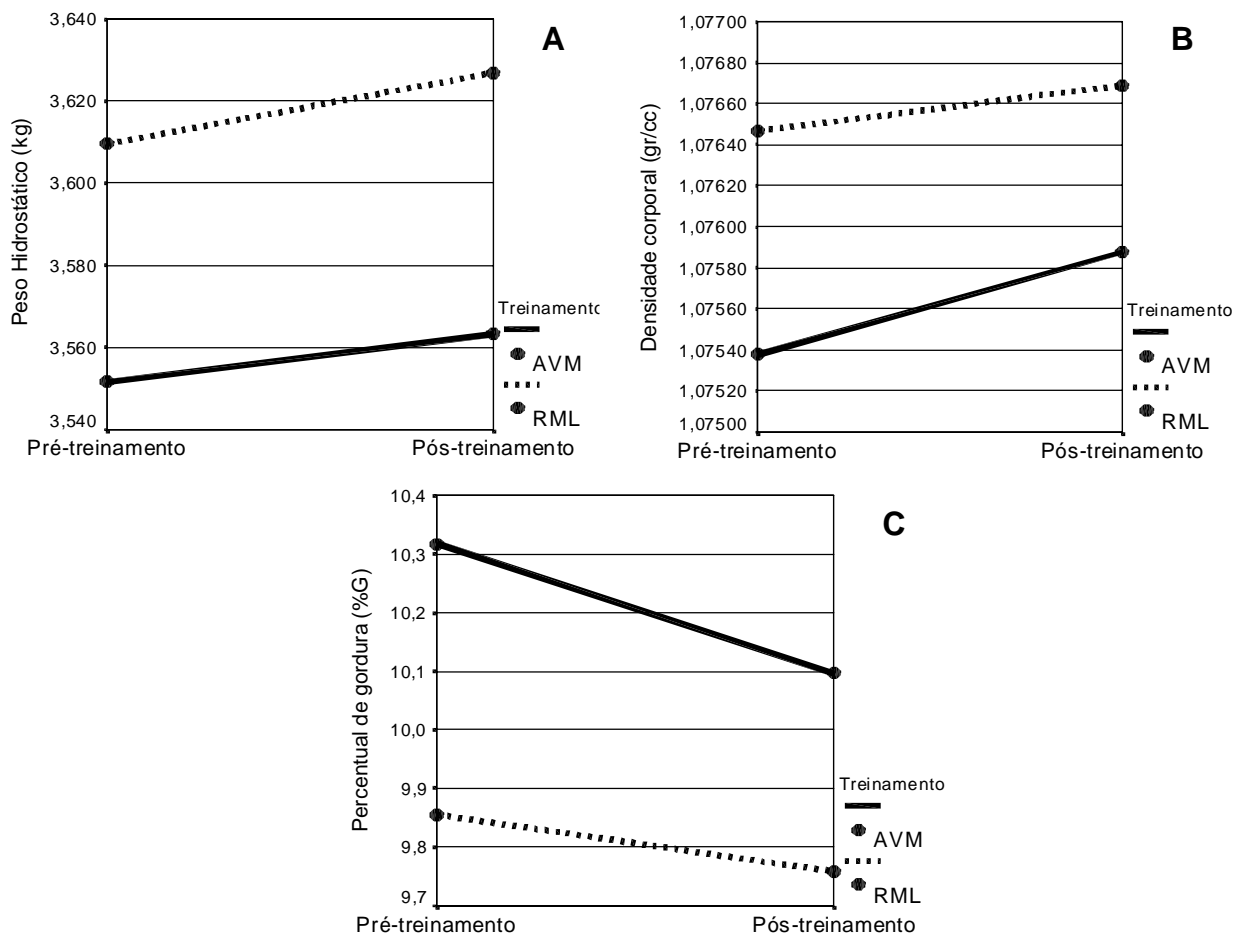
e 0,241; para PH, DC e %G; respectivamente) não foi significativo, logo, independentemente do tipo de treinamento adotado, este não teve efeito pós-treinamento sobre as variáveis estudadas. E também independentemente do momento da pesagem (pré e pós-treinamento) os resultados do treinamento de AVM não diferiram estatisticamente do treinamento de RML (efeito principal com  $p=0,295$ ; 0,222 e 0,241 para PH, DC e %G; respectivamente). As interações entre tipo de treinamento e momento da pesagem não foram significativas estatisticamente ( $p=0,927$ ; 0,738 e 0,728 para PH, DC e %G; respectivamente) expondo, dessa forma, que os resultados entre pré e pós-testes não sofreram efeito do tipo de treinamento realizado.

A figura 3 apresenta de forma gráfica as interações não significativas entre os fatores tipo de treinamento e momento da pesagem. Pode-se perceber que houve uma pequena modificação, não significativa, nos resultados entre o pré-treinamento e pós-treinamento, assim demonstra-se que o tratamento configurado para a amostra não causou mudanças do pré-treinamento para o pós-treinamento. Os resultados do PH foram em média 12 e 17 gramas maiores no pós-treinamento para AVM e RML; respectivamente. Isto repercutiu com uma variação de 0,00045 e 0,00023 g/ml na DC e 0,3% e 0,1% no %G entre pré e pós-treinamento de AVM e RML; respectivamente.

O TRP pode causar determinados efeitos agudos pós-treino na musculatura exercitada, como produção elevada de lactato na fibra muscular, principalmente no treinamento

**Tabela 3.** Dados descritivos, teste "t" de *Student* (prob= probabilidade) e Coeficiente de Correlação de Pearson (r) referentes ao treinamento de RML e AVM (n=9).

		RML			AVM		
		$\bar{x} \pm s$	Teste t (prob.)	r	$\bar{x} \pm s$	Teste t (prob.)	r
Peso Hidrostático (kg)	Pré	3,609±0,333	(0,678)	0,944	3,551±0,439	(0,637)	0,993
	pós	3,626±0,363			3,563±0,388		
Densidade corporal (g/ml)	Pré	1,07644±0,009	(0,714)	0,984	1,07540±0,009	(0,234)	0,993
	Pós	1,07667±0,009			1,07585±0,009		
Percentual de gordura (%G)	Pré	9,8±4,0	(0,709)	0,984	10,3±4,0	(0,218)	0,993
	Pós	9,7±4,2			10,0±4,1		



**Figura 3.** Gráficos ilustrando as interações entre fases da pesagem e tipo de treinamento (ANOVA bifatorial 2x2 para medidas repetidas no primeiro e segundo fator). Em “A” a variável PH, em “B” a variável DC e em “C” a variável %G.

intenso como o de AVM<sup>17, 15</sup>, alterações hemodinâmicas<sup>18</sup>, perda de líquidos pelo suor quando em temperaturas elevadas<sup>27,23</sup>, alterações no tônus muscular pós-treino<sup>28, 2, 3,21</sup> e assim pode-se especular que estes fatores associados possam interferir de forma significativa sobre a massa corporal e, especificamente, PH no pós-treino causando modificações na estimativa final do %G.

Dentre as alterações possíveis no pós-treino, talvez o fenômeno relacionado à hidratação seja o de maior impacto sobre a massa corporal e o PH. Mesmo que a perda de líquidos seja elevada durante o TRP, ocasionando desidratação, se houver uma correspondente ingestão líquida não haverá alterações na força<sup>23</sup>. Diante disso, fato rotineiro em academias de ginástica é a hidratação durante as sessões de treinamento, justamente para não haver declínio no desempenho dos praticantes. O presente estudo buscou retratar

o treinamento que ocorre em academias para AVM e RML e, portanto, permitiu a ingestão de água durante as coletas de 1RM e treinamentos de força. Tal fato permitiu a rehidratação e impediu variações significativas no PH oriundo de hipohidratação.

Através dos resultados encontrados no presente estudo quaisquer outras variações metabólicas, bioquímicas, hemodinâmicas e estruturais que possam ocorrer imediatamente após o treino<sup>15, 17, 18, 28, 21, 2</sup>, portanto de efeito agudo, não apresentaram efeito significativo sobre o PH e, tendo como consequência, variação mínima sobre o %G obtido via método de hidrodensitometria.

Além do mais, estudos prévios analisando a influência da retenção hídrica em função de diferentes fases do ciclo menstrual<sup>4</sup>, não verificaram variações significativas no PH. Possivelmente as variações hídricas oriundas das diferentes fases do ciclo menstrual sejam

mais expressivas que as variações hídricas verificadas durante o TRP e, mesmo assim, estas não se apresentaram significativas no estudo de Byrd e Thomas<sup>4</sup>. Portanto, as variações hídricas que ocorrem no TRP, com a concomitante ingestão de líquidos, parecem não apresentar grande efeito sobre o PH.

Outro ponto importante de discussão diz respeito às variações entre pré e pós-testagem do PH encontradas neste estudo (AVM=0,00045 e RML=0,00023 g/ml) foram menores que a margem máxima de variação para Erro Padrão de Estimativa aceitas para DC (0,009 g/ml) quando se realiza estudos de validação cruzadas de equações preditivas oriundas de uma determinada população para outra<sup>20</sup>, ou seja, estes valores de DC correspondem a variações no %G de 0,3% e 0,1%, para AVM e RML, respectivamente.

Talvez quando se utiliza técnicas duplamente indiretas<sup>5, 10</sup> com utilização de dobras cutâneas e perímetros corporais em equações regressivas<sup>8, 20, 22</sup> para estimativa da densidade corporal, possa haver viés nos resultados originários de valores de dobras cutâneas e perímetros alterados no pós-treino devido a hipertrofia transitória (inchaço muscular) proporcionado por este<sup>28, 21, 2</sup>. Todavia, esta hipertrofia transitória não alterou de forma significativa o PH e a repercussão final no %G foi desprezível.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o TRP não altera de forma significativa os resultados de PH e a DC e %G estimados a partir desta variável sendo esta afirmativa verdadeira independentemente da configuração de treinamento realizada ser delineada para AVM ou RML. Assim, a pesagem hidrostática pode ser realizada antes ou após as sessões de treinamento em academias de ginástica desde que o avaliado tenha se hidratado durante o treinamento.

Sugere-se que estudos similares sejam realizados com outras configurações de treino e analisando sujeitos com níveis mais homogêneos de condicionamento físico que o presente estudo, além de confrontar os resultados obtidos entre homens e mulheres.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Benke AR, Wilmore JH. **Evaluation and Regulation of Body Build and Composition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1974.
2. Baechle TR. **Essentials of strength training and conditioning**: National strength and conditioning association. Champaign: Human Kinetics; 1994.
3. Behm DG, St-Pierre DMM. Fatigue mechanisms in trained and untrained plantar flexors. **J Strength Cond Res**. 1998;12:166-172.
4. Byrd PJ, Thomas TR. Hydrostatic Weighing During Different Stages of the Menstrual Cycle. **Res Quart**. 1983; 54:296-298.
5. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. **Physiol Reviews**. 2000; 80: 650-671.
6. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. **Am Rev Respiratory Dis**. 1959; 79: 457-467.
7. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, Recumbent Length, and Weight. In: Lohman AF, Roche AF, Martorell R, editors. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics; 1991. p.3-8.
8. Guedes DP. **Estudo de gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários**. [Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1985.
9. McArdle WD, Katch VL, Katch FI. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4. ed. Rio de Janeiro: Afiliada; 1998.
10. Monteiro AB, Fernandes Filho J. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Rev Bras Cine Dês Hum**. 2002; 4: 80-92.
11. Moura JAR, Almeida HFR, Sampedro RMF. Força Máxima Dinâmica: Uma Proposta Metodológica para Validação do Teste de Peso Máximo em Aparelhos de Musculação. **Revista Kinesis**. 1997; 18: 23-50.
12. Moura JAR. **Proposição e validação de equações para estimativa da carga máxima em exercícios de sobrecarga para mulheres**. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 2000.
13. Moura JAR, Peripolli J, Zinn JL. Comportamento da percepção subjetiva de esforço em função da força dinâmica submáxima em exercícios resistidos com pesos. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. 2003; 2:110-122.

14. Napper GE, Vogler EW, Donnelly J, Sanborn CF. Comparison of Hydrostatic Weighing at Residual Volume and Total Lung Capacity in Children. **Res Quart.** 1988; 59:173-5.
15. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, Frykman P, McCurry D, Fleck S. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. **J Appl Physiol.** 1990; 69: 1442-50.
16. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Feigenbaum MS, Fleck S, Franklin B, Fry AC, Hoffman JR. Progression models in resistance training for healthy adults. American College of Sports Medicine. Position Stand. **Med Sci Sports Exer.** 2002. 4:35-41.
17. Pierce K, Rozenek R, Stone MH. Effects of high volume weight training on lactate, heart, and perceived exertion. **J Strength Cond Res.** 1993; 7: 211-5.
18. Petrócio AIM, Porto M, Burini RC. Alterações hemodinâmicas, do equilíbrio ácido básico e enzimáticas no exercício exaustivo com pesos. **Rev Bras Ativ Fís Saúde.** 2001; 3:17-26.
19. Petroski EL, Pires Neto CS. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. **Revista Kinesis.** 1993;10: 49-62.
20. Petroski EL. **Desenvolvimento e validação e equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos.** [Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1995.
21. Rinard J, Clarkson PM, Smith L, Grossman M. Response of male and females to high-force eccentric exercise. **J Sports Sci.** 2000; 18: 229-36.
22. Rodriguez-Añez CR. **Desenvolvimento de equações para estimar a densidade corporal de soldados e cabos do exército brasileiro.** [Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1997.
23. Schoffstall JE, Branch JD, Leutholtz BC. Effects of dehydration and rehydration on the one-repetition maximum bench press of weight-trained males. **J Strength Cond Res.** 2001; 15:102-118.
24. Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **J Strength Cond Res.** 1999; 13:289-304.
25. Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek K, Hanschel A. (Eds.) **Techniques for measuring body composition.** Washington, D.C. National Academy of Science. 1961. p.223-234
26. Thomas TR, Etheridge GL. Hydrostatic weighing at residual volume and functional residual capacity. **J Appl Physiol.** 1980; 49: 157-9.
27. Webster S, Rutt R, Weltman A. Physiological effects of a weight loss regime practiced by college wrestlers. **Med Sci Sports Exer.** 1990; 22: 229-334.
28. Weineck J. **Biologia do esporte.** São Paulo: Manole; 1991.

---

**Endereço para correspondência:**

João Augusto Reis de Moura  
Rua Cruzeiro nº 55, apartamento 505, Vila Nova.  
Blumenau (SC).  
CEP 89035-210  
e-mail: moura.reis@furb.br

Recebido em 24/05/04  
Revisado em 03/06/04  
Aprovado em 22/06/04