

# Análise comparativa da função respiratória de indivíduos hígidos em solo e na água

## *Comparative assessment of healthy subjects' lung function on the ground and in water*

Natalia Cristina de Sá<sup>1</sup>, Talyta Carone Banzato<sup>1</sup>, Ana Beatriz Sasseron<sup>2</sup>, Luiz Carlos Ferracini Júnior<sup>3</sup>, Patrícia Fregadolli<sup>4</sup>, Luciana Castilho de Figueiredo<sup>5</sup>

Estudo desenvolvido na  
Clínica Escola de Fisioterapia  
do Uniararas – Centro  
Universitário Hermínio  
Ometto, Araras, SP, Brasil

- <sup>1</sup> Fisioterapeutas
- <sup>2</sup> Fisioterapeuta; Profa Ms.  
do Curso de Fisioterapia do  
Uniararas
- <sup>3</sup> Fisioterapeuta; Profa.  
especialista do Curso de  
Fisioterapia do Uniararas
- <sup>4</sup> Fisioterapeuta especialista em  
Fisioterapia Respiratória Adulto  
e Infantil
- <sup>5</sup> Fisioterapeuta; Profa. Dra. do  
Curso de Especialização em  
Fisioterapia Respiratória Adulto  
e Infantil do Uniararas

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Natalia C. de Sá  
R. Ricardo Duzzi 450 Jd  
Ricardo Duzzi  
13160-000 Artur Nogueira SP  
e-mail: natalia.sa19@gmail.com

APRESENTAÇÃO  
jan. 2010

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
set. 2010

**Resumo:** A mensuração da função respiratória oferece informações essenciais para caracterizar anormalidades pulmonares. A pressão hidrostática da água atua no tórax submerso de diversas formas, causando alterações no sistema respiratório. O objetivo deste estudo foi analisar comparativamente variáveis que avaliam a função respiratória – volume minuto (Vmin), volume corrente (Vc), capacidade vital (Cvital) e frequência respiratória (FR) – de voluntárias no solo e com o tórax submerso em piscina terapêutica aquecida. A função respiratória de 30 voluntárias saudáveis (20,9±2,1 anos; 1,64±0,07 m; 58,8±9,2 kg; índice de massa corporal 21,78±2,63 kg/m<sup>2</sup>) foi avaliada por meio de ventilômetro em solo e aos 1 e 20 minutos de imersão, com água ao nível dos ombros, em posição sentada. Após 20 minutos de imersão, foi registrado aumento estatisticamente significativo no Vmin ( $p=0,015$ ) e Vc ( $p=0,027$ ); e uma redução estatisticamente significativa ( $p=0,016$ ) na Cvital 1 minuto após imersão, em relação aos valores obtidos em solo. O maior tempo de imersão alterou assim os valores obtidos em solo, com exceção da Cvital, que sofreu alteração significativa desde o primeiro minuto de imersão. Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores obtidos após 1 e 20 minutos na água. O estudo permite concluir que a imersão do tórax em piscina aquecida provocou aumento no Vmin e Vc e diminuição na Cvital de voluntárias saudáveis.

**Descritores:** Capacidade vital; Imersão; Medidas de volume pulmonar; Testes de função respiratória

**Abstract:** Measuring respiratory function provides essential information to assess pulmonary changes. Effects of water hydrostatic pressure on the submerged chest cause changes in the respiratory system. The purpose here was to compare respiratory function variables – minute volume (MV), tidal volume (TV), vital capacity (Vitalc), and respiratory rate (RR) – on the ground and with chest submerged in water. Respiratory function of 30 healthy female volunteers (mean age 20.93 ± 2.11; weight 58.8±9.2 kg; body mass index 21.78±2.63 kg/m<sup>2</sup>) was assessed by spirometry on the ground, and 1 and 20 minutes after immersion in warm water at shoulder level in the sitting position. As compared to ground levels, statistically significant increases were found in MV ( $p=0.015$ ) and TV ( $p=0.027$ ) 20 minutes after immersion, as well as a significant decrease ( $p=0.016$ ) in Vitalc one minute after immersion. Longer time immersion has thus altered values obtained on ground, except for Vitalc, which showed significant reduction on the first minute after chest immersion. Comparison between variable values obtained 1 and 20 minutes in water showed no significant difference. It may thus be said that chest submersion in warm water caused an increase in MV and TV and a decrease in Vitalc of healthy subjects.

**Key words:** Immersion; Lung volume measurements; Respiratory function tests; Vital capacity

## INTRODUÇÃO

Considerando que o comportamento mecânico do pulmão é baseado em suas propriedades elásticas e em seu volume, a mensuração dos volumes pulmonares oferece informações que podem ser essenciais para a caracterização do estado fisiopatológico, decorrente de anormalidades pulmonares. A determinação dos volumes pulmonares constitui uma das etapas da avaliação funcional pulmonar<sup>1</sup>.

Ao se inserir no meio aquático, o organismo é submetido a diferentes forças físicas, o que gera uma série de adaptações fisiológicas<sup>2</sup>. As forças físicas da água, como densidade específica, gravidade específica, pressão hidrostática, refração, tensão superficial, viscosidade e flutuação, atuam sobre um organismo imerso provocando alterações fisiológicas extensas que afetam quase todos os sistemas do organismo<sup>3</sup>.

O sistema respiratório sofre alterações expressivas graças ao deslocamento sanguíneo das regiões periféricas para a região central do tórax, além da ação direta da pressão hidrostática sobre a caixa torácica, aumentando o trabalho respiratório em cerca de 60%<sup>4,5</sup>.

A fisioterapia tem se mostrado de extrema importância na reabilitação de indivíduos em solo e na água. Por se tratar de um meio terapêutico não-convencional, a hidroterapia requer avaliação: é preciso identificar as alterações fisiológicas decorrentes da imersão, verificando a condição física e funcional do paciente no meio líquido, para que o programa de intervenção seja ajustado às condições e necessidades do paciente<sup>6</sup>.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar as variáveis que avaliam a função respiratória – volume minuto (Vmin), volume corrente (Vc), capacidade vital (Cvital) e frequência respiratória (FR) – de voluntárias saudáveis em solo e na água, com o tórax submerso em piscina aquecida.

## METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado na Clínica Escola de Fisioterapia do Uniararas – Centro Universitário Hermínio Ometto – e aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa do mesmo. Após receberem orientações sobre os procedimentos aos quais seriam submetidas, assim como sobre os potenciais riscos e benefícios decorrentes da participação na pesquisa as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Participaram deste estudo 30 voluntárias saudáveis. Os critérios de inclusão foram: indivíduos do sexo feminino (para tornar a amostra mais homogênea), saudáveis (sem história de doenças cardiovasculares, pulmonares, ósseo-musculares e neurológicas), com capacidade cognitiva suficiente para compreender as manobras solicitadas, com idade superior a 18 anos e menor que 30 anos.

## Procedimentos

Dados sobre idade, altura, peso, prática de atividade física, tabagismo e histórico de doenças prévias e atuais foram obtidos por meio de uma ficha de coleta de dados; o índice de massa corpórea (IMC) foi calculado por meio da fórmula:  $IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$  (kg/m<sup>2</sup>). Para obtenção das medidas, foi utilizada uma balança eletrônica adulto Welmy (RI W 200). As voluntárias foram também submetidas à avaliação das variáveis que verificam a função respiratória: Vmin, Vc, Cvital e FR.

Para a avaliação na água, foi utilizada uma piscina de 9 x 5 metros com em média 1 metro de profundidade, aquecida em 34°C.

As medidas pulmonares foram obtidas utilizando-se um bocal descartável semi-rígido (diâmetro interno de 20,5 mm e externo de 22,2 mm) acoplado ao aparelho ventilômetro de Wright (Mark 8 analógico, Ferraris), com visor de 35 mm, e dois mostradores de 0-1 l/min e 0-100 l/min. Solicitou-se à voluntária que efetuasse prensão labial suficiente para evitar escape de ar ao redor do mesmo. Um clipe nasal foi utilizado para evitar o escape de ar pelo nariz. O avaliador foi responsável por evitar qualquer tipo de vazamento, otimizando o ajuste do bocal nos lábios da voluntária.

A mensuração das variáveis foi feita em três momentos: primeiro, em solo, as voluntárias sentaram-se em uma cadeira confortavelmente e foram instruídas a manter as costas junto ao encosto durante as manobras, evitando a projeção do

tórax para frente. No segundo momento, a voluntária foi instruída a entrar na piscina aquecida, permanecer sentada com água até o nível dos ombros, em repouso, segurando-se em uma barra fixada à parede da piscina. No terceiro momento, após 20 minutos em que a voluntária permaneceu sentada em repouso dentro da piscina, repetiram-se as manobras anteriores. A seqüência de avaliação das variáveis estudadas foi intercalada entre as voluntárias, ou seja, se a avaliação da primeira voluntária foi iniciada pela obtenção do Vmin em solo e na água, a avaliação da segunda começou pela obtenção da Cvital em solo e na água e assim sucessivamente.

Os intervalos foram de aproximadamente um minuto entre cada manobra e todas as medidas foram tomadas pelo mesmo avaliador, com comando verbal padronizado.

Para a mensuração dos volumes pulmonares, a voluntária foi orientada a respirar tranquilamente no ventilômetro por um minuto (cronômetro digital Sport Chrono 50 Mini, New Balance) para a leitura do volume minuto. Durante esse tempo, o pesquisador contou o número de respirações, a frequência respiratória (FR), para o cálculo do volume corrente, dado pela fórmula  $Vc = Vmin/FR$  (em litros). A Cvital foi medida pelo mesmo equipamento, conectado ao bocal descartável, e determinada a partir de uma inspiração até a capacidade pulmonar total, seguida de expiração até o volume residual. As medidas foram realizadas três vezes e obtida a média das três.

A análise descritiva das variáveis quantitativas permitiu constatar sua distribuição normal. Aplicou-se o teste t pareado para comparação das variáveis contínuas. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . Foi usado o programa estatístico SPSS (v.13.0).

## RESULTADOS

As 30 voluntárias, saudáveis, tinham média de idade de 20,9±2,11 anos, altura média de 1,64±0,07 metros, peso médio de 58,8±9,2 kg e IMC médio de 21,78±2,63 kg/m<sup>2</sup>. Do total, 23 (76,7%) não praticavam atividade física e somente uma era fumante.

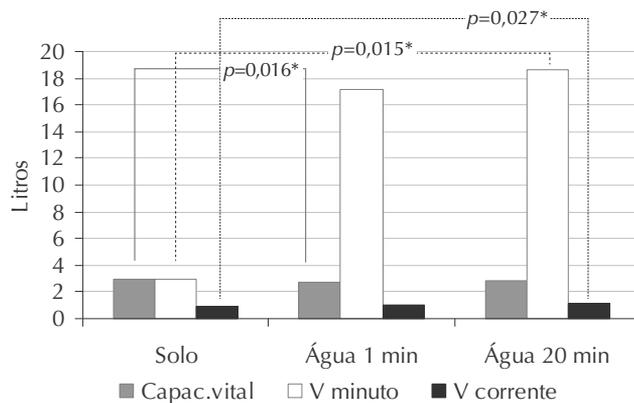
Na Tabela 1 encontram-se os valores médios das variáveis avaliadas nos três momentos: em solo, 1 minuto com o tórax submerso na água e após 20 minutos com o tórax submerso na água, bem como os resultados das comparações entre os momentos.

Após 20 minutos de imersão, nota-se um aumento estatisticamente significativo no Vmin e Vc, quando comparados aos valores obtidos no solo; e, também, uma redução estatisticamente significativa na Cvital obtida 1 minuto após imersão. Quanto à FR, não houve alterações quando avaliada em solo ou com o tórax submerso (Gráfico 1).

O maior tempo de submersão teve influência nos valores medidos, com exceção da Cvital, que sofreu alteração significativa logo no primeiro minuto de submersão. Quando se compararam as medidas após 1 e 20 minutos na água, não foram encontradas diferenças significativas.

**Tabela 1** Comparações entre os valores (média ± desvio padrão) de volume minuto (Vmin), volume corrente (Vc), capacidade vital (Cvital) e frequência respiratória (FR) coletados no solo (S) e na água após 1 (A1) e 20 minutos (A20) de imersão (n=30)

Variável e momento	Média ± desvio padrão	p
<i>Volume minuto (l/min)</i>		
Vmin-S vs Vmin-A1	14,98±7,25 vs 17,18±7,02	0,063
Vmin-S vs Vmin-A20	14,98±7,25 vs 18,67±8,63	0,015
Vmin-A1 vs Vmin-A20	17,18±7,02 vs 18,67±8,60	0,084
<i>Volume corrente (l)</i>		
Vc-S vs Vc-A1	0,90±0,46 vs 1,06±0,48	0,062
Vc-S vs Vc-A20	0,90±0,46 vs 1,09±0,47	0,027
Vc-A1 vs Vc-A20	1,06±0,48 vs 1,09±0,47	0,600
<i>Capacidade vital (l)</i>		
Cvital-S vs Cvital-A1	3,00±0,95 vs 2,72±0,98	0,016
Cvital-S vs Cvital-A20	3,00±0,95 vs 2,79±0,83	0,114
Cvital-A1 vs Cvital-A20	2,72±0,98 vs 2,79±0,83	0,582
<i>Frequência respiratória (inspirações por minuto)</i>		
FR-S vs FR-A1	17,00±3,85 vs 16,56±4,11	0,546
FR-S vs FR-A20	17,00±3,85 vs 17,20±4,25	0,826
FR-A1 vs FR-A20	16,56±4,11 vs 17,20±4,25	0,304



**Gráfico 1** Capacidade vital e volumes pulmonares medidos no solo e na água após um 1 e 20 minutos de imersão (n=30)

alteração significativa no sistema cardiorrespiratório, pois o coração deve aumentar a força de contração e aumentar o débito cardíaco em resposta ao aumento do volume de sangue. Aumentos do débito cardíaco parecem também estar relacionados às variações da temperatura da água, podendo atingir aumentos de 30% a uma temperatura de aproximadamente 33°C<sup>8</sup>.

A pressão hidrostática, ou seja, a pressão exercida sobre toda a superfície de um corpo imerso a uma dada profundidade, é uma propriedade física que exerce efeito no sistema cardiorrespiratório<sup>9</sup>, assim como nos outros sistemas do organismo, afetando o mecanismo pulmonar, alterando seus volumes pulmonares<sup>10-26</sup>. As alterações na função respiratória são desencadeadas pela ação da pressão hidrostática de duas maneiras: primeira, um gradiente de pressão hidrostática contrabalança a força dos músculos inspiratórios e deforma a parede torácica internamente, quando os músculos estão relaxados; e a segunda é o deslocamento sanguíneo no tórax devido ao efeito compressivo da água nos vasos sanguíneos das extremidades<sup>2,11</sup>. Em imersão, o centro diafragmático desloca-se cranialmente, a pressão intratorácica aumenta de 0,4 para 3,4 mmHg; a pressão transmural nos grandes vasos aumenta de 3,0 a 5,0 mmHg para 12,0 a 15,0 mmHg. Essas alterações, por sua vez, aumentam o trabalho respiratório em 65%<sup>2,11</sup>.

Neste estudo, foram observadas alterações significativas dos volumes pulmonares das voluntárias quando submersas, com aumento do Vmin e Vc em relação aos valores obtidos no solo. Esse aumento foi progressivo, sendo significativo após 20 minutos de imersão. Em concordância com este estudo, Arieli et al.<sup>10</sup> e Derion et al.<sup>12</sup> também encontraram aumento do Vmin quando os indivíduos foram avaliados em imersão sentados, com a cabeça para fora da água.

A literatura é controversa em relação ao comportamento do Vc em submersão no meio aquático. Para Hong et al.<sup>13</sup>, Shedahl et al.<sup>27</sup>, Agostini et al.<sup>28</sup>, e Bookspan et al.<sup>29</sup> não houve alteração dessa variável durante a submersão; enquanto Arieli e colaboradores<sup>10</sup> encontraram diminuição do Vc. Choukroun et al.<sup>30</sup>, concordando com este estudo, verificaram aumento do Vc.

O aumento dos volumes pulmonares em submersão pode ser justificado pelo fato de que, quando o indivíduo se encontra submerso, a temperatura da água e o efeito da pressão hidrostática sobre o tórax levam ao aumento do trabalho respiratório, alterando consequentemente os volumes pulmonares. Choukroun et al.<sup>30</sup> também atribuíram o aumento do Vc em submersão ao fato de que a exposição do indivíduo à temperatura mais alta exige maior participação do componente abdominal do que do com-

## DISCUSSÃO

O conhecimento e a compreensão das propriedades físicas da água e suas repercussões na função respiratória à imersão são de extrema importância para estabelecer um plano terapêutico, a partir dos resultados verificados em indivíduos saudáveis<sup>7</sup>.

Quando uma pessoa está submersa na água até o nível dos ombros, há uma

ponente torácico no ciclo respiratório. A temperatura pode provocar alterações dos músculos respiratórios superficiais por meio de dois mecanismos: um mecanismo intrínseco, secundário à variação local da temperatura do músculo, e um mecanismo extrínseco, que atua sobre o sistema de controle da contração muscular.

Os volumes pulmonares foram maiores quando as voluntárias estavam submersas, e esse aumento ocorreu de forma progressiva conforme o tempo de permanência com o tórax submerso. Quando os volumes pulmonares (Vmin e Vc) e a Cvital foram comparados no 1º e 20º minutos, foi notado um pequeno aumento, porém sem significância estatística. Para Peçanha *et al.*<sup>23</sup>, alterações da função pulmonar iniciam-se logo após a imersão em água e persistem durante a primeira hora de imersão; logo após o término da imersão, a função pulmonar retoma os níveis normais.

Em relação à Cvital, houve significativa redução de seu valor um minuto

após a submersão do indivíduo em meio líquido quando comparado à avaliação no solo. No 20º minuto de submersão houve uma pequena recuperação do valor, mas não alcançando o valor obtido durante avaliação no solo. Diversos autores<sup>2,4,11,13-16,25,28,31</sup> também encontraram redução da Cvital após a permanência do indivíduo em submersão.

Segundo Caromano e Nowotny<sup>32</sup>, são deslocados 700 ml de sangue dos membros inferiores para a região do tórax, causando um aumento no retorno venolinfático, ocasionando um aumento de 60% do volume de sangue central. O aumento do volume sangüíneo no tórax, evidenciado pelo aumento do volume sangüíneo capilar, desloca ar dos pulmões, diminuindo a Cvital, pois o deslocamento sangüíneo congestiona os vasos pulmonares, provocando diminuição na complacência pulmonar. Durante a imersão, em respiração normal, algumas vias aéreas são fechadas, o que acarretará desenvolvimento de áreas de baixa ventilação-perfusão (*shunt*) e

hipoxemia arterial<sup>10-12,16,25,31</sup>.

Quanto à frequência respiratória, em concordância com este estudo, Shedahl *et al.*<sup>27</sup>, Agostini *et al.*<sup>28</sup> e Bookspan<sup>29</sup> também encontraram que a FR não sofre alterações quando o indivíduo se encontra em imersão, independente do tempo que permaneça no meio aquático.

Essas informações são importantes para que o fisioterapeuta possa se embasar ao propor hidroterapia como tratamento alternativo para pacientes com patologias pulmonares.

## CONCLUSÃO

Neste estudo, a imersão do tórax das voluntárias em piscina aquecida provocou um aumento nos volumes minuto e corrente, bem como diminuição na capacidade vital. A frequência respiratória não sofreu alteração quando as voluntárias estavam com o tórax submerso em piscina aquecida.

## REFERÊNCIAS

- 1 Silva AKMB, Garrido JAB. Efeito da fisioterapia respiratória pré-operatória em pacientes candidatos a cirurgia bariátrica [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009.
- 2 Caromano FA, Filho TMRF, Candeloro JM. Efeitos fisiológicos da imersão e do exercício na água. *Fisioter Bras.* 2003;4(1):65-74.
- 3 Ruoti RG, Morris DM, Cole AJ. Reabilitação aquática. São Paulo: Manole; 2000.
- 4 Fagundes AA, Silva RF. Efeitos da imersão em água aquecida sobre o sistema respiratório. *Fisioter Mov.* 2003;19(4):113-8.
- 5 Ide MR, Belini MAV, Caromano FA. Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons. *Clinics.* 2005;60(2):151-8.
- 6 Barbosa AD, Camargo CR, Arruda ES, Israel VL. Avaliação fisioterapêutica aquática. *Fisioter Mov.* 2006;19(2):135-47.
- 7 Hinmann RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2007;87(1):32-43.
- 8 Carregaro RL, Toledo AM. Efeitos fisiológicos e evidências científicas da eficácia da fisioterapia aquática. *Movimenta.* 2008;1(1):23-7.
- 9 Bates A, Hanson N. Exercícios aquáticos terapêuticos. São Paulo: Manole; 1998.
- 10 Arieli R, Boutellie U, Farhi LE. Effect of water immersion on cardiopulmonary physiology at high gravity (+Gz). *J Appl Physiol.* 1986;61(5):1686-92.
- 11 Robertson CH, Claire JME, Bradley ME. Lung volumes in man immersed to the neck: dilution and plethysmographic techniques. *J Appl Physiol.* 1978;44(5):679-82.
- 12 Derion T, Guy HJ, Tsukimoto K, Schaffartzik W, Prediletto R, Poole DC, et al. Ventilation-perfusion relationships in the lung during head-out water immersion. *J Appl Physiol.* 1992;72(1):64-72.
- 13 Hong SK, Cerretelli P, Cruz JC, Rahn H. Mechanics of respiration during submersion in water. *J Appl Physiol.* 1969;27(4):535-8.
- 14 Craig Jr AB, Dvorak M. Expiratory reserve volume and vital capacity of the lungs during immersion in water. *J Appl Physiol.* 1975;38(1):5-9.

## Referências (cont.)

- 15 Prefaut, C, Lupi HE, Anthonisen NR. Human lung mechanics during water immersion. *J Appl Physiol.* 1976;40(3):320-3.
- 16 Guyatt AR, Newman FFF, Cinkotal JJP, Thomson ML. Pulmonary diffusing capacity in man during immersion in water. *J Appl Physiol.* 1965;20:878-81.
- 17 Minh VD, Dolan GF, Weave PGL, Friedamn PJ, Konopka RG, Brach BB. Diaphragmatic function during immersion. *J Appl Physiol.* 1977;43(2):297-301.
- 18 Jarret AS. Effect of immersion on intrapulmonary pressure. *J Appl Physiol.* 1965;20:1261-6.
- 19 Fernandes R, Fagundes AA. Efeitos da imersão em piscina sobre a expansibilidade torácica de estagiários de hidroterapia. In: X Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2005. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2006/inic/inic/03/INIC0000990ok.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/inic/inic/03/INIC0000990ok.pdf).
- 20 Caromano FA, Kuga LS, Passarella J, Sá CSC. Efeitos fisiológicos de sessão de hidroterapia em crianças portadoras de distrofia muscular de Duchene. *Rev Fisioter Univ São Paulo.* 1998;5(1):49-55.
- 21 Caromano FA, Candeloro JM. Fundamentos da hidroterapia para idosos. *Arq Cienc Saude Unipar.* 2001;5(2):187-95.
- 22 Fagundes AA, Silva RF. Efeitos da imersão em água aquecida sobre o sistema respiratório. *Fisioter Mov.* 2006;19(4):113-8.
- 23 Peçanha FM, Wiggers GA, Gonçalves CP, Neves LB, Junqueira CRA, Viana JWCC. Comportamento da função pulmonar durante e após imersão em água. In: Anais do I Congresso Carioca de Fisioterapia Respiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva da Sobrafir. Rio de Janeiro: Sobrafir; 2005. p.29.
- 24 Silva RF, Huang AC, Fagundes AA. Efeitos da imersão em piscina a nível de C7 sobre a força muscular respiratória. *Rev Univap.* 2006;13(24):37-9.
- 25 Pereira KS, Cubero IM. Alterações fisiológicas do sistema pulmonar durante a imersão. *Rev Fisioter Unid.* 2000;1(1):83-90.
- 26 Silva RF. A imersão em piscina e seus efeitos sobre o sistema respiratório: uma revisão de literatura. In: X Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, VI Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2005. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2006/inic/inic/03/INIC0000246ok.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/inic/inic/03/INIC0000246ok.pdf).
- 27 Shedahl LM, Buskirk ER, Loomis JL. Effect as head out water immersion on cardiorespiratory responses to dynamic exercise. *J Am Coll Cardiol.* 1987;10:1254-8.
- 28 Agostini E, Gurtner G, Torri G, Rahn H. Respiratory mechanics during submersion and negative-pressure breathing. *J Appl Physiol.* 1966;21:251-8.
- 29 Bookspan A. Efeito fisiológico da imersão em repouso. In: Ruoti RG, Moorris DM, Cole AJ. Reabilitação aquática. São Paulo: Manole; 2000. p.29-38.
- 30 Choukroun M, Christian K, Varene P. EMG study of respiratory muscles in humans immersed at different water temperatures. *J Appl Physiol.* 1990;68(2):611-6.
- 31 Brech GC, Amaral B, Restiffe AP. Lesão raquimedular: uso da piscina terapêutica para minimizar a espasticidade. *Fisioter Bras.* 2005;6(2):119-23.
- 32 Caromano FA, Nowotny JP. Princípios físicos que fundamentam a hidroterapia. *Fisioter Bras.* 2002;3(6):394-402.