

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa & Desenvolvimento

ROBSON FERNANDES DA SILVA

EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA REALIZADO
EM AMBIENTE AQUÁTICO E SECO SOBRE O SISTEMA RESPIRATÓRIO DE
PESSOAS OBESAS

São José dos Campos, SP

2008

ROBSON FERNANDES DA SILVA

EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA REALIZADO
EM AMBIENTE AQUÁTICO E SECO SOBRE O SISTEMA RESPIRATÓRIO DE
PESSOAS OBESAS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Paraíba como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Mara Danella Zácara

São José dos Campos, SP

2008

S583e

Silva, Robson Fernandes da

Efeitos de um protocolo de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente aquático e seco sobre o sistema respiratório de pessoas obesas / Robson Fernandes da Silva; Orientadora prof. Dra. Patrícia Mara Danella Zácara. São José dos Campos: UniVap, 2008.

1 Disco laser.: color

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento-Universidade do Vale do Paraíba, 2008.

1. Obesidade 2. Sistema respiratório 3. Hidroterapia 4. Cinesioterapia I. Zácara, Patrícia Danella Mara, Orient II. Título.

CDU: 613.25

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores, ou transmissão eletrônica, desde que citada a fonte.

Aluno: *Robson Fernandes da Silva*

Data: *27/06/2008*

ROBSON FERNANDES DA SILVA

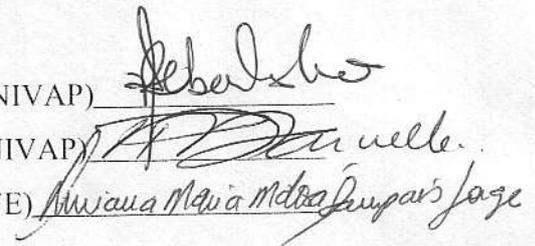
**“EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA REALIZADO EM
AMBIENTE AQUÁTICO E SECO SOBRE O SISTEMA RESPIRATÓRIO DE PESSOAS
OBESAS”**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP, pela seguinte banca examinadora:

Prof.^a Dra. **REGIANE ALBERTINI DE CARVALHO** (UNIVAP)

Prof.^a Dra. **PATRÍCIA MARA DANELLA ZÁCARO** (UNIVAP)

Prof.^a Dra. **LÚCIANA M. MALOSA S. JORGE** (UNINOVE)



Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco

Diretor do IP&D – UniVap

São José dos Campos, 29 de abril de 2008.

Esse trabalho é dedicado a
minha mãe Jandira e ao meu
pai Joaquim, pessoas que me
ensinaram que com
simplicidade e humildade
podemos ser geniais.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, que sempre me ilumina em minha vida, que me dá sabedoria, e me ajuda a traçar o meu caminho por esta vida com dignidade!

Ao meu Pai Joaquim e a minha Mãe Jandira, que juntos comigo lutaram para que este momento especial da minha vida acontecesse. Nós sabemos o quanto foi difícil, mas também o quanto foi sincero e de coração. Agradeço muito Deus por me presentear com uma família tão maravilhosa. Muito obrigado por tudo!

A minha noiva Thais, que será a minha futura esposa e mãe de meus filhos. Linda, foi Deus que me deu de presente você. Te amo!

Aos bons professores, que sempre me acolheram com braços abertos e me ensinaram que a sabedoria de um ser humano está em seus pensamentos, gestos e metas.

Aos voluntários que participaram deste estudo, e prestaram tamanho auxílio para que esse trabalho acontecesse. Obrigado de coração a todos vocês.

A minha orientadora Patrícia Mara Danella Zácara, que me ajudou a desenvolver esse trabalho com muita capacidade e profissionalismo.

As funcionárias do IP&D, Valéria Maeda, Ivone Paranaíba e Rúbia Gravito Gomes, pessoas muito competentes que nos dedicam sua total atenção e respeito.

Ser Honesto;

Ser Justo;

Ser digno;

Ser humilde;

Agradecer sempre a DEUS;

Estar sempre com um sorriso na face;

Ser feliz, pois não estou aqui para sofrer;

Obrigado Pai pela benção de minha vida!

Robson Fernandes

EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE CINESIOTERAPIA RESPIRATÓRIA REALIZADO EM AMBIENTE AQUÁTICO E SECO SOBRE O SISTEMA RESPIRATÓRIO DE PESSOAS OBESAS.

RESUMO

Obesidade é uma doença crônica associada à morbidade e mortalidade precoce. Sua etiologia ainda não é totalmente conhecida, e há muitas controvérsias entre autores sobre seus efeitos no sistema respiratório. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de um protocolo de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente aquático e seco sobre o sistema respiratório de pessoas obesas. Foram avaliados 22 indivíduos de ambos os sexos que foram divididos em dois grupos, sendo o grupo A formado por 11 indivíduos que realizaram protocolo de cinesioterapia respiratória em piscina aquecida, e o grupo B formado por 11 indivíduos que realizaram protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente seco. Todos os indivíduos realizaram exame de espirometria, manovacuometria e cirtometria torácico-abdominal, antes e após o período de protocolo. Após o período de estudo houve um aumento estatisticamente significativo ($p=0,042$) da Pressão Inspiratória Máxima ($PI_{máx}$) para o grupo A. Os demais parâmetros não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Sugerimos que talvez, o aumento da força da musculatura inspiratória dos indivíduos obesos que realizaram o protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático poderia ser explicado pela ação da pressão hidrostática contra o tórax dos sujeitos, resultando em uma resistência a musculatura inspiratória e potencializando o protocolo proposto. Além disso, acreditamos que a força de flutuação possa ter colaborado para a facilitação dos exercícios respiratórios, aumentando a mobilidade e conseqüentemente facilitando a execução dos exercícios respiratórios. Os resultados deste estudo nas condições experimentais utilizadas permitem concluir que o protocolo proposto aliado à imersão em água aquecida exerce importantes efeitos no sistema respiratório de pessoas obesas, demonstrando influência na força muscular inspiratória. Contudo, um estudo com maior número de indivíduos pode contribuir para melhor elucidar esses efeitos.

Palavras-chave: Obesidade / Sistema respiratório / Hidroterapia.

EFFECTS OF A PROTOCOL ON RESPIRATORY KINESIOTHERAPY CARRIED ON ENVIRONMENT AND DRY ON THE WATER SYSTEM RESPIRATORY OF PEOPLE OBESITY.

ABSTRACT

Obesity is a chronic disease associated with morbidity and early mortality. Its etiology is not yet fully known, and there are many disputes between authors on its effects on the respiratory system. The purpose of this study was to evaluate the effects of a memorandum of kinesiotherapy respiratory held in aquatic environment and dry on the respiratory system of obesity people. We evaluated 22 individuals of both sexes who were divided into two groups, with Group A formed by the 11 individuals who were in respiratory protocol of kinesiotherapy heated swimming pool, and group B formed by 11 individuals who underwent protocol of kinesiotherapy breathing in dry conditions. All subjects underwent examination of spirometry, manometry and circumference chest-abdominal, before and after the period of protocol. After the study period there was a statistically significant increase ($p = 0,042$) of the Maximum Pressure Inspiratory (MIP) for group A. The other parameters showed no statistically significant differences. We suggest that perhaps the increase in inspiratory muscle strength of obese individuals who underwent the protocol of kinesiotherapy respirator in aquatic environment could be explained by the action of hydrostatic pressure against the chest of the subject, resulting in an inspiratory muscle resistance to the proposed protocol and vzvodnega. Furthermore, we believe that the strength of fluctuation may have cooperated for the facilitation of breathing exercises, increasing the mobility and consequently facilitating run of breathing exercises. The results of this study in the experimental conditions used concerned that the proposed protocol combined with immersion in water heated exerts significant effects on the respiratory system of obese people, demonstrating influence on inspiratory muscle strength. However, a study with a greatest number of individuals can contribute with a better elucidate these effects.

Keywords: Obesity / Respiratory system / Hydrotherapy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais músculos expiratórios e inspiratórios.	24
Figura 2: Piscina da DMRHC da faculdade de medicina de Paulo.	33
Figura 3: Nível de imersão e porcentagem de peso corporal descarregado nos membros inferiores.....	35
Figura 4: Ação da pressão hidrostática sobre um corpo imerso.....	36
Figura 5: Exame de espirometria.	45
Figura 6: Exame de manovacuometria.....	46
Figura 7: Mensuração de Cirtometria torácico abdominal., nível abdominal (A), nível xifoideano (B), Nível axilar (C).....	47
Figura 8: Voluntários do grupo A durante protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático.....	48
Figura 9: Voluntários do grupo B durante protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente terrestre.	49
Figura 10: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Inspiratórias Máximas ($P_{Imáx}$) em CmH_2O , para os Grupos A (N=11) e B (N=11) antes e depois do período de protocolo.....	52
Figura 11: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Expiratórias Máximas ($PE_{máx}$) para os Grupos A (N=11) e B (N=11) antes e depois do período de protocolo.	53
Figura 12: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Medidas de Diferença em Centímetros da Cirtometria Tóraco-abdominal aos níveis Axilar, Xifoideano e Abdominal para o Grupo A (N=11) após o período de protocolo.	54
Figura 13: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Medidas de Diferença em Centímetros da Cirtometria Tóraco-abdominal aos níveis Axilar, Xifoideano e Abdominal para o Grupo B (N=11) após o período de protocolo.	55
Figura 14: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) em porcentagem da Capacidade Vital (CV) para os Grupos A (N=11) e B (N=11) após o período de protocolo.	56
Figura 15: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) da Capacidade Inspiratória (CI) para os Grupos A (N=11) e B (N=11) após o período de protocolo.	57
Figura 16: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) em porcentagem em relação ao Volume de reserva expiratório (VRE) dos Grupos A (N=11) e B (N=11) após o período de protocolo.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização de quadro clínico de acordo com valores da pressão inspiratória máxima	26
Tabela 2: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) da idade e do IMC dos voluntários do grupo A e B	41
Tabela 3: Número de voluntários do sexo feminino e masculino dos grupos A e B	41
Tabela 4: Classificação da obesidade segundo o IMC e o risco de doença.	44
Tabela 5: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Inspiratórias Máximas ($P_{I_{máx}}$) em centímetros de água (CmH_2O), antes e depois do período de protocolo para os grupos A (N= 11) e B (N= 11).	51
Tabela 6: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Expiratórias Máximas ($P_{E_{máx}}$) antes e depois do período de protocolo para os grupos A e B.	52
Tabela 7: Valores de diferença em centímetros entre as medidas de inspiração e expiração na cirtometria tóraco-abdominal para os níveis axilar, xifoideano e abdominal do grupo A (N=11).	53
Tabela 8: Valores da comparação entre as medidas de inspiração e expiração em centímetros na cirtometria tóraco-abdominal para os níveis axilar, xifoideano e abdominal do grupo B (N=11).	54
Tabela 9: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) da Capacidade Vital (CV) em porcentagem (%), antes e após o período de protocolo para os grupos A e B.	55
Tabela 10: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) em porcentagem (%) da Capacidade Inspiratória (CI), antes e após o período de protocolo para os grupos A (N=11) e B (N=11).	56
Tabela 11: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) do Volume de Reserva Expiratório (VRE) em porcentagem (%), antes e após o período de protocolo para os grupos A e B.	57

LISTA DE ABREVIATURAS

% - Porcentagem
< - Menor
> - Maior
= - Menor ou igual
7^a - Sétima
8^a - Oitava
AC - Antes de Cristo
C7 - Sétima vértebra cervical
CI - Capacidade inspiratória
Cm - Centímetro
CmH₂O - Centímetros de água
CNS - Conselho nacional de saúde
CO₂ - Gás carbônico
CPT - Capacidade pulmonar total
CRF - Capacidade residual funcional
CV - Capacidade Vital
DP - Desvio padrão
DPOC - Doença pulmonar obstrutiva crônica
IMC - Índice de massa corpórea
Kg - Quilograma
Kg/m² - Quilograma dividido por metro quadrado
L - Litro
M - Metro
M² - Metro quadrado
MI - Mililitros
MMHg - Milímetros de mercúrio
N^o - Número
OMS - Organização mundial da saúde
PA - Pressão arterial
PE_{MÁX} - Pressão Expiratória máxima
PI_{MÁX} - Pressão Inspiratória máxima
SPO₂ - Saturação de oxigênio
U\$\$ - Dólar
VC - Volume corrente
VR - Volume residual
VRE - Volume de reserva expiratório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Obesidade	15
1.2 Sistema Respiratório	19
1.2.1 Volumes e Capacidades Pulmonares	20
1.2.2 Mecânica Respiratória	22
1.2.3 Cinesioterapia Respiratória.....	26
1.3 Obesidade e o Sistema Respiratório	28
1.4 Hidroterapia	31
1.4.1 Densidade	34
1.4.2 Flutuação	34
1.4.3 Pressão Hidrostática	35
1.4.4 Viscosidade	36
1.4.5 Coeficiente de arrasto	36
1.4.6 Fluxo turbulento	37
1.4.7 Termodinâmica	37
1.5 Sistema Respiratório Versus Imersão	37
2 OBJETIVO GERAL	40
2.1 Objetivo específico	40
3 MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1 Amostra.....	41
3.2 Critérios de Inclusão	41
3.3 Critérios de Exclusão	42
3.4 Procedimento Ético	42
3.5 Grupos Experimentais	42
3.6 Procedimento para seleção dos voluntários.....	43
3.6.1 Avaliação	43
3.6.2 Avaliação do IMC.....	43
3.7 Avaliações.....	44
3.7.1 Espirometria.....	44
3.7.2 Manovacuometria	46
3.7.3 Cirtometria Torácico-abdominal	46
3.8 Protocolo Experimental	47
3.8.1 Cinesioterapia Respiratória em ambiente aquático	47
3.8.2 Cinesioterapia Respiratória em ambiente terrestre.....	48
3.9 Análise dos dados	50
4 RESULTADOS	51
4.1 Pressão Inspiratória máxima dos grupos A e B	51
4.2 Pressão Expiratória Máxima dos grupos A e B	52
4.3 Cirtometria torácico-abdominal do grupo A.....	53
4.4 Cirtometria torácico-abdominal do grupo B.....	54
4.5 Capacidade Vital dos grupos A e B.....	55
4.6 Capacidade Inspiratória dos grupos A e B	56
4.7 Volume de reserva expiratório dos grupos A e B.....	57
5 DISCUSSÃO	59
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69

ANEXO A: Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica:	78
ANEXO B: Ficha de Avaliação	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 Obesidade

Pessoas consideradas obesas apresentam excesso de gordura corporal. A diferença entre a normalidade e a obesidade é arbitrária, visto que a saúde física e a psicológica são afetadas e a expectativa de vida é reduzida (MANCINI, 2000). Nas últimas décadas a prevalência de obesidade tem aumentado em países desenvolvidos e subdesenvolvidos, tornando-a uma epidemia mundial (GIGANTE et al, 1997).

No Brasil, a prevalência de obesidade aumentou na última década. A população feminina é a mais afetada, sendo que a prevalência de obesidade nesta população é de 13,3% e a sua taxa de ascensão é de 0,36% ao ano. Na população masculina, a prevalência é de aproximadamente 7% e a taxa de ascensão é de 0,20% ao ano (MANCINI, 2000).

Na Europa a prevalência de obesidade é de 20%, enquanto que nos Estados Unidos é de 22,5%. O custo da obesidade nos Estados Unidos no ano de 2000 atingiu US\$ 117 bilhões, sendo que neste país, ela é a segunda causa de óbito por causas evitáveis (ADAMS; MURPHY, 2000).

Sabe-se que a morbidade e a mortalidade aumentam agudamente quando o IMC é maior que 30 Kg/m², e o risco de morte prematura duplica com um IMC maior que 35 kg/m². A morte súbita é 13 vezes mais freqüente em mulheres obesas quando comparadas com mulheres de peso normal. O risco de mortalidade nos obesos do sexo masculino é 3,9 vezes maior do que nos homens com peso normal (ADAMS; MURPHY, 2000).

Múltiplas etiologias causam alterações fisiopatológicas importantes no paciente obeso (MANCINI, 2000). Segundo Garrido (2002), a fisiopatologia da obesidade não foi

ainda totalmente esclarecida, e sua classificação etiológica é baseada no tipo de obesidade e em seus supostos mecanismos e tratamento.

A obesidade pode ser classificada quantitativamente ou qualitativamente. A classificação quantitativa faz-se, dentre outros métodos, pelo IMC, onde o peso é dividido pelo quadrado da altura. Este índice apesar de não distinguir gordura central de gordura periférica, nem massa gordurosa de massa magra, é o mais utilizado na prática clínica devido a simplicidade do cálculo e a boa correlação com a adiposidade corporal (ADAMS; MURPHY, 2000).

Na classificação qualitativa da obesidade dá-se importância na distribuição anatômica da massa gordurosa. Na obesidade tipo andróide, superior, central, ou em maçã, o excesso de tecido adiposo está mais localizado na região abdominal ou no tronco. Este tipo é mais comum no sexo masculino e está associada com acúmulo de gordura intra-abdominal ou visceral. Na obesidade ginecóide inferior, periférica ou subcutânea, glúteo-femoral, ou em pêra, o excesso de tecido gorduroso está mais localizado na região do quadril. A obesidade do tipo ginecóide é mais frequentemente encontrada no sexo feminino (ADAMS; MURPHY, 2000).

Os principais tipos de obesidade incluem a hipotalâmica, a endocrinológica, a nutricional, a pertinente à inatividade física, a genética e a induzida por drogas (RACETTE; SCHOELLER; KUSHNER, 1995).

Segundo vários autores a causa de obesidade é complexa e multifatorial:

Idade: a obesidade aumenta com a idade, sendo mais incidente na quinta e sexta décadas de vida, diminuindo ligeiramente na 7ª e 8ª décadas (MANCINI, 2000).

Sexo: devido a maior porcentagem de gordura, as mulheres apresentam maior incidência de sobrepeso e obesidade do que os homens (MANCINI, 2000).

Raça: a obesidade acomete mais as mulheres negras do que as brancas, sendo essa variação ainda não possui explicação científica (MANCINI, 2000).

Renda familiar e escolaridade: a obesidade é mais prevalente nas classes sociais média e baixa, que apresentam renda familiar mais baixa e menor grau de escolaridade (MANCINI, 2000).

Estado Civil: entre os homens, o casamento é principal fator desencadeante do excesso de peso (MANCINI, 2000).

Paridade: entre as mulheres, a gravidez pode ser um precursor da obesidade e é tido como principal fator desencadeante. A cada gestação, a mulher acumula em média 1Kg de peso. Isso pode estar relacionado ao aumento do consumo de alimentos no início da gestação, associado à diminuição da prática de atividade física e ao aumento dos níveis de prolactina e estrógeno que favorecem o acúmulo de tecido adiposo (GARRIDO, 2000).

Genética: a carga genética da obesidade chega a 80% em estudos onde o pai e a mãe são obesos (GARRIDO, 2000).

Tabagismo: o tabagismo está relacionado com a diminuição de peso e a sua interrupção com o ganho de peso (MANCINI, 2000).

Etilismo: o uso moderado de bebida alcoólica está associado com IMC elevado (GARRIDO, 2000).

Dieta: o balanço positivo entre o quanto é ingerido e o quanto se gasta num certo período de tempo é um dos principais fatores de sobrepeso e obesidade, o que está relacionado diretamente com a quantidade e qualidade da alimentação. Os *fast-foods* são os principais vilões de uma dieta equilibrada (GARRIDO, 2000).

Atividade física e sedentarismo: a atividade física é a grande forma de gasto energético e principal responsável pela termogênese humana. Pessoas sedentárias têm maior peso que as praticantes de atividade física (MANCINI, 2000).

Hipotireoidismo, hiperinsulinização no tratamento do diabetes mellitus, insulinoma, alterações hipotálamo-hipofisárias (secundárias à destruição por tumores, cirurgia, radioterapia ou infecção do sistema nervoso) se constituem em causas endócrinas de ganho de peso, que nem sempre justificam a obesidade em sua plenitude (BENÍCIO, 2004).

Dentre os fatores alimentares, pode-se destacar o excesso de energia por elevada quantidade de lipídeos ingeridos, favorecendo o aumento da adiposidade (ROLLS; SHIDE, 1992). Outro aspecto é a frequência alimentar, já que os indivíduos que consomem maior número de pequenas refeições ao longo do dia apresentam peso relativamente menor em relação àqueles que consomem número menor de grandes refeições. Além do consumo alimentar, outro fator importante a se considerar na gênese da obesidade é o hábito alimentar do indivíduo (FRANCISCHINI et al; 2000).

Segundo Cruz e Morimoto (2004), um hábito alimentar compulsivo está associado à tendência de ganho de peso.

Problemas psicológicos também estão associados ao ganho de peso, como por exemplo, o estresse, a ansiedade e a depressão (JEBB, 1997), influenciando de forma relevante no comportamento alimentar (STUNKARD, 1992).

O exercício regular serve como prevenção ou tratamento, pois provavelmente interage com vários mecanismos regulatórios e metabólicos, como por exemplo, hiperinsulinemia, atividade da ATPase, atividade do sítio receptor periférico e lipólise (RACETTE; SCHOELLER; KUSHNER, 1995).

Os métodos mais utilizados para diagnosticar a obesidade são: IMC, as medidas das pregas cutâneas, Impedância bioelétrica de frequência única, espectroscopia bioelétrica de frequência múltipla, condutibilidade elétrica corpórea total, tomografia computadorizada, ressonância nuclear magnética, potássio corpóreo total, água duplamente marcada (SEGAL, 1999).

O IMC é calculado dividindo-se o peso corporal (em Kg) pela altura (em M) elevada ao quadrado, e é expresso em kg/m^2 (MANCINI, 2000).

Uma pessoa é considerada obesa quando o IMC é igual ou superior a 30 kg/m^2 (SALVE, 2006).

Veggi et al (2004), relatam em seu trabalho que 58,3% das mulheres e 23,5% dos homens se consideram acima do peso, mesmo quando o IMC está abaixo de 25 kg/m^2 , o que demonstra percepção inadequada de peso corporal.

1.2 Sistema Respiratório

De um modo geral, o sistema respiratório dos seres humanos pode ser definido como um conjunto de vias aéreas (superiores e inferiores), unindo um par de pulmões (principal órgão da respiração), os quais são revestidos pela pleura pulmonar, contidos na caixa torácica. Funcionalmente, o sistema respiratório está ligado ao coração, interagindo com o sistema circulatório, e suprindo o organismo de oxigênio, que é sua função principal (COSTA, 1999).

A função básica do sistema respiratório é prover o organismo com oxigênio e remover o gás carbônico, que é produto do metabolismo celular. Os pulmões são os órgãos responsáveis por esta função vital em nosso organismo. São formados por cerca de 400 milhões de alvéolos, possuindo uma superfície de cerca de 70 a 100 m^2 , sendo esta a maior parte do organismo em contato com o meio ambiente. Todavia, os pulmões não são somente órgãos respiratórios, pois participam do equilíbrio térmico, hidrossalino, controle do pH sob forma de gás carbônico, além de filtrar possíveis êmbolos trazidos pela circulação sanguínea (CORDEIRO, 1995).

O diafragma é considerado o principal músculo da respiração, executa ações distintas na caixa torácica, empurrando as vísceras abdominais para baixo e anteriormente, causando aumento da pressão abdominal e deslocamento do conteúdo abdominal para baixo (ABBRECH; RAJAGOPAL; KYLE et al; 1991). A parte costal

também expande a caixa torácica inferiormente, elevando as costelas para fora (POWERS; HOWLEY, 2000).

A função pulmonar declina lentamente durante toda a vida adulta, mesmo em pessoas saudáveis (GRIMBY, 1988). Fatores como o tabagismo, exposições ocupacionais, hipersensibilidade de vias aéreas e desnutrição contribuem para acelerar o declínio das funções respiratórias. (GRIFFITH et al; 2001).

Segundo Papaléo (2002), todas as estruturas relacionadas à respiração alteram-se com o envelhecimento, e essas alterações aceleram após os 70 anos de idade em homens e mulheres.

1.2.1 Volumes e Capacidades Pulmonares

O trabalho pulmonar é convencionalmente dividido em quatro volumes primários e quatro capacidades. Os volumes primários não se sobrepõem, ao passo que as capacidades são formadas por um ou mais volumes primários (BETHLEM, 2000).

Azeredo (1999), cita os seguintes volumes e capacidades pulmonares:

- Volume Corrente (VC): é a quantidade de ar expirada ou inspirada a cada ciclo respiratório, em repouso, oscila entre 350 e 500ml;
- Volume de Reserva Inspiratório (VRI): corresponde ao volume máximo que pode ser inspirado voluntariamente à partir do final da inspiração espontânea, aproximadamente 3000 ml;
- Volume Residual (VR): corresponde a quantidade de gás que permanece nos pulmões após a expiração voluntária máxima, aproximadamente 1200 ml;
- Volume de Reserva Expiratório (VRE): corresponde ao volume máximo que pode ser expirado à partir do final da expiração espontânea, aproximadamente 1100 ml;
- Capacidade Vital (CV): corresponde a quantidade de gás mobilizada entre uma inspiração e uma expiração máximas. É a soma do VC, VRI, e VRE, aproximadamente 4600 ml;

- Capacidade Inspiratória (CI): corresponde ao volume máximo inspirado, à partir do final de uma expiração espontânea. É a soma do VC e do VRI, aproximadamente 3500 ml;
- Capacidade Residual Funcional (CRF): é a quantidade de gás que permanece nos pulmões após uma expiração espontânea. Corresponde a soma dos volumes de reserva expiratório e volume residual, aproximadamente 2300 ml;
- Capacidade Pulmonar Total (CPT): corresponde à quantidade de gás contida nos pulmões após uma inspiração máxima. É a soma dos quatro volumes primários, aproximadamente 5800 ml.

Todos esses volumes ou capacidades podem ser mensurados através de exame de espirometria parcial ou global (SILVA et al; 2001).

Volumes e capacidades podem variar de acordo com o sexo, a idade, a área de superfície corporal, a atividade física, postura e algumas doenças (BETHLEM, 2000).

Os volumes e capacidades diminuem quando a pessoa se deita e aumentam quando ela se levanta. Esta mudança com a posição se deve a dois fatores principais: primeiro, a tendência do conteúdo abdominal a fazer pressão para cima, contra o diafragma quando a pessoa está deitada, e, segundo, o aumento do volume sanguíneo pulmonar na posição deitada, que diminui o espaço disponível para o ar pulmonar (BETHLEM, 2000).

Segundo Rodrigues, Viegas e Lima (2002), um programa de reabilitação pulmonar em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) irá aumentar a capacidade funcional, reduzir a dispnéia durante a realização de atividades cotidianas, com melhor autonomia social e física. Porém, os dados gasométricos e espirométricos irão manter-se inalterados.

1.2.2 Mecânica Respiratória

Segundo Azeredo (1999), a ventilação pulmonar como etapa primária do processo respiratório pode ser descrita da seguinte forma: ativação dos músculos respiratórios pelo controle voluntário e involuntário, movimento da caixa torácica e abdome gerando um deslocamento de ar para dentro e para fora dos pulmões, fluxo de gases entrando e saindo das áreas de trocas gasosas nos pulmões.

Os pulmões, não estão fixados diretamente às costelas ao invés disso, eles são suspensos pelos sacos pleurais (WILMORE; COSTILL, 2001). A pleura visceral adere à superfície externa do pulmão e a pleura parietal reveste a parede torácica e o diafragma. Entre as pleuras existe um líquido lubrificante que permite o deslizamento entre elas (POWERS; HOWLEY, 2000).

Para que o ar entre nos pulmões é necessário uma pressão intrapulmonar mais negativa que a pressão atmosférica, isso faz com que o gradiente pressórico seja constantemente alterado durante a inspiração e a expiração. A força muscular inspiratória gera uma energia que favorece a entrada de ar nos pulmões, enquanto a força elástica pulmonar gera uma força no sentido contrário. Isso determina o grau de expansão e retração toracopulmonar. O equilíbrio entre essas duas forças é caracterizado pela complacência ou rigidez do sistema (AZEREDO, 1999).

A complacência pulmonar pode ser definida como o poder de distensibilidade dos tecidos dos pulmões e do tórax, já que a expansão dos pulmões ocorre conjuntamente com a expansão do tórax (COSTA, 1999). Vértebras torácicas, discos intervertebrais, costelas, cartilagens costais e o esterno formam o tórax (GARDNER; GRAY; RAHILLY, 1986).

O processo da respiração envolve trabalho mecânico realizado pelos músculos respiratórios. A força gerada para realizar o trabalho respiratório, durante a inspiração, precisa vencer forças elásticas e de resistência para conseguir encher os pulmões e movimentar a parede torácica (BETHLEM, 2000).

Dantzker et al (1998), cita os seguintes músculos inspiratórios: Diafragma: é o músculo inspiratório mais importante, possui a forma de abóbada ou cúpula de convexidade superior, e se fixa nas seis últimas costelas, na cartilagem xifóide e na coluna vertebral. Intercostais externos: estão localizados nos espaços intercostais (entre as costelas), orientados obliquamente, para baixo e para frente, da margem inferior da costela à margem superior da infrajacente. Intercostais internos: estendem-se inversamente aos intercostais externos. Tóraco-espinhais: constituídos pelo músculo escaleno e o esternocleidomastóideo, só entram em ação quando existe dispnéia intensa. Peitoral maior: funcionam quando os braços estão fixos com os cotovelos sobre a mesa, elevando as costelas e ampliando a caixa torácica. Peitoral menor: situado embaixo do peitoral maior, também auxilia a inspiração. Tóraco-escapulares: formados pelos músculos trapézio, rombóides e elevador da escápula, permitem elevar e manter o nível da escápula (osso localizado nas costas, por cima das costelas). Serrato póstero-superior: eleva as costelas superiores e as puxa para trás.

Leff et al (1996), cita os seguintes músculos expiratórios: Músculos abdominais - são músculos expiratórios poderosos, antagonistas do diafragma na mecânica respiratória. Intercostais internos: também auxiliam a expiração. Serrato póstero-inferior: força as costelas para baixo e para dentro. Quadrado lombar: fixa a última costela. Triangular do esterno: puxa as costelas para baixo. A figura 1 ilustra os principais músculos expiratórios e inspiratórios.

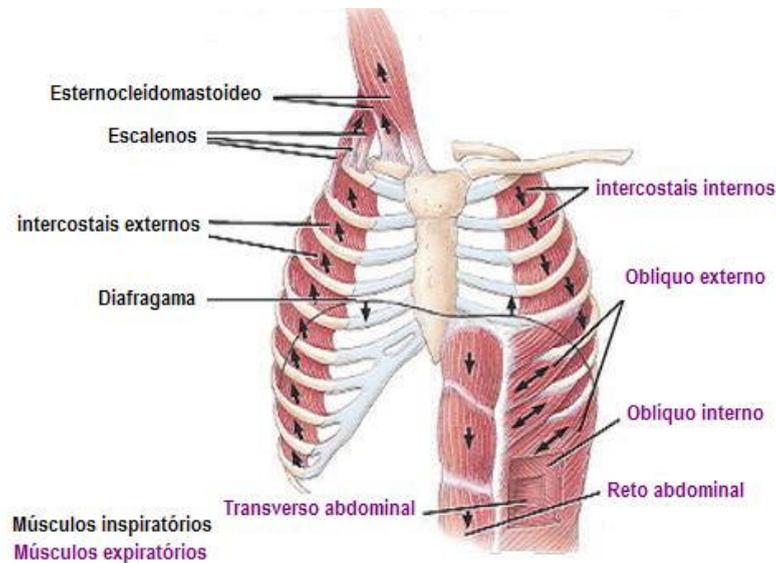


Figura 1: Principais músculos expiratórios e inspiratórios.

As costelas alongam-se na inspiração e se encurtam na expiração. O movimento da segunda até a sexta costela faz aumentar o diâmetro antero-posterior do tórax, ao passo que o movimento em “alça de balde” da sétima até a décima costela faz aumentar o diâmetro transversal e antero-posterior do tórax. A décima primeira e décima segunda costelas, são pontos de apoio da musculatura abdominal (BETHLEM, 2000).

A integridade das vértebras e suas articulações, sua forma e posição são de grande importância para manter a posição adequada das costelas e seus eixos de movimento. A coluna em extensão favorece a inspiração, e a coluna em flexão favorece a expiração (BETHLEM, 2000).

Segundo Rennó (2004), o grau de cifose torácica não influencia os valores respiratórios normais, sendo os resultados espirométricos considerados normais em indivíduos com esse tipo de disfunção.

O sistema respiratório poderá ser afetado pela falta de mobilidade, levando a diminuição dos movimentos respiratórios (PAYTON; POLAND, 1983).

A avaliação da expansibilidade torácica visa mensurar a limitação de mobilidade da caixa torácica (MEIRELLES; KITADAI, 1988).

MOll e Write (1972) citam em seu trabalho que homens e mulheres de 15 a 24 anos de idade devem ter a expansibilidade torácica entre 3,01 e 2,31 centímetros (cm).

Em seu estudo, Cipriano (1999), relata um teste simples para avaliação de expansibilidade torácica. Com o indivíduo sentado, colocar uma fita métrica ao nível dos mamilos. Instruir ao sujeito que expire e registrar a medida. Logo após, solicitar a inspiração profunda e fazer novo registro. O resultado advém da subtração da maior e menor medida alcançada pelo sujeito.

Segundo Pyle et al. (1991), existe uma variabilidade grande de mensuração de expansibilidade torácica, o que segundo os autores torna o teste duvidoso.

Os músculos esqueléticos têm grande plasticidade e alteram a sua biomecânica, arranjo estrutural e funções contráteis em resposta a alterações na mecânica respiratória (TOLEP; KELSEN, 1993).

Um músculo é considerado fraco quando gera força abaixo do nível considerado normal no início do movimento, e com o decorrer do movimento pode ser ainda enfraquecido pela fadiga (ROCHESTER, 1986).

O exame da pressão expiratória máxima ($PE_{MÁX}$) e da pressão inspiratória máxima ($PI_{MÁX}$), não se altera em virtude da hora do dia em que o teste for realizado, tão pouco com a ordem em que são realizados os testes (SOUZA, 2002).

Hautman et al. (2000), citam que a $PI_{MÁX}$ apresenta uma variabilidade marcante entre sujeitos semelhantes, e sugerem que talvez isso ocorra graças a diferentes musculaturas dos indivíduos.

Azeredo (2002), estabelece valores de $PI_{MÁX}$ considerados normais a adultos para classificar sua musculatura respiratória em fraca, fadigada, ou em falência. Estes valores são descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização de quadro clínico de acordo com valores da pressão inspiratória máxima

Quadro clínico	$PI_{MÁX}$ ¹
Fraqueza muscular respiratória	- 70 a -45
Fadiga muscular respiratória	- 40 a - 25
Falência muscular respiratória	= - 20

FONTE: Azeredo (2002).

¹ valores em CmH_2O

A fraqueza da musculatura expiratória leva a diminuição de força durante a tosse, isso interfere no clearance brônquico, e predispõe a retenção de secreções e desenvolvimento de infecções bronco-pulmonares (OLGIATI et al.; 1999).

1.2.3 Cinesioterapia Respiratória

Segundo Vieira, Silva e Gamba (2004), a associação entre cinesioterapia e hidroterapia como uma conduta na reabilitação de pacientes com distrofia muscular irá favorecer a manutenção do paciente em condições físicas melhores, por um período mais prolongado.

Os músculos ventilatórios melhoram sua função após programas de exercícios, graças ao aumento de enzimas aeróbicas e aumento da capacidade oxidativa (MCARDLE, KATCH, KATCH; 1996). Os músculos respiratórios são músculos esqueléticos, de modo que suas respostas ao treinamento são similares aos músculos esqueléticos (KIM, 1984).

O exercício respiratório é responsável por redução na ansiedade e mudança de atitude perante a vida (LAÇASSE; GUYATT; GOLDSTINE, 1997).

Por outro lado Tellini, Spósito e Jardim (1994), afirmam em seu trabalho que a cinesioterapia respiratória é amplamente usada em pacientes com desconforto respiratório, e freqüentemente usada em pacientes com derrame pleural. Incluem-se manobras de inspiração controlada sobre o lado afetado para aumentar a ventilação, e a manutenção da pressão positiva na cavidade intrapleural, por um curto período de tempo, forçando a saída do líquido através do tubo de drenagem torácica.

Paulin, Favoreto e Vidotto (2001), realizaram um estudo de caso onde uma paciente do sexo feminino com 11 anos de idade asmática foi submetida a um tratamento que enfocou manobras de higiene brônquica e cinesioterapia respiratória. Foi aplicado um programa de cinesioterapia respiratória que consistiu de exercícios progressivos de readequação do complexo tóracopulmonar no solo e na bola suíça. Segundo os autores a paciente apresentou melhora durante o tratamento em relação à capacidade de exercício, qualidade de vida e controle das crises respiratórias.

Num estudo realizado por Caetan, Batigália e Delgado (1997), seis pacientes bronquiectásicos crônicos foram submetidos em um período de 10 dias, a técnicas de cinesioterapia clássica associadas a uma proposta original de modificação de exercícios respiratórios em meio aquático. Os resultados foram avaliados, após cada sessão, através do volume de secreção mucosa expectorada por cada paciente em sacos coletores e pela monitorização da freqüência respiratória individual durante um percurso de 3 minutos em terreno horizontal de 450 metros. Observou-se melhora no tônus muscular respiratório, da eliminação e do descolamento do muco endobrônquico e do controle da freqüência respiratória.

A força dos músculos respiratórios foi medida em 81 sujeitos saudáveis entre 60 e 65 anos. Como resultados estatisticamente significativos, houve uma melhora na força dos músculos inspiratórios no que realizou o protocolo de cinesioterapia em ambiente aquático, sugerindo os efeitos benéficos mediados pelo exercício realizado em meio aquático. Os músculos expiratórios não mostraram alterações significativas. Os autores concluíram que o exercício respiratório aquático melhora a força dos

músculos inspiratórios de pessoas envelhecidas saudáveis. Entretanto, nem o exercício respiratório aquático nem o exercício respiratório realizado em ambiente seco influenciam a força dos músculos expiratórios (IDE; BELINI; CAROMANO, 2005).

A literatura citada anteriormente mostra que a cinesioterapia respiratória é amplamente utilizada como terapia de tratamento e mostra resultados benéficos em vários tipos de patologia como a asma e bronquiectasia.

Meirelles e Kitaday et al (2006), estudaram trinta pacientes com hipertensão pulmonar foram divididos aleatoriamente a um controle (n=15) e a um grupo preliminar do treinamento que realizou treinamento respiratório e exercícios físicos (n=15). O tratamento medicamentoso permaneceu durante o período de estudo. Após o período de protocolo houve uma melhora significativa no grupo que realizou exercício respiratório e exercícios físicos sobre o consumo de pico de oxigênio, consumo do oxigênio no ponto inicial anaeróbico, porém os valores da hipertensão pulmonar em repouso não mudaram significativamente após 15 semanas do exercício e do treinamento respiratório. Segundo os autores, este estudo indica que o treinamento respiratório e físico poderia ser um coadjuvante ao tratamento médico na hipertensão pulmonar severa.

1.3 Obesidade e o Sistema Respiratório

Apesar do grande número de estudos realizados, ainda há controvérsias sobre a repercussão da obesidade na função pulmonar, e sobre identificar parâmetros de avaliação da obesidade quanto à função pulmonar (DOMINGOS-BENÍCIO, et al; 2004).

Acredita-se que a obesidade gera restrição diafragmática pelo aumento da adiposidade abdominal ou do peso na parede torácica, levando a uma redução dos volumes pulmonares. Entretanto, mesmo com muitos estudos realizados, ainda existem dúvidas à respeito da restrição e do principal responsável por essa alteração (FRANCISCHINI et al; 2000).

A normocapnia é mantida por aumento na ventilação minuto (DOMINGOS-BENÍCIO, 2004). Muitos pacientes obesos conservam uma resposta normal a hipoxemia e a hipercapnia. Em exercício, o consumo de oxigênio aumenta mais dramaticamente em indivíduos obesos, comparados aos não obesos (MANCINI, 2000).

Obesos apresentam consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono aumentados, tanto em repouso, quanto durante exercício físico. A atividade metabólica do tecido adiposo, o maior dispêndio energético para manter a normocapnia, são explicações sugeridas para o consumo elevado de oxigênio (AULER JR.; GIANNINI; SARAGIOTTO, 2003).

A deposição crescente de gordura, revestindo a cavidade torácica tanto dentro como sobre a cavidade abdominal, promove alterações progressivas na função pulmonar (FUNG, et al; 1989). A função pulmonar é afetada essencialmente pela quantidade e distribuição do excesso de gordura, interferindo mecanicamente no funcionamento do fole torácico (JUBBER, 2004).

À medida que aumenta o IMC, a complacência da caixa torácica declina, significativamente, chegando a cair até 30%, nos casos mais graves. A complacência total do sistema respiratório diminui em indivíduos obesos por conta de um aumento da resistência da parede torácica, isto é, aumento na resistência elástica para que haja a expansão (RIGATTO et al; 2005).

O aumento na quantidade de gordura acumulada na região peitoral e abdominal limita os movimentos respiratórios e diminui o volume pulmonar. Na medida em que o indivíduo se torna mais obeso, ocorre sobrecarga muscular para a ventilação, resultando em disfunção da musculatura (FRANCISCHINI et al; 2000).

O aumento da pressão mecânica sobre o abdome e a presença de alterações da coluna vertebral, como a cifose lombar e a lordose lombar, são responsáveis pela elevação das pressões intratorácica e intra-abdominal restringindo os movimentos

diafragmáticos e a complacência pulmonar (AMARAL; CHEIBUB, 1991). O declínio da complacência pulmonar já resulta num início do aumento do volume sanguíneo pulmonar (BRAGA; SILVA, 1999).

Tanto os músculos respiratórios quanto os outros músculos do esqueleto podem fadigar contribuindo para o fracasso ventilatório. Daí a importância de um programa de redução de peso, visto que indivíduos obesos fadigam mais facilmente. Há melhora significativa do desempenho dos músculos respiratórios conseqüente à perda de peso em pacientes com obesidade mórbida. Essa melhora se dá predominantemente na resistência da musculatura respiratória (RIGATTO et al; 2005).

O diafragma encontra-se elevado pelo revestimento abdominal distendido. A redução da Capacidade Residual Funcional (CRF) ocorre tanto pela redução do Volume de Reserva Expiratória (VRE) como pela redução do Volume Residual (VR). A redução do VRE pode causar anormalidades na distribuição ventilação/perfusão, nos gases do sangue arterial, nos mecanismos pulmonares e na difusão dos gases. Outra alteração respiratória importante observada com a obesidade é um aumento no trabalho mecânico da respiração (ZERAH; HARF; PERLEMUNTER, 1993).

Em pacientes com obesidade mórbida, em repouso ocorre aumento de até 30% do trabalho respiratório (DOMINGUEZ-CHERUT, 2000).

Na obesidade elevada ou moderada encontra-se uma CRF mais baixa, causada pelo processo mecânico simples de compressão da cavidade torácica, e uma redução nas dimensões anatômicas pela massa de tecido adiposo (ENZI; BAGGIO; VIANELLO, 1990).

Quando à obesidade é de grau moderado (IMC de 35 Kg/m a 39,9 Kg/m), geralmente a CV e a CPT encontram-se dentro dos valores normais, mas no caso de obesidade mórbida, pode haver redução de 20% a 30% desses valores. Dessa

maneira, fica claro que o grau da obesidade também exerce influência nas alterações dos volumes ou das capacidades pulmonares (RIGATTO et al.; 2005).

Indivíduos obesos podem apresentar hipoventilação alveolar. O conceito de hipoventilação alveolar reflete a incompetência do aparelho respiratório em eliminar gás carbônico (CO₂) na mesma proporção em que o gás chega ao pulmões. É definida como hipoventilação alveolar crônica específica de paciente obeso (IMC > 30 Kg/m²), quando não há qualquer outra doença respiratória que justifique o distúrbio de trocas gasosas (SILVA, 2006). Não há evidência de alteração da quimiossensibilidade ao gás carbônico (CO₂) nessa síndrome (JOKIC et al; 2000).

Existem patologias que cursam como hipoventilação alveolar, por exemplo, doenças que aumentam o trabalho respiratório por estarem sediadas na parede torácica, como a cifoescoliose, o fibrotórax, a toracoplastia e a espondilite anquilosante, bem como, uma outra categoria de doenças incluídas nas síndromes neuromusculares (POZZI; GULOTTA, 1993).

A teoria mais recente evoca o possível papel da leptina na geração da hipoventilação na obesidade. A leptina é um hormônio protéico derivado do adipócito, que age dentro do hipotálamo, via receptor específico, no processo de saciedade e de aumento do gasto energético. É importante salientar que o diagnóstico de hipoventilação é muitas vezes ignorado, porque o uso de oximetria isoladamente não avalia a presença de hipercapnia (SILVA, 2006).

1.4 Hidroterapia

O início da utilização da água como uma modalidade terapêutica é desconhecido, porém registros históricos que datam 2400 a.C. indicam a construção de instalações higiênicas pela cultura proto-índia. Há relatos que civilizações antigas como os egípcios, os assírios e muçulmanos utilizavam águas curativas com finalidades

terapêuticas. Existem documentos históricos de 1500 a.C. que comprovam que os hindus usavam a água para combater a febre (RUOTI; MORRIS; COLE, 2000).

Nos seus primórdios a água era utilizada apenas como um meio de cura, contudo com o passar do tempo começou a ser utilizada também como um procedimento terapêutico. Registros históricos demonstram que a utilização da água para finalidades terapêuticas cresceu ao longo dos anos (CAMPION, 2000).

A terapia aquática aplicada à saúde e à reabilitação está passando atualmente por um período de renascimento, pois existe um paralelo em muitas áreas de interesse científico nas propriedades físicas da água, e de que modo isto pode ser utilizado como meio de cura e tratamento. A reabilitação aquática contemporânea está redescobrimo e redefinindo as tradições aquáticas como uma maneira segura, efetiva e barata para utilizar a água para prevenir e tratar doenças (BECKER; COLE, 2000).

Nas últimas décadas, a aplicação da água como um recurso terapêutico, utilizado como meio externo de cura, com imersão total ou parcial de um segmento corporal, começou a ser chamada como hidrologia médica. As mais recentes pesquisas sobre o tratamento aquático se referem a estudos realizados para avaliar respostas cardíacas, pulmonares e renais durante a imersão (BECKER; COLE, 2000).

O reconhecimento que a imersão é o meio mais propício para se estudar os efeitos minimizados pela gravidade, também levaram os cientistas a tentarem entender como o organismo reage durante a imersão (BATES; HANSON, 1998).

Ainda quando o homem não havia entrado em órbita pela primeira vez, foi através da imersão em água que os cientistas puderam avaliar como o organismo humano reagiria na alteração da gravidade nas futuras experiências espaciais (BECKER; COLE, 2000).

Nos últimos anos, os programas de reabilitação aquática passaram a ser realizados em piscinas, e deixaram os velhos ambientes de spas do passado. O ideal é

realizar programas de reabilitação, acompanhado por profissionais qualificados (BATES; HANSON, 1998).

Com a valorização e reconhecimento terapêutico proporcionado pela hidroterapia, atualmente existem piscinas instaladas dentro de hospitais, como o hospital de Kelowna nos Estados Unidos (BATES; HANSON, 1998).

No Brasil, a piscina da Divisão de Medicina de Reabilitação do Hospital das Clínicas (DMRHC) da Faculdade de Medicina de São Paulo é considerada a melhor do sistema público do país. Após uma reforma em março de 2006 (custo de R\$ 350 mil), foram feitas obras de revitalização, modernização e melhoria na infra-estrutura da piscina terapêutica. A piscina da DMRHC é ilustrada na figura 2.



Figura 2: Piscina da DMRHC da faculdade de medicina de Paulo.

A simples imersão em repouso já confere ao organismo imerso grandes alterações, principalmente cardiovasculares. As alterações ocorrem em contato de qualquer magnitude com a água, como o simples molhar da face ou imersão completa, leva a instalação do reflexo de mergulho, que consiste em bradicardia, vasoconstrição periférica e aumento do suprimento sangüíneo para os órgãos vitais. A esse reflexo atribui-se o papel de tentar conservar calor do organismo, além de regular a pressão arterial (BOOKSPAN, 2000).

Em exercícios realizados em solo a taxa de gasto de energia depende da intensidade dos exercícios, peso corporal e habilidade na execução da atividade. Já na

água, a força de flutuação reduz consideravelmente o peso do corpo, mas a viscosidade é maior que no ar, fazendo com que haja maior gasto de energia. Comparando-se os exercícios realizados na terra e na água, o gasto de energia pode ser maior, igual, ou menor, dependendo da atividade, profundidade da água e velocidade de execução (CURETON, 2000).

1.4.1 Densidade

A densidade relativa de um objeto irá determinar se ele irá afundar ou flutuar, sendo a relação entre a massa do objeto e a igual massa de volume de água a ser deslocado. Por exemplo, se o valor da densidade do corpo for maior que 1,0 ele irá afundar, e se o valor da densidade do corpo for menor ou igual a 1 ele irá flutuar. A densidade específica das massas gorda, óssea e magra do corpo humano são respectivamente 0.8; 1.5; e 1.0. Ou seja, nosso corpo tem a densidade maior que 1, por isso afundamos. Pessoas magras tendem a afundar mais que pessoas com excesso de peso, pois possuem maior massa magra e óssea e pouco tecido adiposo (BATES ; HANSON, 1998).

1.4.2 Flutuação

O alívio do peso causado pela força de flutuação constitui uma das principais vantagens no tratamento aquático (SKINNER; THOMSON, 1985).

Com a imersão até a altura da cicatriz umbilical é descarregado aproximadamente 50% do peso corporal, na altura do processo xifóide 75%, e na altura da C7, 90% do peso corporal deixa de ser descarregado, ou seja, quanto maior a profundidade, maior será a ação da força de flutuação (RUOTI; MORRIS; COLE, 2000). A figura 3 mostra a porcentagem de peso corporal descarregado nos membros inferiores de acordo com a profundidade da imersão.

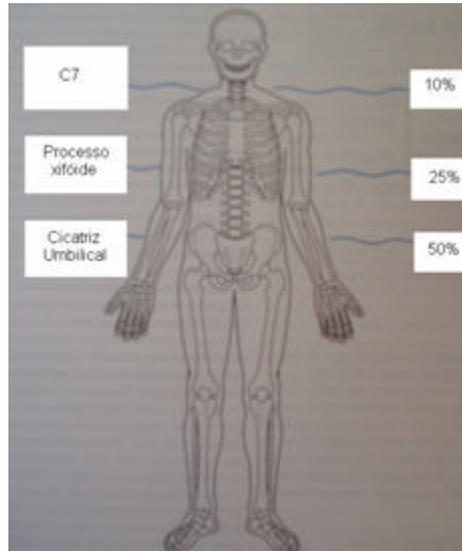


Figura 3: Nível de imersão e porcentagem de peso corporal descarregado nos membros inferiores

1.4.3 Pressão Hidrostática

A Lei de Pascal estabelece que a pressão de um fluido é exercida igualmente sobre todas as áreas de um corpo imerso, sendo essa força proporcional à profundidade e a densidade do fluido (BATES; HANSON, 1998).

As moléculas de um líquido exercem um impulso sobre cada área de superfície do corpo imerso. A pressão exercida no corpo é determinada pela densidade e a profundidade da imersão. Como exemplo, podemos citar que a pressão exercida pelo álcool numa mesma profundidade em comparação com a água, será menor, pois o álcool é menos denso que a água (SKINNER; THOMSON, 1985).

Todos os corpos imersos em um determinado líquido são submetidos a pressão hidrostática. É definida como a força que atua igualmente sobre toda a área de um corpo imerso e aumenta com a densidade e a profundidade. (CAROMANO; NOWOTNY, 2002).

A figura 4 mostra a ação da pressão hidrostática no corpo imerso em água.

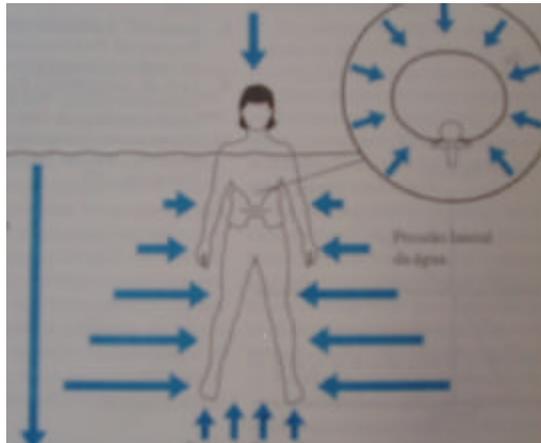


Figura 4: Ação da pressão hidrostática sobre um corpo imerso.

1.4.4 Viscosidade

É o tipo de atrito que ocorre entre as moléculas do líquido, e que irá causar resistência ao fluxo do líquido. Qualquer líquido com alta viscosidade, como óleo espesso, irá fluir lentamente, e irá oferecer maior resistência ao movimento. A água é um líquido com média viscosidade, por esta razão flui com facilidade e oferece baixa resistência ao movimento. Em comparação com atividades realizadas em terra, podemos verificar que o ar é menos viscoso do que a água, por esta razão os exercícios realizados em terra oferecem menor resistência que os mesmos exercícios realizados em imersão (SKINNER; THOMSON, 1985).

1.4.5 Coeficiente de arrasto

A resistência oferecida pelo líquido em relação ao movimento de um corpo imerso é chamada de força de arrasto. Essa força é causada pela viscosidade do líquido e a turbulência, quando presente. O coeficiente de arrasto também está relacionado com a forma e o alinhamento do corpo na água, ou seja, a mão em concha terá maior resistência do que a mão estendida (RUOTI; MORRIS; COLE, 2000).

1.4.6 Fluxo turbulento

São oscilações no movimento dos líquidos, alterando dramaticamente os caminhos que correm em paralelo, podendo até mesmo formar caminhos que correm em direção oposta. Juntamente com a viscosidade e a velocidade, o fluxo turbulento constitui um dos principais determinantes de movimento dentro da água (BECKER; COLE, 2000).

1.4.7 Termodinâmica

A utilidade terapêutica da água depende em grande parte na sua capacidade de reter ou transmitir calor. A troca de energia na água ocorre de três formas:

- Condução – colisão das moléculas em curta distância, ocorre na ausência de movimento;
- Convecção – movimento em massa de um grande número de moléculas em grandes distâncias requer que haja movimento de uma fonte sobre a outra;
- Radiação – transferência de calor através de ondas eletromagnéticas.

A transferência de calor no ser humano em imersão ocorre das três formas, sendo a condução o meio principal para a perda ou ganho de energia em forma de calor dentro da água. Essa propriedade torna muito versátil o uso da água na reabilitação, pois ela retém calor ou frio enquanto distribui para o corpo submerso (BECKER; COLE, 2000).

1.5 Sistema Respiratório Versus Imersão

Um estudo realizado por Bechat; Amaral; Rastiffe (1999), comprovou que o exercício realizado em água demanda uma maior necessidade ventilatória e proporciona maior gasto de energia, quando comparado ao mesmo exercício realizado em terra.

O sistema pulmonar é profundamente afetado pela imersão do corpo no nível do tórax. Isso ocorre pelo desvio do sangue para a cavidade torácica, e parte pela compressão da caixa torácica pela água (BATES; HANSON, 1998).

A natação e o mergulho podem induzir o desenvolvimento de volumes pulmonares estáticos maiores que os considerados normais em adultos saudáveis. (McARDLE; KATCH; KATCH, 1996).

A propriedade física da água que interfere diretamente sobre o sistema cardiorespiratório é a pressão hidrostática. Um corpo imerso na vertical sofrerá a ação desta força principalmente na caixa torácica, pois esta é maleável e move-se a cada ciclo respiratório. Com a ação da pressão hidrostática haverá uma alteração na mecânica respiratória. A imersão causa alterações na hemodinâmica central, com aumento do débito cardíaco em 32%, e no volume de sangue central de 0,7 litros, aumentando o volume sangüíneo intratorácico (PEREIRA; CUBERO, 2000).

O diafragma tem maior capacidade oxidativa em relação aos músculos dos membros, pois apresenta maior capacidade de aumento de fluxo sangüíneo em caso de sobrecarga ou exercício (McKENZIE; GANDEVIA, 1986).

Durante a imersão até a altura do pescoço, ocorre uma marcante redução do VRE graças ao deslocamento do músculo diafragma na direção cefálica, juntamente com a ação da pressão hidrostática sobre a caixa torácica. (HONG, CERRETELLI; RAHN, 1969).

A carga inspiratória será aumentada com a imersão até o ombro, isso resultará em diminuição da complacência pulmonar (grau de distensão) em torno de 50% dos valores. Porém, a frequência respiratória permanece inalterada (PEREIRA; CUBERO, 2000).

O VRE diminui cerca de 54% quando o corpo está imerso. Já a CV diminui de 6 a 9% aproximadamente. E 60% aproximadamente dessa redução da CV se deve ao aumento do volume sanguíneo intratorácico; e aproximadamente 40% se deve às forças hidrostáticas que estão agindo em oposição à musculatura inspiratória. O trabalho respiratório para um VC de 1 litro aumenta cerca de 60% durante a imersão até o pescoço. Isso ocorre devido ao aumento do trabalho elástico (redistribuição de sangue através do tórax) e à ação da pressão hidrostática sobre o tórax (BECKER; COLE, 2000).

Os exercícios de leve e moderada intensidades são realizados em grande parte através de consumo de energia aeróbico. Isso ocorre graças aos princípios físicos da água que diferenciam o ambiente aquático do ambiente seco (CANDELORO; CAROMANO, 2001).

A diminuição das forças de compressão em articulações sustentadoras de peso, o suporte oferecido às articulações pela força de flutuação que posteriormente poderá auxiliar na resistência do movimento, e a estabilização causada pela pressão hidrostática, são condições importantes para a reabilitação precoce do paciente de hidroterapia (KOURY; SIEPIERSKI, 2000).

Os sistemas homeostáticos são afetados durante a imersão em água aquecida basicamente pelas propriedades físicas da água em conjunto com o calor. As alterações fisiológicas causadas pela água aquecida são semelhantes às causadas pelo calor localizado, porém são menos concentradas (NORM; HANSON, 1998).

Há aumento da pressão inspiratória máxima após reeducação funcional respiratória em indivíduos obesos (COSTA et al; 2003).

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos de um protocolo de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente aquático e seco sobre o sistema respiratório de pessoas obesas.

2.1 Objetivo específico

Avaliar os volumes e capacidades pulmonares, a força muscular respiratória, e a expansibilidade torácica, antes, e após a realização do protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático e seco.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostra

Foram avaliados 22 voluntários de ambos os sexos, na faixa etária entre 28 e 50 anos de idade, com Índice de Massa Corpórea entre 30 a 40 Kg/m² da cidade de São José dos Campos/SP.

A tabela 2 mostra a idade e o IMC dos voluntários dos grupos A e B.

Tabela 2: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) da idade e do IMC dos voluntários do grupo A e B

	Idade	IMC
Grupo A	40.3 ± 5.8	34.5 ± 2.42
Grupo B	39.4 ± 6.6	35.2 ± 2.31

A tabela 3 mostra o sexo dos indivíduos do grupo A e B.

Tabela 3: Número de voluntários do sexo feminino e masculino dos grupos A e B

	Feminino	Masculino
Grupo A	10 (91%)	1 (9%)
Grupo B	9 (82%)	2 (18%)

3.2 Critérios de Inclusão

- ser sedentário;
- apresentar IMC entre 30 a 40 Kg/m²;
- não apresentar qualquer tipo de patologia cardiorespiratória e/ou musculoesquelética;
- não ser fumante.

3.3 Critérios de Exclusão

- ser praticante de qualquer tipo de atividade física;
- apresentar IMC inferior a 30 Kg/m² ou superior a 40 Kg/m²;
- apresentar qualquer tipo de patologia cardiorespiratória e/ou musculoesquelética;
- ser fumante.

3.4 Procedimento Ético

Aos voluntários que aceitaram participar deste estudo, foi lida a carta de apresentação (Anexo A) e posteriormente assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B).

O trabalho foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos, atendendo a resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde – Brasília – DF.

Os procedimentos utilizados no presente estudo foram submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa do IP&D da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), e posteriormente à aprovação do protocolo número H112/2006/CEP, foi efetuado o projeto.

3.5 Grupos Experimentais

Os voluntários com perfil favorável aos critérios de inclusão impostos foram divididos aleatoriamente em dois grupos:

-Grupo A (N = 11) – os voluntários deste grupo foram submetidos a um protocolo de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente aquático;

-Grupo B (N = 11) – os voluntários deste grupo foram submetidos a um protocolo de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente seco.

3.6 Procedimento para seleção dos voluntários

3.6.1 Avaliação

Os voluntários foram previamente selecionados mediante ficha de avaliação (Anexo B) contendo: cadastro pessoal, sinais vitais, IMC, questionário, cirtometria torácico-abdominal, exames de espirometria e manovacuometria.

3.6.2 Avaliação do IMC

O peso corporal (kg) e a estatura (m) foram mensurados utilizando uma balança antropométrica da marca Filizola para determinar o IMC.

A estatura (m) foi mensurada com o indivíduo descalço em posição ereta, calcanhares unidos, mantendo calcanhar, panturrilha, nádegas e dorso em contato com o antropômetro. A cabeça manteve-se ereta com o olhar para o horizonte para que a margem orbital inferior estivesse alinhada com o meato acústico externo, e a região occipital em contato com o antropômetro.

Os avaliados foram orientados em relação à vestimenta (roupa leve, sem calçado) para as referidas aferições, que foram realizadas em posição estática.

Os valores obtidos de peso corporal e estatura foram aplicados à fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso Corporal (Kg)}}{\text{Estatura}^2 \text{ (m)}}$$

Os resultados obtidos foram classificados conforme ilustra a Tabela 4, preconizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), 1997.

Tabela 4: Classificação da obesidade segundo o IMC e o risco de doença.

IMC (Kg/m ²)	Classificação	Risco de Doença
< 18,5	Magreza	Elevado
18,5 – 24,9	Normal	Normal
25 – 29,9	Sobrepeso	Pouco elevado
30 – 34,9	Obesidade grau I	Elevado
35 – 39,9	Obesidade grau II	Muito elevado
> 40	Grau III ou mórbida	Muitíssimo elevado

Fonte: OMS (1997).

3.7 Avaliações

3.7.1 Espirometria

O teste de espirometria foi realizado para a determinação da função pulmonar. Para tanto, foi observado no dia do teste se o voluntário não estava gripado, resfriado, com sintomas de bronquite, pneumonia, ou qualquer estado que pudesse alterar momentaneamente sua função pulmonar. Os voluntários foram orientados a não ingerirem chá e/ou café seis horas antes do teste, pois estes possuem efeito broncodilatador. Também foram orientados a não fazer refeições volumosas uma hora antes do teste, e que permanecessem em repouso no mínimo dez minutos antes do teste, segundo protocolo da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (S.B.P.T; 1996).

Foram utilizados um espirômetro calibrado da marca Jaeger, modelo Máster Scope PC, equipado com o software Lab-Versão 4.5, e um clipe nasal para evitar o extravasamento de ar durante o teste.

Os voluntários foram mantidos na posição sentada durante todo o teste, com a cabeça em posição neutra, e foram orientados a colocar a língua entre os dentes, e a manter os lábios cerrados no bocal para evitar o extravasamento de ar. Os voluntários foram estimulados durante as manobras para que o esforço fosse mantido pelo tempo necessário.

No exame foram utilizados coletados os parâmetros: Capacidade Vital (CV), Capacidade Inspiratória (CI), e Volume de Reserva Expiratório (VRE), A figura 5 mostra o voluntário durante exame de espirometria. A figura 1 mostra o exame de espirometria.



Figura 5: Exame de espirometria.

3.7.2 Manovacuumetria

Previamente a aplicação do teste, o voluntário foi instruído quanto à utilização do equipamento em relação aos tubos abertos para a mensuração de Pressão Expiratória Máxima ($PE_{m\acute{a}x}$) e Pressão Inspiratória Máxima ($PI_{m\acute{a}x}$).

A $PI_{m\acute{a}x}$ foi mensurada à partir do volume residual, e o voluntário inspirou o máximo para atingir a sua capacidade pulmonar total.

A $PE_{m\acute{a}x}$ foi mensurada à partir da capacidade pulmonar total, com o indivíduo realizando sua expiração máxima.

Um manovacuumetro da marca Ger-Ar, escalonado de $-300\text{ cmH}_2\text{O}$ a $+300\text{ cmH}_2\text{O}$ foi utilizado para mensurar a $PE_{m\acute{a}x}$ e a $PI_{m\acute{a}x}$. A figura 6 mostra o exame de manovacuumetria.



Figura 6: Exame de manovacuumetria

3.7.3 Cirtometria Torácico-abdominal

A cirtometria torácico-abdominal foi mensurada nos níveis axilar, xifoidiano e abdominal utilizando uma fita métrica da marca *School*. Essas medidas forneceram dados de aumento e diminuição da expansão de cada uma dessas referidas regiões em centímetros. Durante o procedimento de aferição as voluntárias foram orientadas a usar bermuda ou calça confortável e top de ginástica; e no caso dos homens, apenas bermuda ou calça confortável, sem camiseta. As medidas foram obtidas com o

indivíduo em posição ortostática. A figura 7 mostra a mensuração da cirtometria torácico-abdominal nos níveis axilar, xifóideano e abdominal.

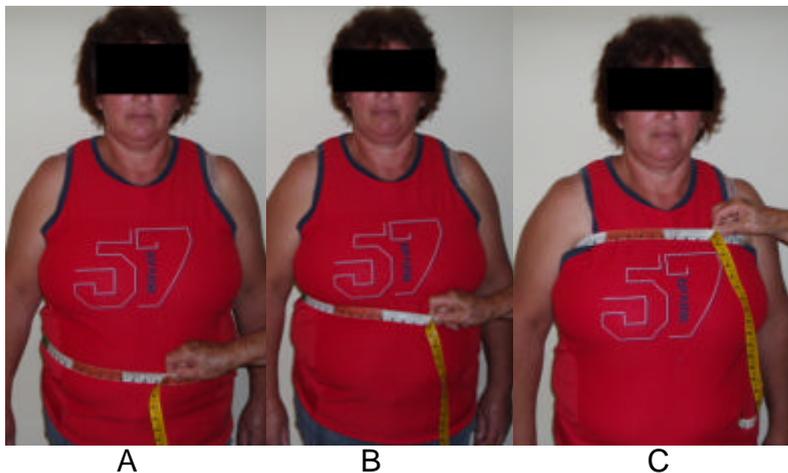


Figura 7: Mensuração de Cirtometria torácico abdominal., nível abdominal (A), nível xifóideano (B), Nível axilar (C).

3.8 Protocolo Experimental

Ao término de todas as avaliações, os voluntários de ambos os grupos iniciaram os respectivos protocolos:

3.8.1 Cinesioterapia Respiratória em ambiente aquático

Os voluntários do grupo A foram submetidos a 2 sessões semanais com duração de aproximadamente 50 minutos cada, durante um período de 6 semanas consecutivas, de exercícios de cinesioterapia respiratória em uma piscina de 11 metros de comprimento por 5 metros de largura, com profundidade fixa de 140 cm, aquecida a 34°C, pertencente ao setor de Hidroterapia da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

Aquecimento inicial de 5 minutos – caminhada;

Alongamento muscular global de 5 minutos – alongamento ativo;

Exercício ativo livre de abdução-adução do ombro;

Exercício ativo livre de abdução-adução horizontal do ombro;

Exercício ativo livre de rotação interna e externa do ombro;
Exercício ativo livre de flexão e extensão do ombro;
Exercício ativo livre de flexão e rotação lateral direita/esquerda de tronco;
Exercício ativo livre de inspiração máxima sustentada;
Exercício ativo livre de máxima fracionada;
Exercício ativo livre de expiração máxima com freio labial;
Relaxamento final – caminhada e alongamento muscular global.

A figura 8 mostra os voluntários do grupo A durante protocolo de cinesioterapia respiratória e ambiente aquático.



Figura 8: Voluntários do grupo A durante protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático.

Nota: cada exercício do protocolo supracitado foi realizado em 2 séries com 15 repetições, e intervalo de 1 minuto entre cada série. Os voluntários foram instruídos a inspirar no início de cada exercício e expirar no final.

3.8.2 Cinesioterapia Respiratória em ambiente terrestre

Os voluntários do grupo B foram submetidos a 2 sessões semanais com duração de aproximadamente 50 minutos cada, durante um período de 6 semanas consecutivas, de exercícios de Cinesioterapia respiratória em ambiente terrestre:
Aquecimento inicial de 5 minutos – caminhada;

Alongamento muscular global de 5 minutos – alongamento ativo ;
Exercício ativo livre de abdução-adução do ombro ;
Exercício ativo livre de abdução-adução horizontal do ombro ;
Exercício ativo livre de rotação interna e externa do ombro ;
Exercício ativo livre de flexão e extensão do ombro ;
Exercício ativo livre de flexão e rotação lateral direita/esquerda de tronco ;
Exercício ativo livre de inspiração máxima sustentada ;
Exercício ativo livre de inspiração máxima fracionada ;
Exercício ativo livre de expiração máxima com freio labial ;
Relaxamento final – caminhada e alongamento muscular global .

A figura 9 mostra os voluntários do grupo B durante protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente terrestre.



Figura 9: Voluntários do grupo B durante protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente terrestre.

Nota: cada exercício do protocolo supracitado foi realizado em 2 séries com 15 repetições, e intervalo de 1 minuto entre cada série. Os voluntários foram instruídos a inspirar no início de cada exercício e expirar no final.

O protocolo de cinesioterapia proposto é uma modalidade de exercício físico, podendo causar diminuição de peso corporal. O sistema respiratório é alterado por modificações no peso corporal, por isso a perda de peso foi monitorada, e todos os indivíduos reavaliados mantiveram o IMC acima de 30 Kg/m^2 .

3.9 Análise dos dados

Após o término do período de aplicação dos protocolos, os voluntários foram submetidos ao reteste de todas as avaliações supracitadas. Os dados obtidos foram analisados através do Teste T-Student pareado com nível de significância para valores de $p = 0,05$. Os softwares utilizados foram o Origin 6.0, e o Microsoft Excel.

4 RESULTADOS

Os resultados dos Grupos A (Água) e B (Seco) antes e após o período de protocolo experimental para Manovacuometria, Cirtometria Tóraco-abdominal e Espirometria são apresentados abaixo e descritos através de tabelas e gráficos.

4.1 Pressão Inspiratória máxima dos grupos A e B

Tabela 5: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Inspiratórias Máximas ($PI_{máx}$) em centímetros de água (CmH_2O), antes e depois do período de protocolo para os grupos A (N= 11) e B (N= 11).

Grupo	Antes	Depois
A	86.36 ± 25.40	*110 ± 25.69
B	90.9 ± 13.75	85.5 ± 17.52

* valor estatisticamente significativo ($p=0,05$)

A Tabela 5 representa os valores de média e desvio padrão da $PI_{máx}$ obtidos através da realização do exame de manovacuometria antes e após o período de protocolo para ambos os grupos. O Grupo B não apresentou diferença estatisticamente significativa quando reavaliados após seis semanas.

Por outro lado, o grupo A apresentou aumento estatisticamente significativo ($p=0,042$) após ser reavaliado.

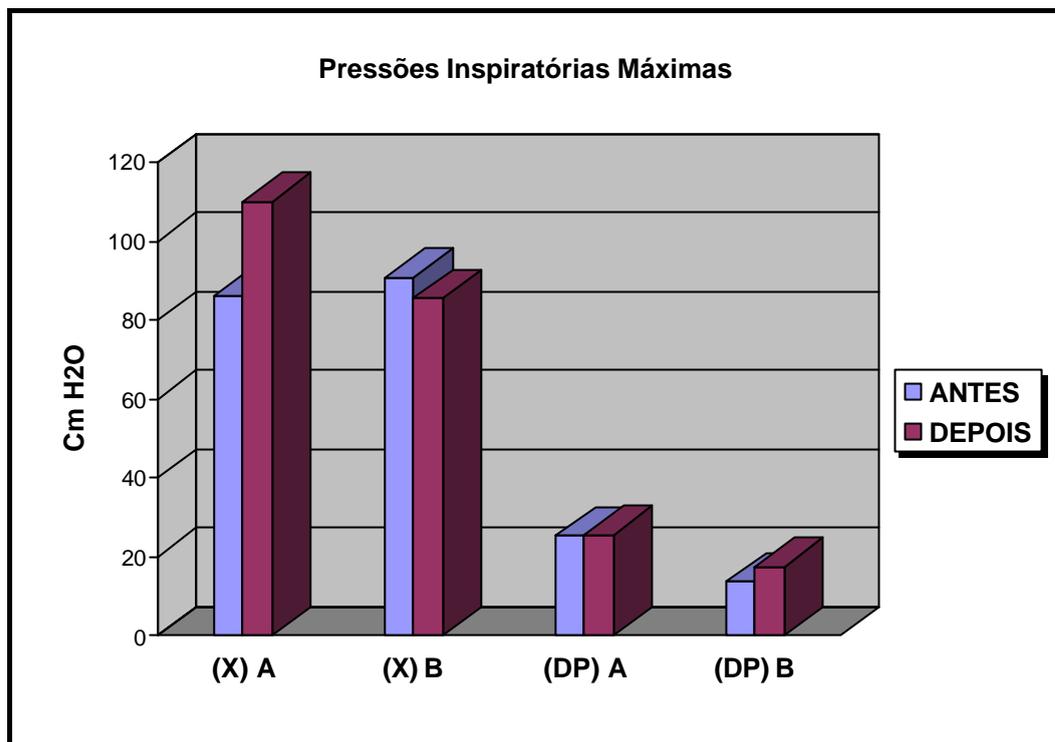


Figura 10: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Inspiratórias Máximas ($P_{Imáx}$) em CmH_2O , para os Grupos A (N=11) e B (N=11) antes e depois do período de protocolo.

4.2 Pressão Expiratória Máxima dos grupos A e B

Tabela 6: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Expiratórias Máximas ($PE_{máx}$) antes e depois do período de protocolo para os grupos A e B.

Grupo	Antes	Depois
A	95.45 ± 25.83	96.36 ± 27.66
B	90.9 ± 8.31	89.09 ± 12.21

Os resultados da Tabela 6 demonstram que não houve alterações significativas na $PE_{máx}$ para ambos os grupos após o período de estudo.

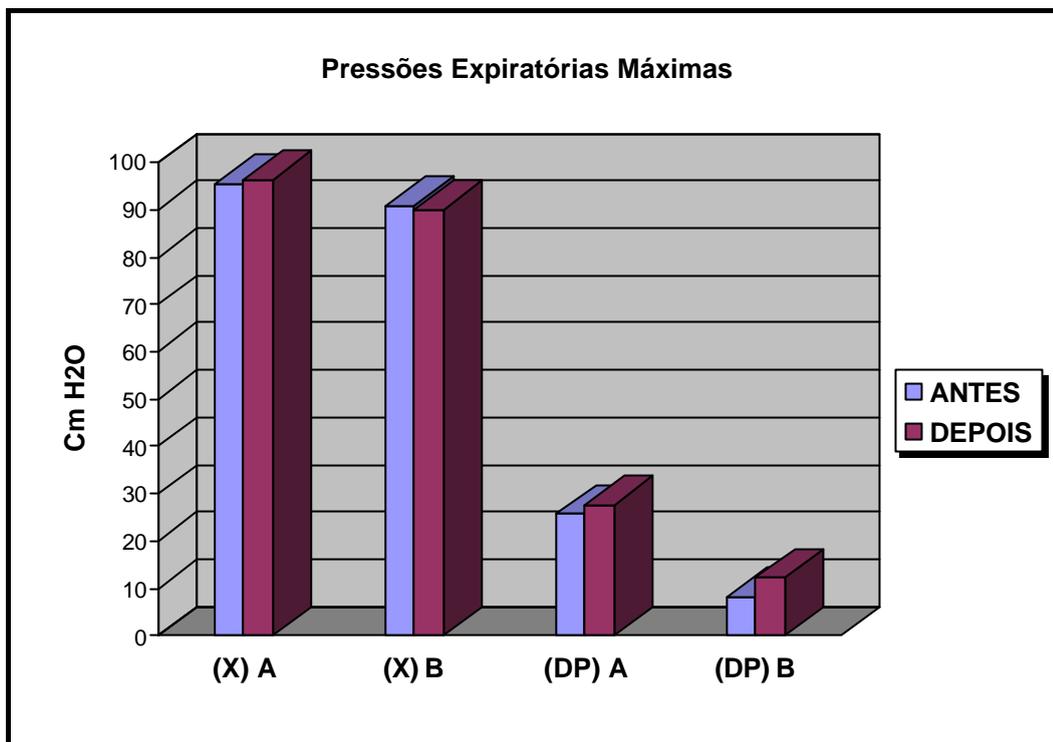


Figura 11: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Pressões Expiratórias Máximas ($PE_{máx}$) para os Grupos A (N=11) e B (N=11) antes e depois do período de protocolo.

4.3 Cirtometria torácico-abdominal do grupo A

Tabela 7: Valores de diferença em centímetros entre as medidas de inspiração e expiração na cirtometria tóraco-abdominal para os níveis axilar, xifoideano e abdominal do grupo A (N=11).

Nível	Antes	Depois
Axilar	3.73 ± 2.10	3.63 ± 1.68
Xifóide	3.18 ± 2.67	3.09 ± 2.87
Abdominal	1.73 ± 3.37	1.45 ± 2.62

Os dados da Tabela 7 revelam os resultados em centímetros da cirtometria torácico-abdominal antes e após o período de protocolo em Média (X) e Desvio Padrão (DP) para o Grupo A. Não houve diferença estatisticamente significativa nos níveis axilar, xifoideano e abdominal para o grupo A.

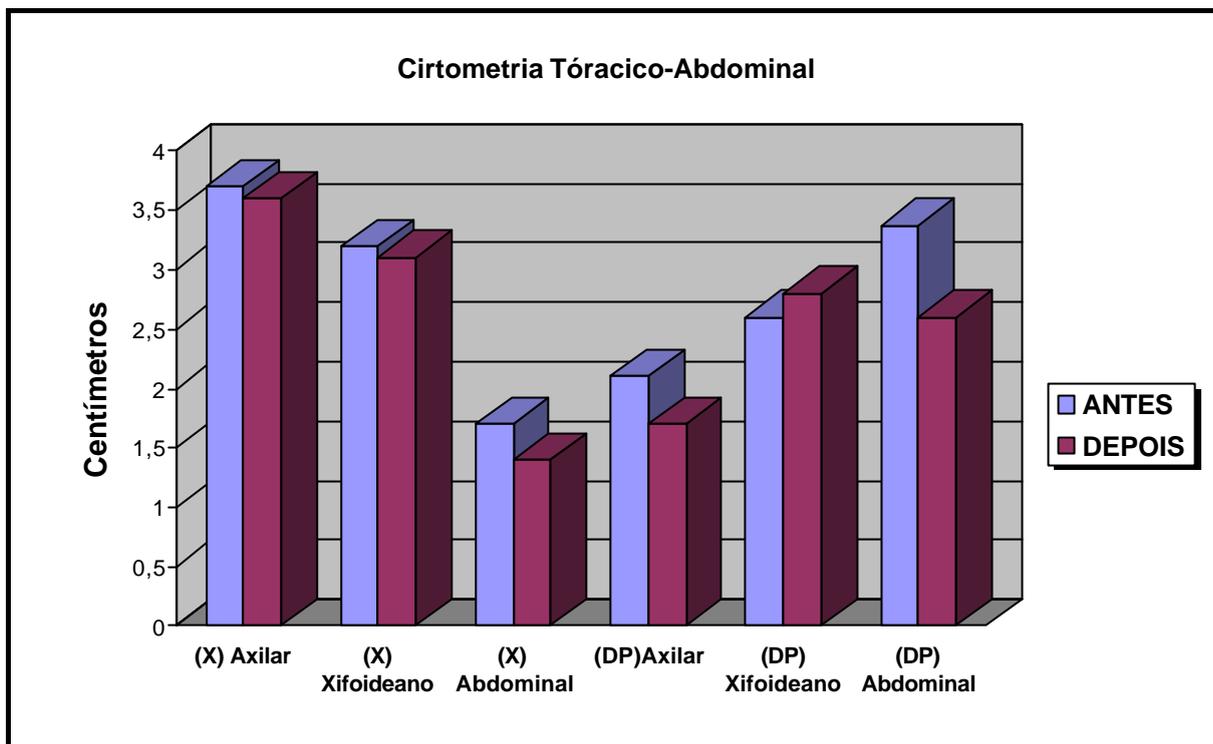


Figura 12: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Medidas de Diferença em Centímetros da Cirtometria Tóraco-abdominal aos níveis Axilar, Xifoideano e Abdominal para o Grupo A (N=11) após o período de protocolo.

4.4 Cirtometria torácico-abdominal do grupo B

Tabela 8: Valores da comparação entre as medidas de inspiração e expiração em centímetros na cirtometria tóraco-abdominal para os níveis axilar, xifoideano e abdominal do grupo B (N=11).

Nível	Antes	Depois
Axilar	3.45 ± 2.69	3.27 ± 2.76
Xifóide	2.90 ± 2.58	2.72 ± 2.7
Abdominal	2.18 ± 1.83	2.54 ± 1.8

Quando analisados os dados da cirtometria tóraco-abdominal do Grupo B não foram encontradas diferenças significativas em nenhum dos três níveis estudados: axilar, xifoideano e abdominal ($p= 0.64$).

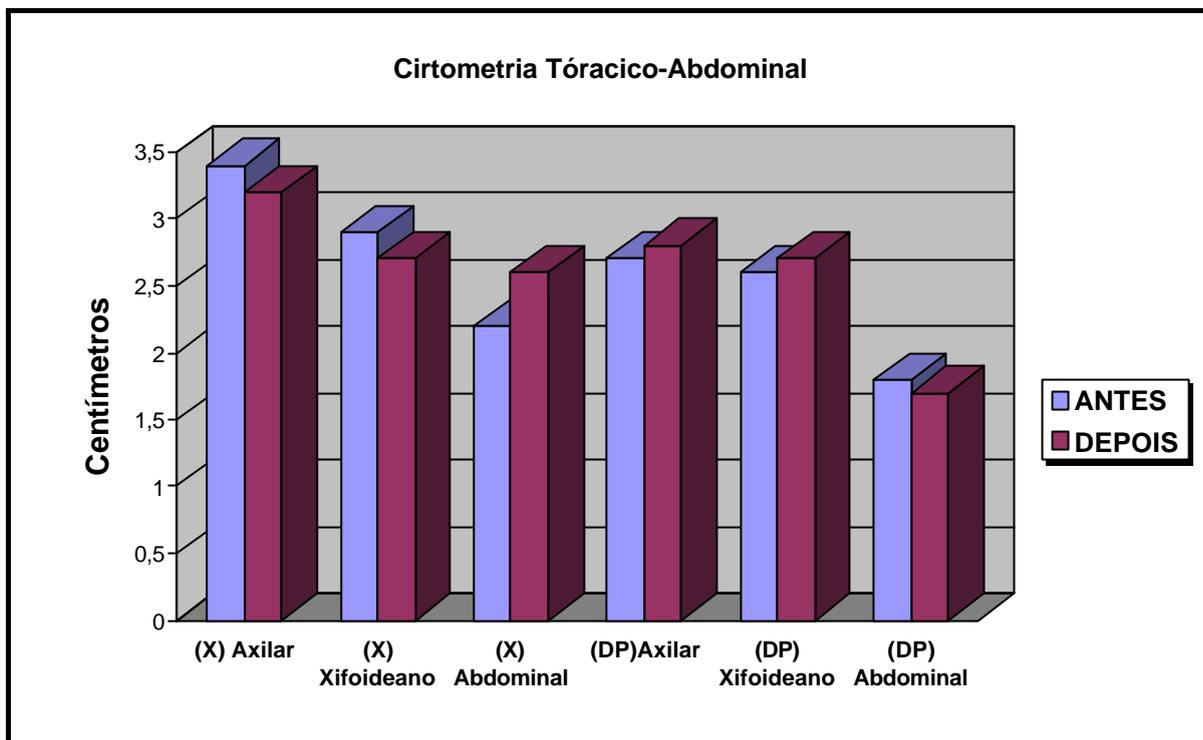


Figura 13: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) das Medidas de Diferença em Centímetros da Cirtometria Tóraco-abdominal aos níveis Axilar, Xifoideano e Abdominal para o Grupo B (N=11) após o período de protocolo.

4.5 Capacidade Vital dos grupos A e B

Tabela 9: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) da Capacidade Vital (CV) em porcentagem (%), antes e após o período de protocolo para os grupos A e B.

Grupo	Antes	Depois
A	118.97 ± 18.77	115.24 ± 15.12
B	114.6 ± 10.83	114.3 ± 11.15

A Tabela 9 ilustra o resultado da análise dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) do parâmetro Capacidade Vital obtido através da espirometria. Observa-se que a Capacidade Vital dos Grupos A e B não apresentou diferença estatisticamente significativa após o período de protocolo, mantendo-se estável.

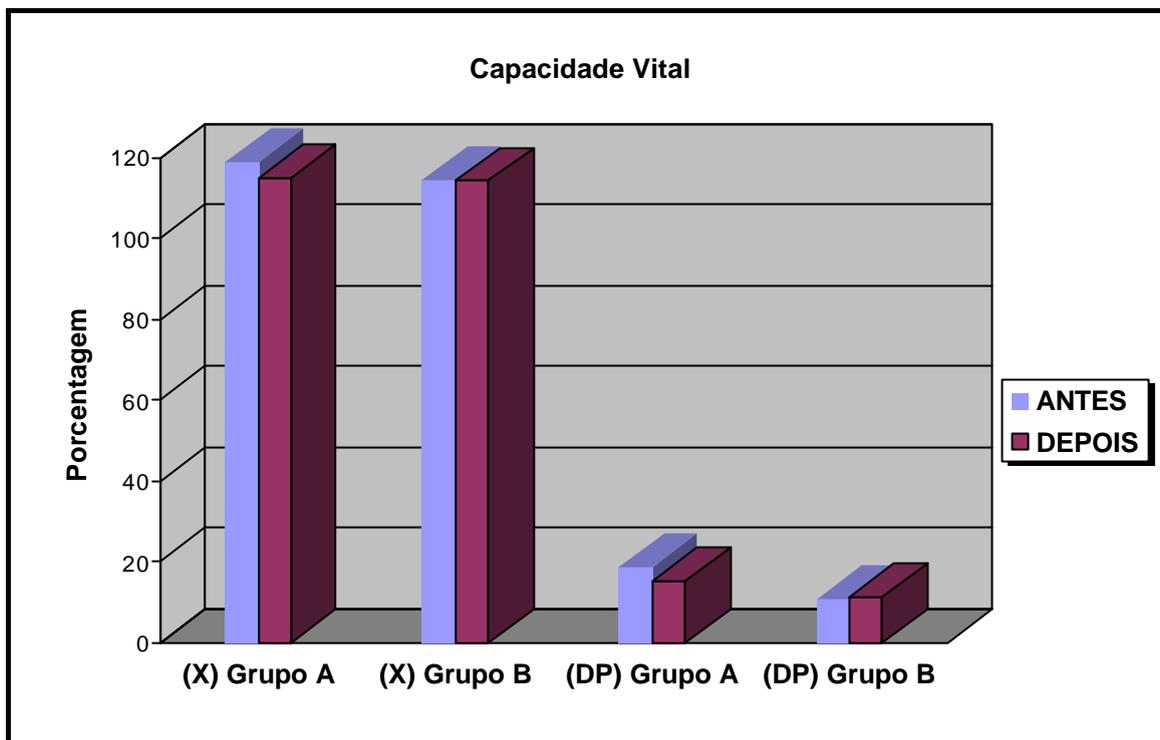


Figura 14: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) em porcentagem da Capacidade Vital (CV) para os Grupos A (N=11) e B (N=11) após o período de protocolo.

4.6 Capacidade Inspiratória dos grupos A e B

Tabela 10: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) em porcentagem (%) da Capacidade Inspiratória (CI), antes e após o período de protocolo para os grupos A (N=11) e B (N=11).

Grupo	Antes	Depois
A	120.57±23.06	114.25 ±23.68
B	119.42 ± 20.18	115.6 ± 21.51

Os resultados da Tabela 6 ilustram que a análise do parâmetro Capacidade Inspiratória também não apresentou diferenças estatisticamente significativas para os Grupos A ($p = 0.53$), e B ($p = 0.62$) após o período de estudo.

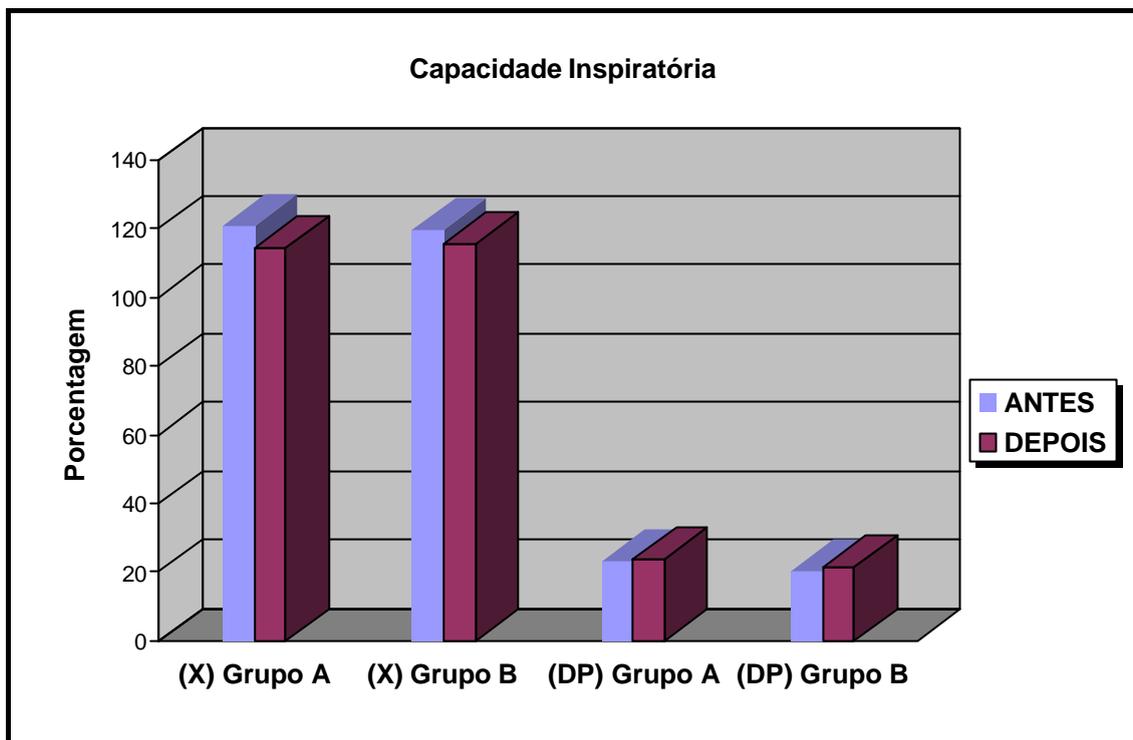


Figura 15: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) da Capacidade Inspiratória (CI) para os Grupos A (N=11) e B (N=11) após o período de protocolo.

4.7 Volume de reserva expiratório dos grupos A e B

Tabela 11: Valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) do Volume de Reserva Expiratório (VRE) em porcentagem (%), antes e após o período de protocolo para os grupos A e B.

Grupo	Antes	Depois
A	84.2 ± 24.77	91.14 ± 27.69
B	88.95 ± 17.79	93.56 ± 20.29

Em relação ao Volume de Reserva Expiratório (VRE), o Grupo A não apresentou diferenças significativas, bem como o Grupo B.

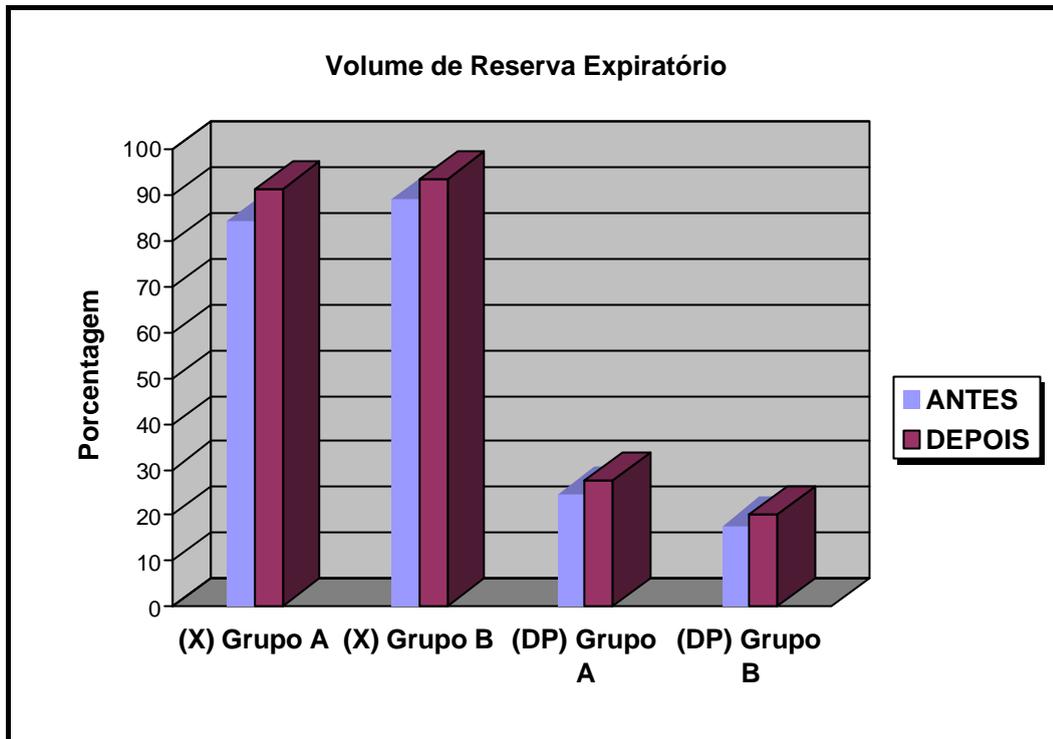


Figura 16: Gráfico dos valores de Média (X) e Desvio Padrão (DP) em porcentagem em relação ao Volume de reserva expiratório (VRE) dos Grupos A (N=11) e B (N=11) após o período de protocolo.

5 DISCUSSÃO

Após o período de protocolo verificou-se um aumento estatisticamente significativo na Pressão Inspiratória Máxima ($PI_{MÁX}$) do grupo A, enquanto que o grupo B não apresentou alterações significativas nesse parâmetro, sugerindo que houve fortalecimento da musculatura inspiratória, associado somente aos efeitos físicos da água.

Pereira e Cubero (2000), relatam que a ação da pressão hidrostática sobre a caixa torácica de um corpo submerso causa uma resistência durante a inspiração, e conseqüentemente aumenta a carga sobre os músculos inspiratórios.

Da mesma forma, segundo Kurabayashi et al (1998), relatam que a pressão hidrostática trabalha como uma carga para contração do diafragma durante a inspiração, resultando em um exercício para essa musculatura, e melhorando seu desempenho.

Corroborando com os dados obtidos no presente estudo, SILVA et al (2007), realizaram um estudo em 50 pacientes obesos mórbidos que seriam submetidos à cirurgia bariátrica. Do período de internação até o período da alta hospitalar os pacientes foram submetidos à fisioterapia convencional, com exercícios ativos, ativos assistidos e deambulação. Todos os pacientes foram avaliados no período de internação e reavaliados posteriormente na alta hospitalar. Entre os parâmetros estudados, a $PI_{MÁX}$ não apresentou alterações significativas após o período de estudo.

Pedroso, Trevisan e Moraes (2007), realizaram um estudo para avaliar comparativamente a função muscular respiratória de adolescentes com sobrepeso/obesidade grau I e adolescentes eutróficos. Fizeram parte do estudo 28 adolescentes, sendo 14 eutróficos e 14 com sobrepeso/obesidade grau I que realizavam consultas de rotina no ambulatório de pediatria do Hospital Universitário de Santa Maria. Os indivíduos foram submetidos à mensuração das pressões respiratórias (pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima). Após período de estudo os grupos

foram comparados entre si. Houve diferença estatisticamente significativa na pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima quando comparados os grupos, sendo que o grupo sobrepeso/obesidade grau I teve o melhor desempenho nas medidas das pressões respiratórias máximas.

Os autores supracitados relatam que a $PI_{máx}$ e a $PE_{máx}$ são maiores em indivíduos adolescentes obesos grau I, quando comparados com indivíduos eutróficos. Em nosso estudo observamos aumento de $PI_{máx}$ do grupo que realizou o protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático. Sugerimos que a $PI_{máx}$ possa ser aumentada em indivíduos obesos grau I e II, mesmo que já apresentem uma força muscular respiratória maior em relação a sujeitos eutróficos.

Num estudo realizado por Ide; Belini e Caromano (2005), a força dos músculos respiratórios foi medida em 81 sujeitos saudáveis entre 60 e 65 anos. O grupo aquático realizou protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático. O grupo não aquático realizou protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente terrestre. Os programas foram aplicados três vezes por semana, por um período de 10 semanas consecutivas. Subseqüentemente, os sujeitos foram reavaliados, e os resultados comparados entre os grupos. Como resultados estatisticamente significativos, houve uma melhora na força dos músculos inspiratórios no que realizou o protocolo de cinesioterapia em ambiente aquático.

Em nosso estudo também obtivemos aumento estatisticamente da $PI_{Máx}$, porém com um tempo menor de protocolo (seis semanas contra 10 semanas dos autores supracitados). Supomos que talvez, o protocolo proposto em nosso estudo tenha potencializado mais rapidamente os músculos inspiratórios em ambiente aquático. Indagamos ainda, se possivelmente a musculatura inspiratória de indivíduos obesos e mais jovens poderia se fortalecer mais rapidamente quando comparado com indivíduos eutróficos, porém com idade mais avançada.

Kurabayashi et al (1998), realizaram um estudo em que utilizaram uma amostra de pacientes em idosos com DPOC em uma estação de águas termais a 38C⁰, onde os indivíduos ficavam imersos até a altura do ombro, realizando exercícios respiratórios durante um período de seis meses. Segundo o autor houve melhora dos sintomas de DPOC, e foi sugerido que poderia ter ocorrido aumento da força muscular respiratória, porém sem poder se afirmar, já que entre os parâmetros de avaliação não foi incluso o da força muscular respiratória.

A literatura mostra que também obtem-se melhora da força muscular inspiratória utilizando-se outros métodos de trabalho. Entre eles podemos citar o trabalho de Sarmiento (2002), que utilizou o Treshold para treinamento da musculatura inspiratória, em pacientes em idosos com DPOC, no qual o autor relata ter observado aumento significativo da Pressão Inspiratória Máxima ($P_{I\text{MÁX}}$) nos indivíduos estudados.

O aumento da força da musculatura inspiratória dos indivíduos obesos que realizaram o protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático poderia também ser explicado pela facilidade de realização dos exercícios respiratórios na água. Pois segundo Skinner; Thompson (1985), o alívio do peso causado pela força de flutuação constitui uma das principais vantagens no tratamento aquático. Com a imersão até a altura da cicatriz umbilical é descarregado aproximadamente 50% do peso corporal nos membros inferiores, na altura do processo xifóide 25%, e na altura de C7, 10% do peso corporal, ou seja, quanto maior a profundidade, maior será a ação da força de flutuação (RUOTI; MORRIS; COLE, 2000).

A hidrocinesioterapia é um recurso Fisioterapêutico que utiliza os efeitos fisiológicos decorrentes da imersão em água aquecida, dentre eles a flutuação e a viscosidade que fazem com que as atividades motoras possam ser facilitadas, resistidas e oferecem suporte ao corpo ou seus segmentos (CANDELORO; CAROMANO, 2006).

Acreditamos que a força de flutuação possa ter colaborado para a facilitação dos exercícios respiratórios, aumentando a mobilidade e conseqüentemente facilitando a execução dos exercícios respiratórios.

Becker e Cole (2000), relatam que devido ao fato de o aparelho respiratório precisar trabalhar mais intensivamente durante a imersão do corpo, haverá aumento de carga e fortalecimento dos músculos respiratórios, e o processo da respiração poderá ser melhorado. Entretanto, os autores não relatam qual musculatura respiratória irá se fortalecer durante a imersão; a que profundidade esses efeitos poderiam ser observados; qual o tempo de imersão que poderia gerar essas alterações; se seria necessário realizar alguma atividade física, ou somente os efeitos da água poderiam gerar tais alterações.

No presente estudo observou-se um aumento de força da musculatura inspiratória em indivíduos obesos de ambos os sexos, imersos a uma profundidade de 140 cm, que realizaram protocolo de cinesioterapia respiratória durante seis semanas consecutivas, sendo realizadas duas sessões por semana. Acredita-se que os resultados obtidos com aumento da $PI_{m\acute{a}x}$ ajudam a elucidar alguns parâmetros da literatura em relação a profundidade, tipo de exercício realizado, freqüência dos exercícios respiratórios, e tipo de amostra estudada.

Por outro lado, nosso estudo não demonstrou alterações significativas na Pressão Expiratória Máxima ($PE_{M\acute{A}X}$) para ambos os grupos.

A literatura relata melhora significativa da $PE_{m\acute{a}x}$ em trabalhos que utilizaram algum tipo de aparato mecânico para conseguir alcançartais resultados.

Suzuki, Kato e Okubo (1995), realizaram um estudo de treino da musculatura expiratória utilizando Treshold, onde foi solicitado aos indivíduos que expirassem no orifício oposto ao tradicional. Os autores relatam uma melhora de 25% da $PE_{m\acute{a}x}$ dos indivíduos submetidos a essa técnica.

Sampaio et al. (2002) realizaram um estudo em asmáticos utilizando Treshold, observando melhora significativa na $PI_{máx}$, justificada pela resistência da inspiração causada pelo Treshold. Ainda foi relatado no mesmo estudo, que foi obtido aumento significativo de $PE_{máx}$. Segundo os autores, sugere-se que tenha ocorrido aumento da ação dos músculos inspiratórios, e devido a este fato, haveria ganho de mobilidade torácico-abdominal e uma reorganização mecânica de todos os músculos envolvidos na respiração, gerando ganho de força dos músculos expiratórios.

Os dados obtidos no presente estudo divergem aos achados de Sampaio et al. (2002), considerando que no protocolo realizado em ambiente aquático mostrou alterações significativas de aumento de $PI_{máx}$, porém o mesmo grupo não apresentou diferenças significativas em relação a $PE_{máx}$.

Nossos achados são condizentes com a literatura científica, uma vez que a expiração em nível de Capacidade Residual Funcional constitui-se um processo passivo. Assim, Cordeiro (1995), relata que o fenômeno da expiração é totalmente passivo.

Outros autores como Becker e Cole (2000), relatam que em imersão a ação da pressão hidrostática irá causar recuo elástico e auxiliar no esvaziamento pulmonar diminuindo assim o recrutamento da musculatura expiratória. Portanto, a ausência de aumento na Pressão Expiratória Máxima sob condições de imersão poderia ser plenamente justificada por uma menor utilização da musculatura expiratória.

Desta forma, supomos que a $PE_{máx}$ não obteve alterações significativas por falta de resistência aos músculos expiratórios, visto que o protocolo proposto é composto por exercícios que incentivam a expiração, porém não oferecem resistência a mesma. Além disso, o grupo que realizou os exercícios respiratórios na água, ainda teve como auxílio expiratório, a ação da pressão hidrostática diretamente sobre o tórax, diminuindo ainda mais a carga sobre os músculos expiratórios.

Por sua vez, quando avaliado a cirtometria tóraco-abdominal após o período de protocolo não foram observadas alterações significativas em nenhum dos níveis mensurados para os grupos A e B.

Paulin, Brunetto e Carvalho (2003), realizaram um estudo com 30 indivíduos com DPOC, que foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo atuou como controle, e o segundo grupo foi submetido a um programa de exercícios de respiração diafragmática em vários decúbitos três vezes por semana durante dois meses. Após o período de estudo, foi observada melhora significativa na expansibilidade torácica do grupo que realizou o programa de exercícios, porém os autores não descrevem a que nível ocorreu essa melhora.

Ide (2004), avaliou em seu trabalho a cirtometria torácico abdominal em nível axilar, xifóide e abdominal em idosos após realizarem protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático e seco. Completaram o estudo 59 sujeitos com idade entre 60 e 65 anos de idade, que foram divididos em três grupos: O G1 foi submetido a um protocolo de cinesioterapia respiratória em ambiente aquático, o G2 foi submetido a um protocolo de cinesioterapia em ambiente terrestre, e o G3 não realizou nenhum tipo de atividade, sendo considerado como grupo controle. O autor relata aumento significativo em ambos os níveis da cirtometria torácico abdominal, quando comparou resultados intra-grupos. Porém, relata que o grupo controle também apresentou aumento significativo.

Os dados obtidos no presente estudo divergem dos encontrados pelos autores supracitados, pois não encontramos alterações em relação a cirtometria torácico abdominal em ambos os níveis mensurados, para os grupos A e B. Sugere-se que talvez a obesidade dos sujeitos do grupo que realizou o protocolo de cinesioterapia respiratória, tanto em ambiente aquático quanto em seco, tenha influenciado nos resultados obtidos. Segundo Francischini et al; (2000), o aumento na quantidade de gordura acumulada na região peitoral e abdominal limita os movimentos respiratórios, levando à diminuição dos movimentos respiratórios. A função pulmonar é afetada em

indivíduos obesos, interferindo mecanicamente no funcionamento do fole torácico (JUBBER, 2004).

Dessa forma, sugere-se que a sobrecarga de peso e o acúmulo de gordura na região da caixa torácica tenham interferido durante o protocolo aplicado. E mesmo considerando o efeito físico da água enquanto relaxante muscular em virtude de seu aquecimento, não observou-se aumento da expansibilidade torácico-abdominal no protocolo realizado na água.

Com relação aos parâmetros de função pulmonar analisados através da espirometria, verificou-se que após o período de protocolo, ambos os grupos não apresentaram alterações significativas na Capacidade Vital (CV).

Becker e Cole (2000) relatam que em imersão ocorre uma redução da Capacidade Vital de 6 a 9%. Os autores afirmam que isto estaria diretamente relacionado com a ação da pressão hidrostática sobre o tórax e o aumento de volume sanguíneo intratorácico.

Schoenhofer, Koheler e Polkey (2004) realizaram um trabalho para verificar as possíveis alterações do sistema respiratório de pacientes com comprometimento grave do diafragma. O estudo foi realizado após um período de imersão em repouso com profundidade até a altura do pescoço. Um dos principais achados dos autores foi a diminuição da capacidade vital.

Os achados dos autores supracitados contrastam com os presentes resultados, pois não observou-se diminuição da CV em nenhum grupo. Acredita-se que os exercícios respiratórios propostos neste protocolo tenham colaborado na manutenção da CV dos indivíduos pertencentes ao grupo do protocolo em ambiente aquático, porém não foi capaz de causar alterações nas atividades em meio seco.

Outro dado que chama a atenção nos resultados obtidos é que a CV de ambos os grupos estava nos padrões considerados normais antes do protocolo proposto, e manteve-se inalterada após o período de aplicação do protocolo para ambos. Este dado corrobora com os relatos de Rigatto et al (2005), que afirmam em seu estudo que quando a obesidade é de grau moderado (IMC de 35 Kg/m² a 39,9 Kg/m²), geralmente a CV encontra-se dentro de valores normais.

Por outro lado, a função pulmonar analisada através da Capacidade Inspiratória não apresentou alterações de forma significativa após o período de protocolo para ambos os grupos.

Rasslan et al (2004), realizaram um estudo com 96 indivíduos adultos, de ambos os sexos, com IMC entre 30 e 40 Kg/m², que foram divididos em quatro grupos: homens obesos, e não obesos; mulheres obesas e não obesas. Os autores relatam que mulheres obesas apresentaram aumento significativo quando comparadas as não obesas quanto a CI, porém entre os homens não houve alterações entre os obesos e não obesos.

Observou-se no presente estudo um aumento significativo da $PI_{máx}$ em indivíduos que realizaram o protocolo em ambiente aquático, e nenhuma alteração da cirtometria torácico abdominal em nível axilar, xifóide e abdominal foi encontrada para ambos os grupos. Segundo Costa (1999), a complacência pulmonar é definida como o poder de distensibilidade dos tecidos dos pulmões e do tórax.

Especulamos que possivelmente o aumento de força dos músculos inspiratórios não seja suficiente para aumentar a CI de indivíduos obesos, e que talvez isso pudesse ocorrer se houvesse um aumento da complacência pulmonar, o que não observamos no presente estudo através da mensuração da cirtometria torácico-abdominal.

Em nosso estudo, ambos os grupos apresentaram VRE dentro dos valores considerados normais em exame de espirometria antes e depois do período de protocolo.

Rasslan (2004) relata que as alterações mais freqüentemente encontradas em pessoas obesas grau II e III, são a redução do VRE e aumento da capacidade de difusão. Segundo o autor, a redução da VRE ocorre por aumento do tecido adiposo, principalmente na cavidade abdominal, causando redução do VRE.

O autor supracitado não relaciona em seu estudo alterações que poderiam acontecer sobre o VRE em relação ao sexo do indivíduo. Acreditamos que o VRE manteve-se nos níveis considerados normais em nosso estudo pela concentração de tecido adiposo na região do quadril, visto que a amostra estudada foi predominantemente formada por mulheres (grupo A 91%, e grupo B 82%). Segundo Adams e Murphy (2000), a obesidade do tipo ginecóide é mais freqüentemente encontrada no sexo feminino e o excesso de tecido adiposo está mais localizado na região do quadril (ADAMS; URPHY, 2000).

Segundo Becker e Cole (1998) o VRE diminui cerca de 54% quando o corpo está imerso até a altura do pescoço, graças ao deslocamento do diafragma em direção cefálica, causado pela ação da pressão hidrostática.

6 CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo nas condições experimentais utilizadas sugerem que o protocolo proposto é capaz de aumentar a força muscular inspiratória em sujeitos com obesidade grau I e II, imersos em piscina com profundidade de 140 centímetros.

Observou-se a ocorrência de alterações importantes no sistema respiratório dos indivíduos obesos submetidos ao protocolo de cinesioterapia respiratória proposto, quando este foi realizado em ambiente aquático. Ressalta-se ainda, a possibilidade de utilizar este recurso como uma alternativa de treinamento muscular respiratório em um ambiente diferenciado.

Contudo, acredita-se que um período de estudo maior com um número maior de sujeitos seja necessário para melhor elucidar as respostas do protocolo proposto em ambiente aquático e seco sobre o sistema respiratório de pessoas obesas.

REFERÊNCIAS

ABBRECHT, P, H; RAJAGOPAL, K, R; KYLE, R, R. Expiratory muscle recruitment during inspiratory flow-resistive loading exercise. **American review of respiratory disease**. v. 144, p.113-120, 1991.

ADAMS J, P; MURPHY P, G. Obesity in anaesthesia and intensive care. **J. Anaesth.** v.85 p.91-98, 2000.

AULER, J. O. C. A. Jr.; GIANNINI C. G.; SARAGIOTTO D. F. Desafio no manuseio peri-operatório de pacientes obesos mórbidos: como prevenir complicações. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v. 53, n. 2, p. 227 – 236, 2003.

AMARAL, C, R, T; CHEIBUB, Z, B. Obesidade mórbida: implicações anestésicas. **Rev Bras Anesthesiol**. v. 41, p.273-279; 1991.

AZEREDO, C. A. C; **Fisioterapia Respiratória Moderna**. São Paulo: Manole, 1999.

BATES, A; HANSON, N. **Exercícios aquáticos terapêuticos**. São Paulo: Manole, 1998.

BECKER, B.E; COLE, A.J; **Terapia Aquática Moderna**. São Paulo: Manole, 2000.

BECHAT, P, H; WOLF, J, P; SIMON-RIGAUD, M, I; BRECHAT, N; KANTELIP, J, P; BERTHELAY, S; REGNARD, J. influence of immersion on respiratory requirements during 30-min cycling exercise. **The European Respiratory Journal**. v.13, p.860-866, 1999.

BLACK LF, HYATT RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am Rev Resp Dis**. v. 103, p. 641-50; 1969.

BENÍCIO, N. C. D.; et. al. Medidas espirométricas em pessoas eutróficas e obesas nas posições ortostática, sentada e deitada. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 50, n. 2, p. 541-553, abr/jan, 2004

BOOKSPAN, J. **Efeitos fisiológicos da imersão em repouso**. Reabilitação aquática. São Paulo: Manole, 2000.

BORAN, P; TOKUC, G; PISGIN, B; OKTEM, S; YEGIN, Z; BOSTAN, O. Efeito da obesidade na função ventilatória. **J Pediatr**. v 83, n. 2, 2007.

BRAGA, A, F, A; SILVA, A, C, M; CREMONESI, E. Obesidade mórbida: considerações clínicas e anestésicas. **Rev Bras Anesthesiol**. v. 49, p.201-212, 1999.

BRECH, G.C; AMARAL, B; RESTIFFE, A. P. Lesão Raquimedular: Uso Da Piscina Terapêutica Para Minimizar A Espasticidade. **Rev. Fisioter. Brasil**. p. 119-123, Mar/Abr.2005.

CAMPION, M, R. **Hidroterapia: Princípios e prática**. São Paulo: Manole, 2000.

CANDELORO, J, M; CAROMANO, J, A. Discussão crítica sobre o uso da água como facilitação, resistência ou suporte na hidrocinesioterapia. **Revista Acta Fisiatrica**, v.13, n. 1, p.7-12, 2006.

CANDELORO, J.M e CAROMANO, F.A. Fundamentos De Hidroterapia Para Idosos. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**. p.187-195, fev. 2001.

CANDELORO, J.M; e CAROMANO, F.A. Revisão E Atualização Sobre A Graduação Da Resistência Ao Movimento Durante A Imersão Na Água. **Rev. Fisioter. Brasil**. p. 01-05, Jan/Fev. 2004.

CAROMANO F, A; NOWOTNY, J, P. Princípios físicos que fundamentam a hidroterapia. **Fisioterapia Brasil**. v.3, p.60-65, 2002.

CIPRIANO, J, J. **Manual fotográfico de testes ortopédicos e neurológicos**. São Paulo: Manole, 1999.

COOK CD, MEAD J, ORZALESI MM. Static volume pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts. **J Appl Physiol**. v. 19, n.5, p.1016-1022; 1964.

CORDEIRO, A.J.A.R; **Pneumologia Fundamental**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.

COSTA, D; SAMPAIO, L,M,M; LORENZZO, V,A,P; JAMAMI, M; DAMASO, A, M. Avaliação da força muscular respiratória e amplitudes torácicas e abdominais após a reeducação funcional respiratória em indivíduos obesos. **Rev Latino-am Enfermagem**, v. 11, n.2, p.156-160, 2003.

COSTA, D; **Fisioterapia Respiratória Básica**. São Paulo: Manole, 1999.

CRUZ, M. R. R.; MORIMOTO, I. M. I. Intervenção nutricional no tratamento cirúrgico da obesidade mórbida: resultados de um protocolo diferenciado. **Revista de Nutrição**. v. 17, n. 2, p. 263-272, Campinas, abr/jun, 2004.

CUNHA, M.C.B; LABRONICI, R.H.D.D; OLIVEIRA, A.S.B; e GABBAI, A.A. Relaxamento Aquático Em Piscina Aquecida, Realizado Através Do Método AI CHI: Nova Abordagem Hidroterapêutica Para Pacientes Portadores De Doenças Neuromusculares. **Rev. Fisioter. Brasil**. p. 79-84, mar./abr. 2002.

CURETON, K, J. **Respostas fisiológicas ao exercício na água**. Reabilitação Aquática. São Paulo:Manole, 2000.

DANTZKER, D; SCHARF, R STEVEN, M, R. **Cardiopulmonary critical care**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1998.

DOMINGOS-BENÍCIO, N, C; GASTALDI, A,C; PERECIN, J,C; AVENA, K, M; GUIMARÃES, R,C; SOLOGUREN, M, J, J; LOPES-FILHO, J, D. Medidas espirométricas em pessoas eutróficas e obesas nas posições ortostática, sentada e deitada. **Rev Assoc Med Brás**, v.2, n.50, p.142-147, 2004.

DOMINGUEZ-CHERUT, G; BORUNDA, D; GONZALEZ, R. Anesthesia for Morbidly Obese. **Mother Sill**. v.23, p.95-100, 2000.

ENZI G, BAGGIO B, VIANELLO A. Respiratory disturbances in visceral obesity. **Int J Obesity**. p. 14-26, 1990.

FRANCISCHINI, R, P, P; LANCHA JÚNIOR R, P; PEREIRA, L, O; FREITAS, C, S; KLOPFER M; SANTOS, R, C; VIEIRA, P; A, H. Obesidade: Atualização sobre sua etiologia , morbidade e tratamento. **Rev. Nutr., Campinas**, v.13 n.1, p. 17-28, jan./abr., 2000.

FUNG KP, LAU SP, CHOW OKW, LEE J, WONG TW. Effects of overweight on lung function. **Am Rev Resp Dis**. p. 128:512-5, 1989.

GARDNER, E; GRAY, D, J; RAHILLY, R. **Anatomia: estudo regional do corpo humano**. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 1975.

GARRIDO, A. B. G. J. **Cirurgia da Obesidade**. São Paulo: Manole, 2002.

GIGANTE, D, P; BARROS, F, C; POST, C, L, C; OLINTO, M, T, A.. Prevalência de obesidade em adultos e seus fatores de risco. **Rev. Saúde Pública**, v. 31, n.3, p. 236-246, 1997.

GRIFFITH, K, A; SHERRILL, D, I; SIEGEL, E, M; MANOLIO, T, A; BONEKAT, ENRRGHT, P, L. Predictors of Loss of Lung Function in the Elderly. **American Journal of Respiratoty and Critical Care Medicine**. v. 163, n. p. 61-68, 2001.

GRIMBY, G. Physical activity and effects os muscle trainin in the elderly. **Annals of Clinical Research**. v.20, p.20-62, 1998.

HALPERN, A. Arquivos Brasileiros de endocrinologia e metabologia dedicados à obesidade. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.44 n.1, p, 3-4, fev, 2000.

HAUTMANN, H; HEFELE, S; SCHOTTEN, K; HUBER, R, M. P_Imax: lower limits of the normal range. **Respir Med**.v.94, n. p.989-693, 2000.

HONG, S. K. P; CERRETELLI, J. C; RAHN, H. Mechanics Of Respiration During Submersion. **Journal Of Respiration During Submersion**. v. 27, n. 4, out. 1969.

JEBB, S.A. A etiology of obesity. **British Medical Bulletin**. v.53, n.2, p.264-285, 1997.

JOKIC R, ZINTEL T, SRIDHAR G, GALLAGHER CG, FITZPATRICK MF. Ventilatory responses to hypercapnia and hipoxia in relatives of patient with obesity hypoventilation syndrome. **Thorax**. v.55, p. 940-945, 2000.

JUBBER A, S. Respiratory complications of obesity. **Int J Clin Pract**. v. 58, p. 573-580, 2004.

KIM, M, J. Respiratory muscle training: implications for patient care. **Heart Lung**. v.13, p. 333-340, 1984.

KOURY, J.M; SIEPIERSKI, S.P. **Programa De Fisioterapia Aquática: Um Guia Para A Reabilitação Ortopédica**. São Paulo: Manole, 2000.

KURABABAYASHI, H; MACHIDA, I; HANDA, HIROSHI; AKIDA, T; e KUBOTA, K. Comparison Of Three Protocols For Breathing Exercises During Immersion In 38°C Water For Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Cme. Article**. p. 145-148, mai. 1998.

LACASSE, Y; GUYATT, G, H; GOLDSTINE, R, S. The components of a respiratory rehabilitation program. **Chest**. v. 111, p.1077-1088, 1997.

LEFF, A; SCHUMACKER, R; PAUL, T. **Fisiologia respiratoria: Fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Interlivros, 1996.

MANCINI, M, C. Obstáculos Diagnósticos e Desafios Terapêuticos no Paciente Obeso. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.45 p. 584-608, dez. 2001.

McARDLE, W, D; KATCH, L; KATCH, V, L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

McKENZIE, D, K; GANDEVIA, S, C; Strength and endurance of inspiratory and limb muscles in asthma. **American Review of Respiratory Disease**. v.134, n. p.999-1004, 1986.

MEIRELLES, E, S; KITADAI, F, T. Espondilite anquilosante: aspectos epidemiológicos e clínicos. **Acta Ortopédica Brasileira**, v.6, p. 173-179; 1989.

MOLL, J, M, H; WRIGHT, V. An objective clinical study of chest expansion. **Annals of the Rheumatic diseases**, v. 31, p.45-49, 1972

NEPPELENBROEK, G, G; MAUAD-FILHO, F; CUNHA, S, P; COSTA, A, G; SPARA, P; GELONEZI, G, M; DUARTE, G. Investigação do fluxo expiratório máximo em gestantes saudáveis. **Rev Bras Ginecol Obstet** v.27, n.1, p.37-43, 2005.

NORM, A; HANSON, B. **Exercícios Aquáticos Terapêuticos**. São Paulo: Manole, 1998.

OLGIATI, R; GIRR, A, HUGI, L; HAEGI, V. Respiratory muscle training in multiple sclerosis: a pilot study. **Schweiz Arch Neurol Psychiatr**. v.140, p. 46-50, 1986.

PAYTON, O, D; POLAND, J, L. Cardiorespiratory adaptation of COPD patients to physical training on land and in water. **The European Respiratory Journal**. v.8, n. p. 41-63, 1983.

PAPALÉO, N, M. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada**. São Paulo: Atheneu; 2002.

PAULIN, E; BRUNETO; A, F; CARVALHO. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionado ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. **Jornal de Pneumologia**. v. 94, p. 287-294, 2003.

PEDROZO, M,D; TREVISAN, M, E; MORAES, E,Z. Função muscular respiratória de adolescentes com sobrepeso/obesidade grau I e eutróficos. **Revista Fisioterapia em movimento**. v. 20, n. 4, out./dez. 2007.

PEREIRA, K.S; CUBERO, L.M; Alterações Fisiológicas Do Sistema Pulmonar Durante A Imersão. **Rev. Fisioter. UNICID**. v., n.,p. 83-90, jun. 2000.

POWERS, S, K; HOWLEY, E, T; **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2000

POZZI E; GULOTTA C. Classification of chest wall diseases. **Monaldi Arch Chest Dis**. v.48, p. 65-68; 1993.

PYLE, K, D; LAURENT, M, R; SALMOND, C, E; BEST, M, J; PYLE, E, A; MOLONEY, R, O. Clinical assessment of ankylosing spondylitis: a study of observer variation in spinal measurements. **British Journal of Rheumatology**. v.30, n. p. 29-34; 1991.

PRYOR, J; WEBBER, B, A. **Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002.

RACETTE SB, SCHOELLER DA, KUSHNER RF. Effects of aerobic exercise and dietary carbohydrate on energy expenditure and body composition during weight reduction in obese women. **Am J Clin Nutr.** v. 61, n. 3, p. 486-494; 1995.

RASSLAN, Z; JUNIOR, R,S; STIRBULOV, R; FABRI, R, M, A; LIMA, C, A, C. Avaliação da função pulmonar na obesidade grau I e II. **J Bras Pneumol.** v.30, n.6, p 508-514, 2004.

RENNÓ, A. C. M; Correlações Entre Grau De Cifose Torácica, Função Pulmonar E Qualidade De Vida Em Mulheres Com Osteoporose. **Rev. Fisioter. Univ.** p. 24-31, jan/jun. 2004.

RIGATTO, A, M; ALVES, S, C; GONÇALVES, C, B; FIRMO, J, F; PROVIN, L,M. Performance ventilatória na obesidade. **Rev. Saúde Piracicaba,** v.7, n.17, p. 57-62, 2005.

ROCHESTER, D, F. Inspiratory effects of respiratory muscle weakness and atrophy. **American review of respiratory Disease.** v. 134, p. 1078-1093, 1986

RODRIGUES, S. L; VIEGAS, C. A. A; e LIMA, T; Efetividade da Reabilitação Pulmonar Como Tratamento Coadjuvante da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **J. Pneum. V., n.,** p. 65-70, 2002.

ROLLS, B, J; SHIDE, D, J. The influence of dietary fat on food intake and body weight. **Nutr. Rev.** v.10, n.50, p. 283-289, oct. 1992.

ROZOV, T; **Doenças Pulmonares em Pediatria: Diagnóstico e Tratamento.** São Paulo: Atheneu, 1999.

RUOTI, R.G; MORRIS, D.M; COLE, A.J. **Reabilitação Aquática.** São Paulo: Manole, 2000.

SALVE, M, G, C. Obesidade e Peso Corporal: riscos e conseqüências . **Rev. Movimento & Percepção.** v.6, n.8, p. 29 – 48 , 2006.

SAMPAIO, L, M, M; JAMANI, M; PIRES, V, A; SILVA, A, B. Força muscular respiratória em sujeitos asmáticos submetidos ao treinamento muscular respiratório e treinamento

físico. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**. v. 9, n. p. 827-831, 2002.

SARMIENTO, A, R; LEVI, M, O; GUELL, BARREIRO, E; HERNANDES, N; MOTA, S; SANGENIS, M; BROQUETAS, J,M; CASAN P. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**. v.166, p. 491-497, 2002.

SBPT. I Consenso Brasileiro Sobre Espirometria. **Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**, 1996.

SEGAL, A. **Obesidade e co-morbidade psiquiátrica: caracterização e eficácia terapêutica de atendimento multidisciplinar na evolução de 34 pacientes**. Tese (Doutorado)- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1999.

SILVA, A, M, O BOIN, I, F, S; PAREJA, J, C; MAGNA, L, A. Análise da função respiratória em pacientes obesos submetidos à operação fobi-capella. **Rev. Col. Bras**. v.5, n.34, p.314-320, 2007.

SILVA, G, A . Síndrome Obesidade-Hipoventilação Alveolar. *Medicina Ribeiro Preto*, v.30, n.2, p.195-204, abr./jun,2006.

SILVA, L,C. **Condutas em pneumologia**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

SCHOENHOFER, B; KOEHLER, D; POLKEY, M. Influence Of Immersion In Water On Muscle And Breathing Pattern In Patients With Severe Diaphragm Weakness.**The Cardiopulmonary And Critical Care Journal**. p. 2069-2074, out. 2004.

SOUZA, R, B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **Jornal de Pneumologia**. v.28, n., p.155-165, 2002.

SKINNER, A. T; THOMSOM, A. M; **Exercícios Na Água**. São Paulo: Manole, 1985.

STUNKARD, A.J., WADDEN, T.A. Psychological aspects of human obesity. **Obesity**. v.6, n.7 , p.352-360, 1992.

SUZUKI, S; SATO, M; OKUBO, T. Expitatory muscle training and sensation for respiratory effort during exercise in normal subjects. **Thorax**. v. 50, n. p. 366-70, 1995.

TOLEP, K; KELSEN, S, G. Effect of aging on respiratory skeletal muscles. **Clinics in Chest Medicine**. v.14, p.368-378, 1993.

VEGGI, A, B; LOPES, C, S; FAERSTEIN, E; E SICHIERI R. Índice de massa corporal, percepção do peso corporal e transtornos mentais comuns entre funcionários de uma universidade no Rio de Janeiro. **Rev Bras Psiquiatr** v.26, n.4, p.242-247, 2004.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.

ZERAH F, HARF A, PERLEMUNTER L. Effects the obesity on respiratory resistance. **Chest**. v. 103, p.1470-1476, 2003.

ANEXO A: Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica:

Nome do Voluntário:
Cidade:
Endereço:
RG:
CPF:

As informações contidas nesse prontuário serão fornecidas pelo Pesquisador Robson Fernandes da Silva, sob a orientação da Prof^a Dra. Patrícia Mara Danella Zácara, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos que submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

1. Título do Trabalho Experimental: “Efeitos de um protocolo de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente aquático e seco sobre o sistema respiratório de pessoas obesas”.
2. Objetivo: Avaliar os efeitos de protocolos de cinesioterapia respiratória realizado em ambiente aquático e seco sobre o sistema respiratório de pessoas obesas.
3. Justificativa: Proporcionar uma melhor compreensão dos efeitos da cinesioterapia respiratória em pessoas obesas, e a influência do meio quanto a possíveis alterações.
4. Procedimento: Os voluntários com perfil favorável aos critérios de inclusão impostos serão divididos aleatoriamente em dois grupos:
 - **Grupo A:** composto por 11 voluntários que serão submetidos a um protocolo de Cinesioterapia respiratória em ambiente aquático.

- **Grupo B:** composto por 11 voluntários que serão submetidos a um protocolo de cinesioterapia em ambiente seco.

5. Desconforto ou riscos esperados: A profundidade da piscina terapêutica é de 140cm, e o protocolo de cinesioterapia respiratória será realizado em posição ortostática, portanto os voluntários não precisarão saber nadar. O pesquisador estará aplicando o protocolo dentro da piscina, juntamente com os voluntários, e estará observando qualquer estado que possa oferecer risco ao bem estar dos mesmos, interferindo imediatamente, caso seja necessário. O Protocolo de Cinesioterapia Respiratória realizado em ambiente seco não oferece qualquer tipo de risco ou desconforto aos voluntários, mas estará sendo acompanhado diretamente pelo pesquisador.
6. Informações: Os voluntários têm a garantia que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa em questão. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.
7. Retirada do Consentimento: O voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.
8. Critérios de Suspensão do Experimento: O experimento será suspenso caso apareçam eventuais problemas respiratórios como gripes ou resfriados ou ainda problemas de pele, que impossibilitem a permanência dos voluntários dentro da piscina e/ou os prejudiquem. Também será encerrado o estudo se, por algum motivo, mais da metade dos voluntários de qualquer um dos grupos (A ou B) desistirem antes do término do período de protocolo, ou se por algum motivo técnico a piscina fique impossibilitada de uso por mais de duas sessões no período de protocolo.

9. Aspectos legais: O trabalho será elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.
10. Garantia de Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos cuidados confidenciais envolvidos na pesquisa.
11. Local da pesquisa: a pesquisa será desenvolvida no Setor de Pneumologia e de Hidroterapia do Centro de Práticas Supervisionadas da Clínica de Fisioterapia da Universidade do Vale do Paraíba - Univap.
12. Telefone e endereço dos pesquisadores para contato:

Patrícia Mara Danella Zácara

Endereço: Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova. Cep 12244-000

São José dos Campos, SP.

Telefone: (12) 3947 1000 – ramal 2032

Robson Fernandes da Silva

Endereço: Rua Patativa, apt 13, bl 04, Vila Tatetuba. Cep12220-140

São José dos Campos, SP.

Tel (12) 3666 1323 / 9139 5439

Profª Drª Patrícia Mara Danella Zácara

Pesquisador Robson Fernandes da Silva

Orientadora

Mestrando em Ciências Biológicas

13. Consentimento Pós-informação:

Eu _____ , após a leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

14. São José dos Campos, _____ ,2007.

15. Nome completo do voluntário: _____

16. Assinatura: _____

ANEXO B: Ficha de Avaliação

Nome: _____

Sexo	Idade	Peso	Estatura (m)

Sinais Vitais

FC	FR	PA	SPO2

Índice de Massa Corpórea – IMC

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso Corporal}}{\text{Estatura}^2 \text{ (m)}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \text{_____}$$

EXAMES:

Manovacuometria:

	Antes	Depois
PImáx		
PEmáx		

Cirtometria

	Antes	Depois

	Insp	Exp.	Difer	Insp.	Exp.	Difer.
Axilar						
Xifoidiana						
Abdominal						

Espirometria

	Antes	Depois
CV		
CI		
VRE		

QUESTIONÁRIO:

- 1- Já teve alguma doença pulmonar?
() Sim () Não Qual?

- 2- Atualmente apresenta alguma patologia pulmonar?
() Sim () Não Qual?

- 3- Já se submeteu a alguma cirurgia no tórax ou no pulmão?
() Sim () Não Qual?

- 4- Já precisou respirar com auxílio de aparelho alguma vez?
() Sim () Não Qual?

- 5- Atualmente você fuma?
() Sim () Não Quanto?

- 6- Já fumou no passado?
() Sim () Não Quanto tempo? Que idade?

7- Você atualmente tosse ou pigarreia?

() Sim () Não

8- Seu peito chia com freqüência?

() Sim () Não Qual freqüência?

9- Pratica alguma atividade física?

() Sim () Não Qual?

10- Atualmente faz uso de medicamentos?

() Sim () Não Qual?

11- Você se sente mal em lugares pouco ventilados?

() Sim () Não

12- Você já teve algum problema em que a água aquecida seja contra-indicada?

() Sim () Não Qual?

13- Possui alguma doença de pele?

() Sim () Não Qual?