



## **CARACTERIZAÇÃO DAS CARGAS DE FLUTUAÇÃO DE IMPLEMENTOS DE HIDROGINÁSTICA E HIDROTERAPIA**

**Flávia Gomes Martinez**

**Vanessa Ghorzi**

**Jefferson Fagundes Loss**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil

**Lara Elena Gomes**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil

Universidade Federal do Vale do São Francisco – Brasil

**Resumo:** Com o intuito de quantificar as cargas dos implementos flutuantes utilizados na hidroterapia e/ou hidroginástica, este estudo teve como objetivo determinar a carga de flutuação desses implementos por meio da verificação dos valores de seus pesos hidrostáticos. Para isso, uma célula de carga foi usada para medir o peso hidrostático de cada implemento. Os implementos foram classificados como de sustentação ou sobrecarga, com exceção dos aquatubos, que formaram outro grupo. O aquatubo sem orifício apresentou uma carga de flutuação um pouco maior que o com orifício, e não houve diferença das cargas de flutuação entre aquele que não tinha orifício e aquele que foi vedado. Os implementos de sobrecarga apresentaram peso hidrostático médio de 1,28 kgf. O peso hidrostático médio dos implementos de sustentação foi superior ao dos de sobrecarga.

**Palavras-chave:** peso hidrostático; empuxo; exercícios aquáticos.

### **INTRODUÇÃO**

Os exercícios aquáticos vêm sendo utilizados como atividades físicas estratégicas para a manutenção de qualidades físicas ou condicionamento físico, entre outros objetivos (PÖYHÖNEN et al., 2002; PRENTICE; VOIGHT, 2003), e também como ferramenta terapêutica, como é o caso da hidroterapia ou fisioterapia aquática (GEYTENBEEK, 2002; RAHMANN; BRAUER; NITZ, 2009). Alguns estudos observaram que o treinamento muscular com sobrecarga progressiva atinge bons resultados tanto em terra quanto na água – muitas vezes não havendo diferenças significativas entre eles (FOLEY et al., 2003; SILVA et al., 2008).

Independentemente de esse tipo de exercício físico ser utilizado como meio de melhorar o condicionamento físico ou como meio terapêutico, torna-se necessário não somente compreender os princípios do treinamento físico (FLECK; KRAEMER, 1997), mas também conhecer as propriedades da água para que possam ser utilizadas da forma mais adequada, conforme cada situação durante o treinamento ou a reabilitação. De acordo com a literatura sobre mecânica dos fluidos (SCHLEIHAUF, 2004; FOX; MCDONALD; PRITCHARD, 2006; LOSS; CASTRO, 2010), as forças que atuam nesse meio podem ser divididas em estáticas e dinâmicas. As forças estáticas são aquelas que agem sobre o corpo quando este se encontra submerso ou

parcialmente submerso, e o empuxo pode ser considerado a força estática principal. Essa força, explicada por meio do princípio de Arquimedes, é resultado da diferença de pressão existente entre as partes superior e inferior do corpo submerso, sendo a pressão que atua na parte inferior maior que a pressão que atua na parte superior. Essa diferença de pressão resulta em uma força vertical para cima, denominada empuxo, a qual é proporcional à gravidade, à densidade do fluido e ao volume do corpo submerso.

As forças dinâmicas são aquelas que agem quando existe movimento relativo entre o corpo e a água, podendo ser divididas em arrasto, quando atuam na direção oposta ao movimento do corpo, ou sustentação, quando atuam perpendicularmente ao movimento do corpo. Essas forças dinâmicas são proporcionais à densidade do fluido, a um coeficiente, à área projetada do corpo na direção da força e ao quadrado da velocidade relativa do corpo em relação ao fluido.

Nas atividades aquáticas destacadas, o arrasto e o empuxo são as forças mais importantes (PRINS, 2010). Isso se deve ao fato de que o arrasto oferece resistência ao movimento e o empuxo tende a diminuir as forças de impacto sobre as articulações. E, como essas forças atuam nos corpos que estão imersos ou parcialmente imersos, os implementos utilizados nas sessões de hidroginástica/hidroterapia também sofrem efeitos dessas forças. Por exemplo, esses implementos podem ser usados com o intuito de aumentar a resistência ao movimento ou auxiliá-lo, de forma a dar suporte e reduzir as forças compressivas e/ou o impacto sobre as articulações (BATES; HANSON, 1998; KOURY, 2000; RUOTI; MORRIS, 2000).

Entre os implementos mais utilizados pelos profissionais da área, estão os flutuantes. Também chamados flutuadores, eles são feitos de materiais menos densos do que a água, o que aumenta a sua capacidade de flutuação (CANDELORO; CAROMANO, 2004), tais como os implementos de etil vinil acetato (EVA). Contudo, os equipamentos flutuantes utilizados na hidroterapia e/ou na hidroginástica não têm uma real carga conhecida.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo determinar a carga de flutuação dos implementos flutuantes utilizados em hidroterapia e hidroginástica, disponíveis no mercado brasileiro, por meio da verificação dos valores de seus respectivos pesos hidrostáticos. Com a definição das cargas de diferentes tipos de implementos flutuantes, torna-se possível estabelecer um programa de exercícios mais seguro e direcionado para as necessidades de cada aluno ou paciente, respeitando condições como grau de força muscular, presença ou não de lesão e seu respectivo estágio cicatricial.

## **METODOLOGIA**

### **Coleta de dados**

Os implementos flutuantes utilizados foram cedidos pela empresa Aktiv Ltda., a qual é fabricante de equipamentos para atividades aquáticas, e pela Acquaticus – Saúde e Movimento Ltda., onde foi realizada a pesquisa.

Os implementos flutuantes testados foram (Figura 1):

1. Halteres de EVA nos tamanhos “míni” e pequeno (com a mesma área frontal, mas de pequena e grande espessura, respectivamente), médio e grande (também com a mesma área frontal, com pequena e grande espessura, respectivamente) e “extragrande”.
2. “Sorrisos”: discos de EVA com 3 orifícios, nos tamanhos pequeno, médio e grande, todos com aproximadamente 2,5 cm de espessura.
3. “Harpa”: implementos de EVA vazados, com formato do instrumento musical lira/harpa, possuindo manopla de PVC coberta com etaflon, com aproximadamente 2,5 cm de espessura.
4. Caneleiras de EVA, nos tamanhos pequeno, médio e grande.
5. Pranchas de EVA, nos tamanhos pequeno, médio e grande.

6. Pranchas lúdicas de EVA, com formatos de estrela, pássaro, peixe e tartaruga.
7. Prancha “foice”: prancha de EVA em formato de foice.
8. Barras com anilhas de EVA, uma pequena e outra grande.
9. Halteres polivalentes: implementos de EVA com manopla no centro e formato tridimensional.
10. Cinturões de EVA, com cinto de ajuste pélvico, um pequeno e outro grande.
11. *Aquahands*: implementos de EVA com formato irregular, possuindo faixas de ajuste com velcro até o antebraço.
12. Palmares “morcego”: palmares de EVA delgados (espessura aproximada de 1 cm) cujo formato se assemelha a asas de morcego.
13. *Pull buoys*, um pequeno e outro grande.
14. Colar cervical “meia-lua”: suporte cervical de EVA com formato anatômico.
15. Colares cervicais com apoios torácicos: suporte cervical e torácico de EVA, um pequeno e outro grande.
16. “Raquetes”: implementos de EVA delgados (espessura aproximada de 1 cm) em formato de oito, um pequeno, outro médio e outro grande.
17. Aquatubos de etaflon, sendo um maciço (sem orifício), outro com um orifício ao centro e um terceiro bastante desgastado pelo uso.
18. “Chinelões”: implementos de EVA utilizados para exercícios de membros inferiores, com formato de sandálias extragrandes, com faixas e velcros para ajuste no ante e no retropé.
19. Boias infláveis para braço, feitas de plástico, possuindo ventil e diâmetro de 65 cm.

Dados de força foram medidos por meio de uma célula de carga (modelo ZX 250 Alfa Instrumentos – SP – com sensibilidade de 2 mV/V e capacidade para 2.500 N) previamente calibrada, a qual estava conectada a um condicionador de sinais (modelo 3103 Alfa Instrumentos – SP), o qual tinha função de leitura local de força/peso, registrados pelo dinamômetro. Essa célula de carga foi fixada ao fundo de uma piscina que apresentava 1,20 m de profundidade. Com barbante, o dinamômetro foi amarrado em uma barra de metal rente ao piso constituinte das barras paralelas já adaptadas à piscina.

**Figura 1**

Implementos usados por este estudo: (a) halteres de EVA; (b) “sorrisos”; (c) “harpas”; (d) caneleiras de EVA; (e) prancha de EVA; (f) prancha com formato de estrela; (g) prancha com formato de pássaro; (h) prancha com formato de peixe; (i) prancha com formato de tartaruga; (j) prancha “foice”; (k) barra com anilhas de EVA; (l) halteres polivalentes; (m) cinturão de EVA; (n) *aquahand*; (o) palmar “morcego”; (p) *Pull buoy*; (q) colar cervical “meia-lua”; (r) colar cervical com apoio torácico; (s) raquete; (t) boia inflável; (u) “chinelão”; (v) aquatubos de etaflon com furo; (v) aquatubos de etaflon sem furo.



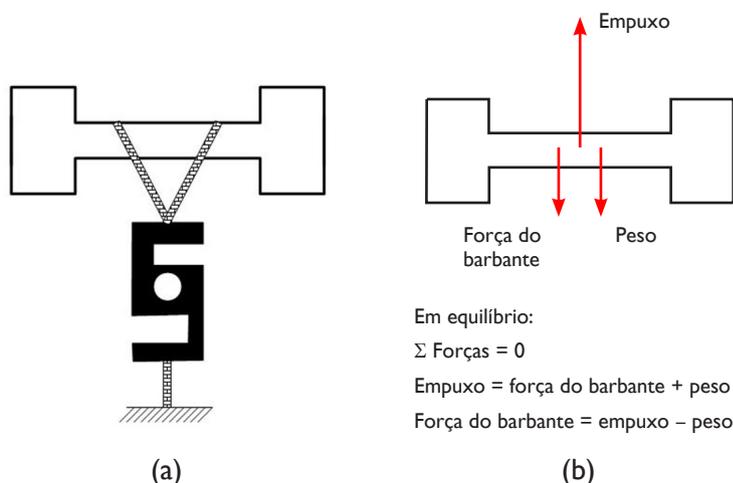
Fonte: Elaborada pelos autores.

A célula de carga permaneceu o tempo todo sob tração constante, com intuito de eliminar o efeito de empuxo do próprio dinamômetro durante as medições. Para isso, no decorrer de toda a coleta, a célula foi fixada (por meio do barbante) com uma caneleira média de empuxo igual a 0,2 kgf. A partir de então, utilizou-se a função de tara do equipamento para neutralizar, automaticamente, esse valor de tração.

Depois desse processo, cada equipamento flutuante foi amarrado com o mesmo tipo de fio barbante, a fim de que pudesse ser acoplado à célula de carga e ficasse totalmente submerso. A Figura 2a ilustra a situação de medição do implemento haltere. A Figura 2b apresenta um diagrama de corpo livre (LOSS; CANDOTTI, 2008) da situação de medição do haltere, mostrando esquematicamente as forças que atuam sobre esse implemento. Os vetores de força, peso e força do barbante que, na prática, estão sobrepostos foram levemente deslocados no desenho para permitir uma melhor visualização.

**Figura 2**

Uso da célula de carga para medição dos implementos flutuantes: (a) desenho esquemático exemplificando a medição com o haltere e (b) diagrama de corpo livre e equações de equilíbrio.



**Fonte:** Elaborada pelos autores com base nos resultados do estudo.

Todos os equipamentos avaliados por este estudo tinham baixo peso, ou seja, a força do empuxo sempre foi maior (em módulo) que a força peso dos implementos. Assim, após o acoplamento do material à célula de carga, atingindo uma situação de equilíbrio, o dinamômetro registrava a capacidade de flutuação do implemento, ou seja, a diferença (em módulo) entre o empuxo (força vertical para cima) e o peso do implemento (força vertical para baixo) (Figura 2b).

## ANÁLISE DOS DADOS

De acordo com a finalidade comumente explorada pelos profissionais que utilizam esses materiais, eles foram divididos em dois grupos: implementos flutuantes de sobrecarga (utilizados como carga para exercícios de fortalecimento muscular) e de sustentação (quando usados para sustentar segmentos ou porções do corpo). Entre os flutuadores de sobrecarga, encontram-se: barras, halteres, caneleiras, “cotonetes”, “sorrisos”, palmares “morcego”, *aquahands*, “harpas” e “chinelões”. Já os flutuadores de sustentação compreendem as pranchas, os cinturões, os colares cervicais e os *pull buoys*.

A análise dos dados obtidos foi realizada com relação a esses dois grupos. Não obstante, os aquatubos foram excluídos desses grupos apesar de serem usados com frequência tanto para sobrecarga quanto para sustentação. Eles fizeram parte de uma terceira análise referente aos diferentes modelos (com ou sem orifício interno) e à capacidade de flutuação desses materiais diante do desgaste sofrido pelo uso.

## RESULTADOS

Os valores de peso hidrostáticos medidos para os implementos flutuantes de sobrecarga e dos aquatubos podem ser observados nas tabelas 1 e 2, respectivamente. Os implementos flutuantes de sobrecarga apresentaram peso hidrostático médio de 1,28 kgf com um desvio padrão de 0,96 kgf.

Quando se comparam os aquatubos sem e com orifício interno, este último perde 0,4 kgf (8,7%). Quando se veda o aquatubo que tem orifício, ele recupera 0,5 kgf, ultrapassando o valor do peso hidrostático do aquatubo sem orifício em 0,1 kgf (2,2%). Ainda, quando se analisam os valores de peso hidrostático registrados por um aquatubo novo e outro desgastado pelo uso e encharcado (ambos com orifício interno), verifica-se redução de 0,6 kgf (14,3%) no peso hidrostático daquele demasiadamente usado.

A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados na mensuração do peso hidrostático dos implementos flutuantes de sustentação.

**Tabela 1**

Valores dos pesos hidrostáticos dos implementos flutuantes de sobrecarga.

| Implementos flutuantes  | Peso hidrostático (kgf) |
|-------------------------|-------------------------|
| Barra pequena           | 1,70                    |
| Barra grande            | 4,0                     |
| Halteres “míni”         | 0,75                    |
| Halteres pequenos       | 1,0                     |
| Halteres médios         | 1,25                    |
| Halteres grandes        | 1,90                    |
| Halteres “extragrandes” | 3,50                    |
| Halteres polivalentes   | 1,50                    |
| Caneleira pequena       | 0,50                    |
| Caneleira média         | 1,20                    |
| Caneleira grande        | 1,55                    |
| “Sorriso” pequeno       | 0,90                    |
| “Sorriso” médio         | 1,20                    |
| “Sorriso” grande        | 1,55                    |
| “Raquete” pequena       | 0,15                    |
| “Raquete” média         | 0,25                    |
| “Raquete” grande        | 0,33                    |
| Palmar tipo “morcego”   | 0,35                    |
| Aquahands               | 1,20                    |
| “Harpa”                 | 0,75                    |
| “Chinelão”              | 1,40                    |

**Fonte:** Elaborada pelos autores com base nos resultados do estudo.

**Tabela 2**  
Valores dos pesos hidrostáticos dos aquatubos.

| Aquatubos   | Peso hidrostático (kgf) |
|---|-------------------------|
| Com orifício interno                                    | 4,20                    |
| Sem orifício  | 4,60                    |
| Com orifício vedado                                     | 4,70                    |
| Com orifício interno (desgastado pelo uso e encharcado) | 3,60                    |

**Fonte:** Elaborada pelos autores com base nos resultados do estudo.

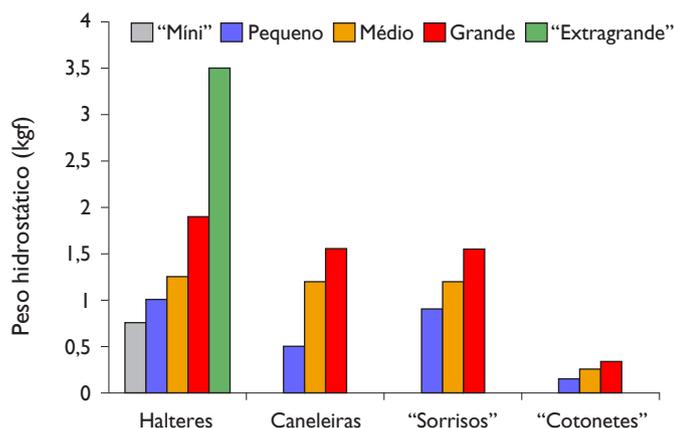
**Tabela 3**  
Valores dos pesos hidrostáticos dos implementos flutuantes de sustentação.

| Implementos flutuantes            | Peso hidrostático (kgf) |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Prancha pequena                   | 1,50                    |
| Prancha média                     | 2,20                    |
| Prancha grande                    | 3,10                    |
| Prancha com formato de pássaro    | 1,15                    |
| Prancha com formato de tartaruga  | 1,70                    |
| Prancha com formato de estrela    | 1,20                    |
| Prancha com formato de peixe      | 0,45                    |
| Prancha “foice”                   | 1,50                    |
| Cinturão pequeno                  | 2,55                    |
| Cinturão grande                   | 3,70                    |
| Colar cervical “meia-lua”         | 1,45                    |
| Colar cervical “quadrado” pequeno | 2,10                    |
| Colar cervical “quadrado” grande  | 3,15                    |
| <i>Pull buoy</i> pequeno          | 1,10                    |
| <i>Pull buoy</i> grande           | 1,35                    |
| Boia de braço inflável            | 2,75                    |

**Fonte:** Elaborada pelos autores com base nos resultados do estudo.

**Gráfico 1**

Valores de peso hidrostático relativos aos diferentes tamanhos de implementos flutuantes de sobrecarga.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas tabelas 1 e 3, observa-se que os implementos flutuantes de sustentação apresentaram peso hidrostático médio superior ao dos implementos flutuantes de sobrecarga ( $1,93 \pm 0,90$  kgf). Além disso, os implementos flutuantes de sobrecarga de mesmo formato, porém com mais de três tamanhos diferentes, mostraram um aumento progressivo dos pesos hidrostáticos do menor ao maior tamanho (Gráfico 1).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi determinar a carga de flutuação dos implementos flutuantes utilizados em hidroterapia e hidroginástica por meio da verificação dos valores de seus pesos hidrostáticos. Foi mensurado somente o efeito do empuxo sobre os implementos e, portanto, sua força de flutuabilidade.

O empuxo compreende uma força estática em um meio fluido (LOSS; CASTRO, 2010) que pode ser "aproveitada" usando esses implementos de duas formas: 1. pode oferecer certa resistência à imersão de tal aparato quando o objetivo é o reforço muscular; ou 2. pode auxiliar na sustentação do corpo se o objetivo for o posicionamento adequado para realização de determinadas atividades (BATES; HANSON, 1998; KOURY, 2000; RUOTI; MORRIS, 2000). A partir disso, e sabendo que esses aparatos são usados com diferentes propósitos nessas atividades físicas, cada implemento flutuador foi classificado como sobrecarga ou sustentação, com exceção dos aquatubos, os quais fizeram parte de uma terceira análise referente aos diferentes modelos (com ou sem orifício interno) e à capacidade de flutuação desses materiais diante do desgaste sofrido pelo uso.

A maioria dos implementos flutuantes avaliados era de EVA, um material caracterizado por ter baixa densidade. Não obstante, alguns apresentaram pesos hidrostáticos insignificantes, tais como os "cotonetes" de tamanho pequeno (0,15 kgf), médio (0,25 kgf) e grande (0,33 kgf), e o palmar tipo "morcego" (0,35 kgf). Dessa forma, como esses implementos são de sobrecarga, a carga de flutuação deles é muito baixa para reforço muscular, baseando-se na resistência imposta pelo empuxo. Por isso, pode-se deduzir que esses materiais teriam uma maior aplicabilidade para o fortalecimento muscular ao explorarem a área de superfície que eles apresentam e a velocidade em que os exercícios são executados, beneficiando-se, dessa forma, da força de arrasto como resistência ao movimento (MARTINEZ, 1999; PÖYHÖNEN et al., 2000, 2001; CANDELORO; CAROMANO, 2004).

Apesar de os "cotonetes" e o palmar tipo "morcego" apresentarem valores de carga baixa, quaisquer implementos flutuantes de sobrecarga podem explorar a força de arrasto além da flutuação. Entretanto, os mais indicados para isso são aqueles que apresentam grande área frontal, como os "sorrisos", os *aquahands*,

os halteres polivalentes e as “harpas” (ABORRAGE, 1997). Empiricamente, esses aparatos são chamados, pelos profissionais de hidroterapia e hidroginástica, de implementos flutuantes “híbridos” por apresentarem tanto resistência à imersão por causa do empuxo quanto uma grande área frontal, o que possibilita explorar a força de arrasto também durante os exercícios.

Já em relação aos halteres avaliados neste estudo, o “míni” tinha a mesma área frontal do pequeno, porém a espessura do pequeno era maior – o que justifica seu peso hidrostático mais elevado. A mesma relação foi encontrada entre halteres médio e grande. A partir disso, pode-se apontar que a diferença de executar um determinado exercício (em uma mesma velocidade) com halteres “míni” e “pequeno” implica uma maior sobrecarga com a utilização do pequeno, por causa da resistência à imersão desse haltere decorrente do empuxo. A mesma relação poder ser feita entre halteres médio e grande. Contudo, quando se busca utilizar a força de arrasto para fortalecimento muscular, a área de superfície também deve ser considerada na progressão dos exercícios, escolhendo o tamanho da área frontal e adaptando-o às condições musculares do aluno ou paciente.

Além disso, entre os grupos de flutuadores de sobrecarga de mesmo formato, mas com mais de dois tamanhos diferentes, não foi encontrado um aumento gradual da carga, considerando seus diferentes tamanhos. Por exemplo, entre os halteres avaliados, houve um aumento progressivo e constante de 0,25 kgf de peso hidrostático do haltere “míni” até o médio, entretanto o aumento na carga não foi mais constante do médio para o grande (havendo uma diferença de 0,65 kgf) e do grande para o “extragrande” (havendo uma diferença de 1,4 kgf). Entre as caneleiras (pequenas, médias e grandes), também não houve aumentos constantes entre os valores de seus pesos hidrostáticos: da pequena para a média, observou-se um acréscimo de 0,7 kgf, e da média para a grande, de 0,35 kgf. Nos casos dos “cotonetes” e dos “sorrisos” (ambos nos tamanhos pequeno, médio e grande), o crescimento entre os valores de seus pesos hidrostáticos, de acordo com os tamanhos, não se demonstrou tão discrepante. Entre os “cotonetes”, dos pequenos aos médios, o aumento foi de 0,10 kgf, e do médio para o grande foi de 0,8 kgf; com relação aos “sorrisos”, o aumento foi de 0,3 kgf e 0,35 kgf, respectivamente.

Essa irregularidade no aumento progressivo de carga entre os implementos de mesmo formato demonstra que seus fabricantes não têm conhecimento exato da carga imposta pelos implementos que produzem, impedindo que os profissionais que utilizam esses materiais tenham controle sobre a real carga imposta em exercícios de fortalecimento muscular. Por sua vez, os pesos usados para exercícios em terra, geralmente apresentam aumento progressivo e constante de carga de 0,5 kgf ou 1,0 kgf, sendo a verificação desses valores mais simples do que a dos flutuadores na água: basta pesá-los em uma balança, uma vez que sua carga é decorrente do efeito da gravidade (ENOKA, 2000).

Em relação aos implementos flutuantes de sustentação, o peso hidrostático médio foi superior ao dos implementos flutuantes de sobrecarga. Consequentemente, essa é uma classe de aparelhos que tem grande valor na reabilitação e no incentivo à prática de atividade física para aquelas pessoas que apresentam doença articular degenerativa em membros inferiores (KOURY, 2000) ou que apresentam quaisquer outras condições que limitem a sustentação de peso, tais como fraturas de fadiga, fraturas agudas, pós-operatórios, lesões osteocondrais, artrite reumatoide (RUOTI; MORRIS, 2000).

O conhecimento da carga desses tipos de implementos de sustentação permite melhor adequá-los à quantidade de redução de carga sobre membros inferiores de que o aluno ou paciente precisa para exercitar-se em ortostase, além de possibilitar seu posicionamento, de variadas maneiras, em flutuação (KOURY, 2000). Além disso, com a quantificação da carga de flutuação desses implementos usados para a sustentação, é possível escolher o equipamento conforme as características do aluno ou paciente. Por exemplo, conforme a capacidade de flutuação do aluno, opta-se por um equipamento de sustentação com maior carga de flutuação ou não.

Sabe-se, ainda, que a simples imersão do corpo em água reduz o peso hidrostático da pessoa pela ação do empuxo, diminuindo a sobrecarga articular (ABORRAGE, 1997; KRUEL, 1994). Essa redução do peso hidrostático é proporcional à quantidade de imersão; por exemplo, considerando um indivíduo em ortostase,

pode-se ter desde uma redução de 2%, quando a água está no nível do tornozelo, até 92%, no nível do pescoço (KRUEL, 1994). Os flutuadores de sustentação, com seus respectivos pesos hidrostáticos, são capazes de reduzir ainda mais a carga sustentada pelos membros inferiores (RUOTI; MORRIS, 2000). Além disso, para pacientes obesos e com doença articular degenerativa, a diminuição na sustentação do peso corporal – por permitir movimentação indolor – ainda é um incentivo para exercícios aeróbicos, importantes para a perda de peso (KOURY, 2000). Dessa forma, a escolha do implemento ideal para o aluno ou paciente deve, portanto, levar em conta a profundidade da piscina de trabalho, a altura do paciente ou do aluno e suas condições clínicas.

Sobre a análise dos aquatubos, pode-se notar que o aquatubo sem orifício apresentou uma carga de flutuação um pouco maior que o com orifício e que não há uma grande diferença das cargas de flutuação entre aquele que não tinha orifício e aquele que teve o orifício vedado, indicando que, com a vedação, o aprisionamento de ar no seu interior pode fazer seu peso hidrostático suplantar o de um aquatubo fabricado sem o orifício. Por isso, a vedação do orifício pode ser uma estratégia quando há somente aquatubos com orifício. Contudo, a carga de flutuação foi menor quando o aquatubo testado estava desgastado pelo efeito do seu uso. Isso implica que com o tempo existe uma diminuição na capacidade de flutuação desses equipamentos, o que deve ser considerado quando forem utilizados.

Os achados deste trabalho são de extrema importância para os profissionais da hidroginástica e hidroterapia, porque apresentam os valores das cargas de flutuação de diferentes implementos, ajudando no estabelecimento de um programa de exercícios mais seguro e direcionado para as necessidades de cada aluno ou paciente. Apesar disso, a amostra desses equipamentos foi muito pequena, já que não há como garantir que os valores de peso hidrostático verificados sejam iguais entre os diferentes tipos, tamanhos e modelos de implementos não testados, e o tempo de uso deles também interfere na sua capacidade de flutuação. Além disso, com intuito de controlar completamente as variáveis que interferem na sobrecarga, seria interessante analisar não somente a carga de flutuação, mas também quantificar a força de arrasto gerada durante determinados exercícios com implementos diferentes.

## CONCLUSÃO

Os implementos flutuantes de sobrecarga apresentaram peso hidrostático médio de 1,28 kgf, com um desvio padrão de 0,96 kgf. Entretanto, os pesos hidrostáticos médios dos implementos de flutuação de sustentação foram superiores aos dos implementos flutuantes de sobrecarga, o que justifica sua maior finalidade: sustentação corporal.

Entre os aquatubos testados, a presença de orifício interno indicou menor peso hidrostático do material. Quando vedado, o aprisionamento de ar no seu interior pode fazer seu peso hidrostático suplantar o de um aquatubo fabricado sem o orifício. Além disso, o uso desse tipo de material e consequente imersão fazem o aquatubo reter água em seu interior, reduzindo sua densidade e capacidade de flutuação. Isso caracteriza o desgaste do material, o que deve ser de conhecimento dos profissionais que os utilizam, porque materiais desgastados impõem menos resistência aos exercícios e/ou promovem menor sustentação corporal.

Conhecer o peso hidrostático dos implementos flutuantes e compreender os fatores que influenciam a resistência ao movimento executado em imersão possibilita ao profissional de hidroginástica e hidroterapia adaptar os exercícios de fortalecimento muscular conforme as necessidades e limitações de seus alunos ou pacientes. Apesar da amostra limitada, acredita-se que este estudo oferece mais uma ferramenta para que o reabilitador ou o educador físico use sua criatividade na elaboração de programas de exercícios, sem pôr em risco a saúde do seu paciente ou aluno. Além disso, este trabalho pode servir de base para que os fabricantes de implementos flutuantes possam controlar a carga oferecida pelo material que elaboram, equiparando-as, de repente, às cargas dos pesos conhecidos, já bastante utilizados em atividades em terra.

## CHARACTERIZATION OF THE BUOYANCY LOAD OF IMPLEMENTS USED IN AQUATIC EXERCISE AND HYDROTHERAPY

**Abstract:** In order to quantify loads of floating implements used in aquatic exercise and/or hydrotherapy, the purpose of this study was to determine the buoyancy load of these implements verifying their hydrostatic weight. For this, one load cell was used to measure the hydrostatic weight. The implements were classified as lifting or overload, with exception of aquatubes, which were another group. The aquatube with hole presented a buoyancy load a little greater than the one without hole and there is no difference of the buoyancy load between the one without hole and the one that was sealed. The overload implements presented an average hydrostatic weight of 1.28 kgf. The average hydrostatic weight of the lifting implements was greater than overloads.

**Keywords:** hydrostatic weight; buoyancy; aquatic exercises.

## REFERÊNCIAS

- ABORRAGE, A. **Hidroesporte: treinamento complementar**. Londrina: Midiograf, 1997.
- BATES, A.; HANSON, N. **Exercícios aquáticos terapêuticos**. São Paulo: Manole, 1998.
- CANDELORO, J.; CAROMANO, F. Graduação da resistência ao movimento durante a imersão na água. **Fisioterapia Brasil**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 73-76, jan./fev. 2004.
- ENOKA, R. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.
- FLECK, S.; KRAEMER, W. **Designing resistance training programs**. Champaign: Human Kinetics, 1997.
- FOLEY, A. et al. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis – a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. **Annals of the Rheumatic Diseases**, London, v. 62, n. 12, p. 1162-1167, Dec. 2003.
- FOX, R.; MCDONALD, A.; PRITCHARD, P. Conceitos fundamentais. In: FOX, R.; MCDONALD, A.; PRITCHARD, P. **Introdução à mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006. p. 15-46.
- GEYTENBEEK, J. Evidence for effective hydrotherapy. **Physiotherapy**, London, v. 88, n. 9, p. 514-529, Sept. 2002.
- KOURY, J. **Programa de fisioterapia aquática: um guia para a reabilitação ortopédica**. São Paulo: Manole, 2000.
- KRUEL, L. **Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água**. 1994. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.
- LOSS, J.; CANDOTTI, C. Comparative study between two elbow flexion exercises using the estimated resultant muscle force. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 12, n. 6, p. 502-510, nov./dez. 2008.

LOSS, J.; CASTRO, F. Forças no meio líquido. In: COSTA, P. L. da. **Natação e atividades aquáticas: subsídios para o ensino**. Barueri: Manole, 2010. p. 34-46.

MARTINEZ, F. Cinesiologia na água: exercícios de hidrocinesioterapia. **Ciência em Movimento**, Porto Alegre, n. 1, p. 27-32, 1999.

PÖYHÖNEN, T. et al. Determination of hydrodynamic drag forces and drag coefficients on human leg/foot model during knee exercise. **Clinical Biomechanics**, Huddersfield, v. 15, n. 4, p. 256-260, May 2000.

\_\_\_\_\_. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. **Clinical Biomechanics**, Huddersfield, v. 16, n. 6, p. 496-504, July 2001.

\_\_\_\_\_. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 34, n. 12, p. 2103-2109, Dec. 2002.

PRENTICE, W.; VOIGHT, M. **Técnicas em reabilitação musculoesquelética**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

PRINS, J. Aquatic training in rehabilitation and preventive medicine. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR BIOMECHANICS AND MEDICINE IN SWIMMING, II., 2010, Oslo. **Proceedings...** Oslo: Nordberg Trykk, 2010. p. 28-29.

RAHMANN, A.; BRAUSER, S.; NITZ, J. A specific inpatient aquatic physiotherapy program improves strength after total hip or knee replacement surgery: a randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Reston, v. 90, n. 5, p. 745-755, May 2009.

RUOTI, R.; MORRIS, D. **Reabilitação aquática**. São Paulo: Manole, 2000.

SCHLEIHAUF, R. Forces in a fluid medium. In: \_\_\_\_\_. **Biomechanics of human movement**. Bloomington: Authorhouse, 2004. p. 323-340.

SILVA, L. et al. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 88, n. 1, p. 12-21, Jan. 2008.

#### Contato

Flávia Gomes Martinez  
Rua Felizardo, 750 – Porto Alegre – RS – Brasil – CEP 90690-200  
E-mail: flavia\_m@terra.com.br

#### Tramitação

Recebido em 29 de agosto de 2010  
Aceito em 9 de fevereiro de 2011