

# AVALIAÇÃO DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO E DO TREINAMENTO FÍSICO EM INDIVÍDUOS SEDENTÁRIOS E EM ATLETAS

## RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a força e a "endurance" muscular respiratória, através de um programa de treinamento muscular respiratório (TMR) e um programa de treinamento físico (PTF) realizado na bicicleta ergométrica. Para tal foram estudados 40 indivíduos na faixa etária de 14 a 28 anos de idade ( $21 \pm 3$ ), os quais foram divididos em 2 grupos: um de indivíduos sedentários (Sd), e outro de atletas (Atl). Esses 2 grupos foram subdivididos em 10 subgrupos com 4 indivíduos cada, assim compostos: sub-grupos I e II, indivíduos que realizaram um treinamento de força muscular respiratória (TFMR); sub-grupos III e IV, indivíduos que realizaram um treinamento de "endurance" muscular (TEMR); sub-grupos V e VI, indivíduos que realizaram um treinamento misto (TM) de força e de "endurance" muscular respiratória; sub-grupos VII e VIII, indivíduos que realizaram um PTF na bicicleta ergométrica e, os sub-grupos IX e X, grupos controle, não realizaram TMR e nem PTF. Os sub-grupos ímpares foram compostos de Sd e os pares de Atl. Todos os treinamentos tiveram uma duração de aproximadamente 40 minutos por sessão, com uma frequência de 3 vezes por semana, durante 8 semanas, totalizando 24 sessões. Através da ANOVA ( $p \leq 0.05$ ), sobre os resultados obtidos, constatou-se que: o PTF na bicicleta ergométrica não alterou a força e nem a "endurance" muscular respiratória, mas o TMR sim, sendo que o TFMR aumentou a força e o TEMR aumentou a "endurance", evidenciando a eficácia do treinamento específico; os Sd apresentaram valores inferiores aos dos Atl. Através do Teste t de Student ( $p \leq 0.05$ ) foram constatadas diferenças significativas entre a 1ª sessão de TFMR e TEMR com as demais sessões, até a 24ª, tanto nos Sd como nos Atl mas não houve diferença significativa no grupo controle e, finalmente, o grupo que realizou TM apresentou aumentos mais acentuados da força do que da "endurance" muscular respiratória.

**Palavras Chave:** Força muscular respiratória, Endurance muscular respiratória, Treinamento físico

**PAULO HERALDO COSTA DO VALLE**<sup>1</sup>  
**DIRCEU COSTA**<sup>2</sup>  
**MAURICIO JAMAMI**<sup>2</sup>  
**JORGE OISHI**<sup>3</sup>  
**VILMAR BALDISSERA**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doutorando, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

<sup>2</sup> Departamento de Fisioterapia da UFSCar

<sup>3</sup> Departamento de Estatística da UFSCar

<sup>4</sup> Departamento de Ciências Fisiológicas da UFSCar

## EVALUATION OF RESPIRATORY MUSCLE TRAINING AND PHYSICAL TRAINING IN SEDENTARY SUBJECTS AND ATHLETES

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the strength and the respiratory muscle endurance through a program of respiratory muscle training (PRMT) and a physical training program (PTP), done on the ergometric bicycle. For the present study, 40 subjects were studied from 14 to 28 years old ( $21 \pm 3$ ), and were separated in two groups: one group of sedentary subjects (SS) who didn't work out and another one by athletes (Athl) who work out regularly. Those two groups were subdivided in ten subgroups with 4 subjects in each group with the following composition: subgroup I and II subjects who did a respiratory muscle strength training (RMST), subgroup III and IV did respiratory muscle endurance training (RMET), subgroup V and VI did respiratory muscle endurance and strength training (RMEST), subgroup VII and VIII did physical training on the ergometric bicycle, and subgroup IX and X, who were control groups, didn't do any kind of training. The odd subgroups were composed of SS and even subgroups by the Athl. All trainings had a duration of approximately 10 minutes each session, with frequency of 3 times a week, for 8 weeks, till complete 24 sessions. Through the ANOVA ( $p \leq 0.05$ ) it was verified that: PTP on ergometric bicycle hasn't altered the strength and the respiratory muscle endurance, but the PRMT yes. The SS groups have performed inferior values in relation to the Athl groups; the RMST have increased the strength and the RMET increased the endurance, indicating the efficacy of specific training. Through the test-t Student ( $p \leq 0.05$ ) were confirmed significant differences between the first session of the RMST and RMET with the other sessions, until the 24th, at the SS and Athl. There was no difference in the control group, and the group that has done RMEST presented more accentuated strength than respiratory muscle endurance.

**Key Words:** Respiratory muscle strength training, Respiratory muscle endurance training, Physical training

## INTRODUÇÃO

Os efeitos do treinamento muscular respiratório têm sido muito discutidos e se caracterizados como um objeto de constante investigação científica, principalmente devido a existência na literatura de diversificações com relação a sobrecarga, especificidade e reversibilidade, e também com relação a frequência das sessões, a intensidade das sessões e o tempo de duração do treinamento. O treinamento dos músculos respiratórios com indivíduos sedentários, atletas e pacientes, tem sido objeto de interesse de vários pesquisadores preocupados com as alterações ocorridas com a força muscular respiratória e a "endurance" muscular respiratória (LEITH & BRADLEY 1976, ROCHESTER & GOLDBERG 1980, DO VALLE et al. 1996a, DO VALLE et al. 1996b e DO VALLE et al. 1997).

A técnica específica utilizada para avaliar a força muscular respiratória, baseia-se na medida das pressões respiratórias máximas: Pressão Inspiratória Máxima (PImáx) e Pressão Expiratória Máxima (PEmáx). As medidas de PImáx e PEmáx são definidas como pressões estáticas máxima e mínima, medidas através da boca e atribuídas ao esforço muscular respiratório. A PImáx pode ser considerada como um índice da força dos músculos inspiratórios, principalmente do músculo diafragma, enquanto que a PEmáx é a medida da força dos músculos expiratórios, especialmente dos músculos abdominais de acordo com (BLACK & HYATT 1969 e ENRIGHT et al. 1994).

As medidas de PImáx e PEmáx foram utilizadas, através de um manovacuômetro em escala de cmH<sub>2</sub>O por (BLACK & HYATT 1969, BLACK & HYATT 1971, CAMELO et al. 1985, DO VALLE et al. 1996a, DO VALLE et al. 1996b e DO VALLE et al. 1997).

A "endurance" muscular respiratória é definida como a capacidade para sustentar altos níveis de ventilação por períodos relativamente longos, isto é, em torno de 10 a 15 minutos (LEITH & BRADLEY 1976 e BELMAN & GAESSER 1991). A manobra da Ventilação Voluntária Máxima (VVM) pode ser utilizada como forma de trei-

namento da "endurance" muscular respiratória de acordo com (LEITH & BRADLEY 1976).

Para (MCARDLE et al. 1992) a VVM é um teste dinâmico de capacidade ventilatória, definido como sendo o volume de ar inspirado e expirado em um intervalo de tempo determinado, através de respirações repetitivas, com esforço máximo sustentado durante 12 a 15 segundos. Esse volume é extrapolado para o que teria sido ventilado caso o indivíduo tivesse continuado com o esforço em um tempo de duração de um minuto, obtendo portanto a VVM em um minuto, a qual é medida em litros por minuto.

Várias pesquisas têm sido realizadas com o propósito de estudar os trabalhos de (ROCHESTER & GOLDBERG 1980), os quais observaram que o treinamento dos músculos respiratórios pode aumentar a força muscular respiratória e a "endurance" muscular respiratória, ou como (LEITH & BRADLEY 1976) que estudaram 3 grupos de adultos normais em um período de 6 semanas, onde o grupo controle não recebeu nenhum tipo de treinamento, o grupo de treinamento de força realizou esforços inspiratórios máximos e expiratórios máximos várias vezes, e o grupo de treinamento de "endurance" realizou manobras de VVM e ventilação máxima sustentada (VMS) por 15 minutos. Todos os indivíduos treinaram 5 vezes por semana durante as 6 semanas, exceto o grupo controle. Como resultado, o grupo controle não apresentou alterações da Força Muscular Respiratória (FMR), VVM ou VMS, mas o grupo que realizou o treinamento de força, teve aumento da força tanto para os músculos inspiratórios como para os expiratórios, mas não apresentou alterações significativas na VVM ou na VMS. Enquanto que o grupo com treinamento de "endurance" aumentou a VVM e a VMS, mas não a FMR.

A força e a "endurance" muscular respiratória podem ser aumentadas através de programas de treinamento específicos em indivíduos jovens e normais (LEITH & BRADLEY 1976, DO VALLE et al. 1996a, DO VALLE et al. 1996b, COSTA et al. 1997 e DO VALLE et al. 1997), como também em idosos segundo (ENRIGHT et al. 1994), em pacientes com DPOC, de acordo com (SONNE &

DAVIS 1982, KIN et al. 1993 e LISBOA et al. 1994), é útil também em pacientes em estágios iniciais de distrofia muscular de Duchenne (WANKE et al. 1994), está sendo também utilizada em pacientes com falência cardíaca crônica que estão a espera de um transplante cardíaco e na tentativa de melhora da força e da "endurance" muscular respiratória com aumento da tolerância para exercícios submáximos e máximos em pacientes com falência cardíaca (MANCINI et al. 1995 e CAHALIN 1997).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do treinamento da força muscular respiratória e da "endurance" muscular respiratória, em indivíduos sedentários e em atletas submetidos a um programa de treinamento muscular respiratório e um treinamento físico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudados 40 indivíduos jovens de ambos os sexos, com idades de 14 a 28 anos ( $21 \pm 3$ ), sendo 20 indivíduos sedentários (indivíduos que não praticavam regularmente nenhum tipo de atividade física) e 20 indivíduos atletas (in-

divíduos que praticavam regularmente alguma atividade física). Todos os indivíduos não eram fumantes, e não apresentavam doença cardiovascular, respiratória obstrutiva ou restritiva, portanto todos foram considerados normais do ponto de vista respiratório.

Antes da realização dos testes de função pulmonar (espirometria), todos os voluntários foram informados dos objetivos, da metodologia a ser aplicada, dos riscos e benefícios do treinamento muscular respiratório e do treinamento físico desta pesquisa. Somente após estas informações e mediante o consentimento formal desses indivíduos é que este trabalho foi iniciado.

Os 40 indivíduos estudados foram divididos em 2 grupos, um grupo composto por 20 indivíduos sedentários e o outro composto por 20 indivíduos atletas. Esses 2 grupos foram subdivididos aleatoriamente em 10 subgrupos, com 4 indivíduos em cada subgrupo, de acordo com o **Quadro 1**.

As características quanto ao sexo, idade, altura e peso corporal dos indivíduos estão apresentadas em médias e desvio padrão para cada subgrupo na **Tabela 1**.

*Tabela 1 - Características dos indivíduos estudados com relação ao sexo, idade, altura e peso corporal.*

| Subgrupos | Sexo        | Idade (anos) | Altura (cm)  | Peso (kg)   |
|-----------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| I         | 1 (M) 3 (F) | $22 \pm 1$   | $163 \pm 11$ | $57 \pm 17$ |
| II        | 3 (M) 1 (F) | $18 \pm 2$   | $170 \pm 9$  | $62 \pm 6$  |
| III       | 2 (M) 2 (F) | $20 \pm 6$   | $168 \pm 10$ | $58 \pm 13$ |
| IV        | 3 (M) 1 (F) | $20 \pm 4$   | $179 \pm 11$ | $70 \pm 9$  |
| V         | 1 (M) 3 (F) | $22 \pm 1$   | $164 \pm 4$  | $63 \pm 8$  |
| VI        | 4 (M)       | $20 \pm 4$   | $178 \pm 8$  | $66 \pm 11$ |
| VII       | 1 (M) 3 (F) | $22 \pm 1$   | $170 \pm 4$  | $68 \pm 5$  |
| VIII      | 4 (M)       | $21 \pm 1$   | $174 \pm 13$ | $66 \pm 15$ |
| IX        | 2 (M) 2 (F) | $24 \pm 4$   | $173 \pm 11$ | $60 \pm 4$  |
| X         | 4 (M)       | $17 \pm 3$   | $181 \pm 11$ | $75 \pm 18$ |

*Subgrupo I (treinamento de força muscular respiratória - sedentários), Subgrupo II (treinamento de força muscular respiratória - atletas), Subgrupo III (treinamento de "endurance" muscular respiratória - sedentários), Subgrupo IV (treinamento de "endurance" muscular respiratória - atletas), Subgrupo V (treinamento de força e "endurance" muscular respiratória - sedentários), Subgrupo VI (treinamento de força e "endurance" muscular respiratória - atletas), Subgrupo VII (treinamento na bicicleta ergométrica - sedentários), Subgrupo VIII (treinamento na bicicleta ergométrica - atletas), Subgrupo IX (controle - sedentários) e Subgrupo X (controle - atletas).*

**Quadro 1** - Subgrupos estudados de acordo com os tipos de treinamento muscular respiratório e treinamento físico.

**Subgrupo I** - Indivíduos sedentários que foram submetidos ao treinamento da força muscular respiratória através de repetidas manobras de PImáx e PEmáx.

**Subgrupo II** - Indivíduos atletas que foram submetidos ao treinamento da força muscular respiratória através de repetidas manobras de PImáx e PEmáx.

**Subgrupo III** - Indivíduos sedentários que foram submetidos ao treinamento da "endurance" muscular respiratória através de repetidas manobras de VVM.

**Subgrupo IV** - Indivíduos atletas que foram submetidos ao treinamento da "endurance" muscular respiratória através de repetidas manobras de VVM.

**Subgrupo V** - Indivíduos sedentários que foram submetidos a um programa de treinamento da força muscular respiratória através de repetidas manobras de PImáx e PEmáx e da "endurance" muscular respiratória através de repetidas manobras de VVM.

**Subgrupo VI** - Indivíduos atletas que foram submetidos a um programa de treinamento da força muscular respiratória através de repetidas manobras de PImáx e PEmáx e da "endurance" muscular respiratória através de repetidas manobras de VVM.

**Subgrupo VII** - Indivíduos sedentários que foram submetidos a um programa de treinamento com exercícios físicos gerais que foram realizados na bicicleta ergométrica.

**Subgrupo VIII** - Indivíduos atletas que foram submetidos a um programa de treinamento com exercícios físicos gerais que foram realizados na bicicleta ergométrica.

**Subgrupo IX** - Indivíduos sedentários que não foram submetidos a nenhum programa de treinamento (Grupo controle).

**Subgrupo X** - Indivíduos atletas que não foram submetidos a nenhum programa de treinamento (Grupo controle).

No período pré e pós-treinamento foi realizado uma prova de função pulmonar (espirometria), na qual foi medida a Capacidade Vital (CV), Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no 1º segundo (VEF1), Peak Flow, Ventilação Voluntária Máxima (VVM), foram realizadas também medidas da PImáx e da PEmáx.

**1) Treinamento da Força Muscular Respiratória.** O programa de treinamento da força muscular respiratória foi realizado através de repetidas manobras de PImáx e PEmáx, 3 vezes por semana, durante 8 semanas, perfazendo um total de 24 sessões com aproximadamente 40 minutos de duração para cada sessão, onde o indivíduo realizou primeiro 80 manobras de PImáx e em seguida 80 manobras de PEmáx, a cada 10 manobras, tanto de PImáx como de PEmáx, houve um intervalo de aproximadamente 30 segundos.

As manobras de PImáx e PEmáx foram mantidas por um período de pelo menos 3 segundos, conforme as recomendações técnicas feitas por (MORALES et al. 1990). O movimento inspiratório para a obtenção da PImáx partiu do Volume Corrente (VC) e o movimento expiratório para a obtenção da PEmáx partiu da Capacidade Pulmonar Total (CPT) de acordo com (JARDIM et al. 1982 e JANSEN et al. 1984).

Durante o treinamento da força muscular respiratória os indivíduos permaneceram na posição sentada, com as narinas ocluídas por um clips nasal.

**2) Treinamento da "Endurance" Muscular Respiratória** - O programa de treinamento da "endurance" muscular respiratória foi realizado através de repetidas manobras de VVM, sendo que o tempo de duração de cada manobra foi de 12 segundos, a cada 10 manobras os indivíduos tive-

ram um intervalo de 1 minuto. Seguido esse período, realizaram mais 10 manobras e assim sucessivamente, os indivíduos realizaram um total de 80 manobras de VVM, 3 vezes por semana, durante 8 semanas, perfazendo um total de 24 sessões com aproximadamente 40 minutos de duração para cada sessão de treinamento, durante o treinamento os indivíduos permaneceram na posição sentada, com um clips nasal.

**3) Treinamento da Força e da "Endurance" Muscular Respiratória.** Este programa de treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória foi realizado através de repetidas manobras de PImáx, PEmáx e VVM, 3 vezes por semana, durante 8 semanas, perfazendo um total de 24 sessões com aproximadamente 40 minutos de duração para cada sessão, onde os indivíduos realizaram 40 manobras de PImáx, 40 manobras de PEmáx e 40 manobras de VVM, durante o treinamento os indivíduos permaneceram na posição sentada, com um clips nasal.

**4) Treinamento físico** - Nesse grupo os indivíduos realizaram um treinamento físico, utilizando a bicicleta ergométrica, 3 vezes por semana, durante 8 semanas, perfazendo um total de 24 sessões com aproximadamente 40 minutos de duração para cada sessão. Nas 12 primeiras sessões os indivíduos treinaram com uma carga de 25W, a partir da 13a a 18a sessões treinaram com uma carga de 50W e a partir da 19a a 24a sessão com uma carga de 75W. Em todas as sessões de treinamento os indivíduos mantiveram uma frequência de pedalada de 60 rpm.

**5) Grupo Controle** - Nesse grupo não foi desenvolvido nenhum tipo de treinamento da força muscular respiratória, da "endurance" muscular respiratória, ou de treinamento com exercícios físicos na bicicleta ergométrica.

## RESULTADOS

Os valores obtidos nos testes de função pulmonar (espirometria) previstos de acordo com a idade, sexo e altura, antes e após o período de trei-

namento muscular respiratório e do treinamento físico, com relação a CV, CVF, Peak Flow e VEF1 não apresentaram alterações estatísticas significantes através do Teste t de Student ( $p \leq 0.05$ ).

Os valores dos testes de função pulmonar (espirometria) previstos com relação a Ventilação Voluntária Máxima (VVM) estão apresentados na **Tabela 2**. Em todos os subgrupos estudados a Ventilação Voluntária Máxima não apresentou alterações estatísticas significantes antes e após o período de treinamento através do Teste t de Student ( $p \leq 0.05$ ), exceto no subgrupo III.

Os valores da Pressão Inspiratória Máxima (PImáx) pré treinamento e os valores da Pressão Inspiratória Máxima pós treinamento estão apresentados na **Tabela 3**. Nos subgrupos I, II, IV, V, VI, VII e IX houve alterações estatísticas significantes através do Teste t de Student ( $p \leq 0.05$ ).

Os valores da Pressão Expiratória Máxima (PEmáx) pré treinamento e os valores da Pressão Expiratória Máxima pós treinamento estão apresentados na **Tabela 4**. Nos subgrupos I, II, V, VI, VII e VIII houve alterações estatísticas significantes através do Teste t de Student ( $p \leq 0.05$ ).

Na **Figura 1 e 2** o que foi observado através do teste de análise de variância ( $p \leq 0.05$ ) na PImáx e PEmáx para os subgrupos I e II é que houve uma interação entre os tipos de indivíduos, ou seja tanto os indivíduos dos subgrupos compostos por sedentários como também por atletas apresentaram resultados diferentes entre as sessões, o que indica que o comportamento dos 2 subgrupos foi diferente entre as sessões.

Na **Figura 3** o que foi observado através do teste de análise de variância na VVM para os subgrupos III e IV é que houve uma interação entre os indivíduos do subgrupos formados por sedentários e por atletas, apresentando portanto resultados diferentes entre os indivíduos sedentários e atletas e resultados diferentes entre as sessões tanto para os sedentários como também para os atletas.

Nas **Figuras 4, 5 e 6** o que foi observado através do teste de análise de variância para os

**Tabela 2 - Características dos indivíduos estudados com relação a Ventilação Voluntária Máxima prevista, Ventilação Voluntária Máxima pré treinamento, Ventilação Voluntária Máxima pós treinamento e as diferenças percentuais entre os valores obtidos antes e após o treinamento (expresso em litros por minuto).**

| Subgrupos | VVM Prevista | VVM PRÉ  | VVM PÓS  | % Pré e Pós | Teste t |
|-----------|--------------|----------|----------|-------------|---------|
| I         | 129 ± 39     | 131 ± 53 | 137 ± 42 | 4%          | NS      |
| II        | 152 ± 39     | 170 ± 37 | 182 ± 43 | 7%          | NS      |
| III       | 117 ± 11     | 150 ± 37 | 172 ± 36 | 15%         | *       |
| IV        | 159 ± 43     | 184 ± 32 | 211 ± 30 | 14,5%       | NS      |
| V         | 129 ± 31     | 133 ± 17 | 141 ± 21 | 6%          | NS      |
| VI        | 174 ± 38     | 207 ± 34 | 201 ± 23 | -2%         | NS      |
| VII       | 134 ± 29     | 159 ± 42 | 148 ± 33 | -7%         | NS      |
| VIII      | 185 ± 17     | 184 ± 17 | 192 ± 11 | 4%          | NS      |
| IX        | 152 ± 44     | 157 ± 41 | 153 ± 30 | -3%         | NS      |
| X         | 164 ± 45     | 172 ± 32 | 178 ± 24 | 3%          | NS      |

Subgrupo I (treinamento da força muscular respiratória - sedentários), subgrupo II (treinamento da força muscular respiratória - atletas), subgrupo III (treinamento da "endurance" muscular respiratória - sedentários), subgrupo IV (treinamento da "endurance" muscular respiratória - atletas), subgrupo V (treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória - sedentários) subgrupo VI (treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória - atletas), subgrupo VII (treinamento na bicicleta ergométrica - sedentários), subgrupo VIII (treinamento na bicicleta ergométrica - atletas), subgrupo IX (controle - sedentários) e subgrupo X (controle - atletas). Valores em média e desvio padrão, \*  $p \leq 0.05$ , NS = Não Significativo.

**Tabela 3 - Características dos indivíduos estudados com relação a Pressão Inspiratória máxima pré-treinamento, Pressão Inspiratória máxima pós-treinamento (expressos em cm H<sub>2</sub>O) e as diferenças percentuais entre os valores obtidos antes e após o treinamento.**

| Subgrupos | PI <sub>máx</sub> PRÉ | PI <sub>máx</sub> PÓS | % Pré e Pós | Teste t |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| I         | 77 ± 40               | 116 ± 42              | 50%         | *       |
| II        | 95 ± 20               | 163 ± 28              | 71%         | *       |
| III       | 77 ± 14               | 83 ± 13               | 7%          | NS      |
| IV        | 73 ± 26               | 102 ± 31              | 39%         | *       |
| V         | 70 ± 18               | 138 ± 21              | 97%         | *       |
| VI        | 95 ± 19               | 180 ± 20              | 89%         | *       |
| VII       | 72 ± 20               | 86 ± 23               | 19%         | *       |
| VIII      | 95 ± 32               | 107 ± 24              | 12%         | NS      |
| IX        | 62 ± 18               | 74 ± 17               | 19%         | *       |
| X         | 101 ± 16              | 103 ± 14              | 1%          | NS      |

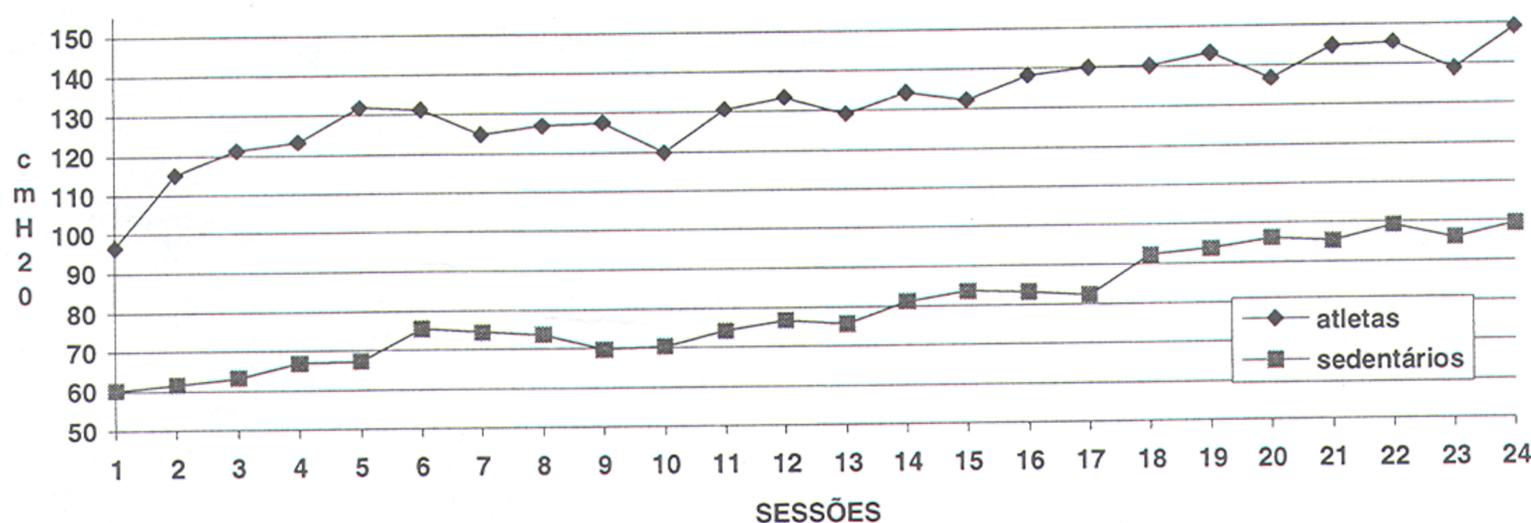
Subgrupo I (treinamento da força muscular respiratória - sedentários), subgrupo II (treinamento da força muscular respiratória - atletas), subgrupo III (treinamento da "endurance" muscular respiratória - sedentários), subgrupo IV (treinamento da "endurance" muscular respiratória - atletas), subgrupo V (treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória - sedentários), subgrupo VI (treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória - atletas), subgrupo VII (treinamento na bicicleta ergométrica - sedentários), subgrupo VIII (treinamento na bicicleta ergométrica - atletas), subgrupo IX (controle - sedentários) e subgrupo X (controle - atletas). Valores em média e desvio padrão, \*  $p \leq 0.05$ , NS = Não significativo.

**Tabela 4** - Características dos indivíduos estudados com relação a Pressão Expiratória máxima pré-treinamento, Pressão Expiratória máxima pós-treinamento (expressos em cm H<sub>2</sub>O) e as diferenças percentuais entre os valores obtidos antes e após o treinamento.

| Subgrupos | PE <sub>máx</sub> PRÉ | PE <sub>máx</sub> PÓS | % Pré e Pós | Teste t |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------|---------|
| I         | 75 ± 25               | 143 ± 73              | 90%         | *       |
| II        | 119 ± 43              | 232 ± 51              | 94%         | *       |
| III       | 90 ± 19               | 95 ± 12               | 5%          | NS      |
| IV        | 115 ± 40              | 119 ± 37              | 3%          | NS      |
| V         | 65 ± 13               | 167 ± 33              | 156%        | *       |
| VI        | 140 ± 18              | 241 ± 35              | 72%         | *       |
| VII       | 70 ± 12               | 105 ± 41              | 50%         | *       |
| VIII      | 92 ± 11               | 107 ± 14              | 16%         | *       |
| IX        | 95 ± 23               | 90 ± 21               | -5%         | NS      |
| X         | 106 ± 44              | 101 ± 12              | -4%         | NS      |

Subgrupo I (treinamento da força muscular respiratória - sedentários), subgrupo II (treinamento da força muscular respiratória - atletas), subgrupo III (treinamento da "endurance" muscular respiratória - sedentários), subgrupo IV (treinamento da "endurance" muscular respiratória - atletas), subgrupo V (treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória - sedentários) subgrupo VI (treinamento da força e da "endurance" muscular respiratória - atletas), subgrupo VII (treinamento na bicicleta ergométrica - sedentários), subgrupo VIII (treinamento na bicicleta ergométrica - atletas), subgrupo IX (controle - sedentários) e subgrupo X (controle - atletas). Valores em média e desvio padrão, \*  $p \leq 0.05$ , NS = Não significativo.

**Evolução da P<sub>máx</sub> no decorrer das sessões dos subgrupos I e II**



**Figura 1** - Comparação da evolução média da P<sub>máx</sub> dos indivíduos do subgrupo I (sedentários) e subgrupo II (atletas) que foram submetidos a um treinamento de força muscular respiratória no decorrer das 24 sessões.

Evolução da PEmáx no decorrer das sessões dos subgrupos I e II

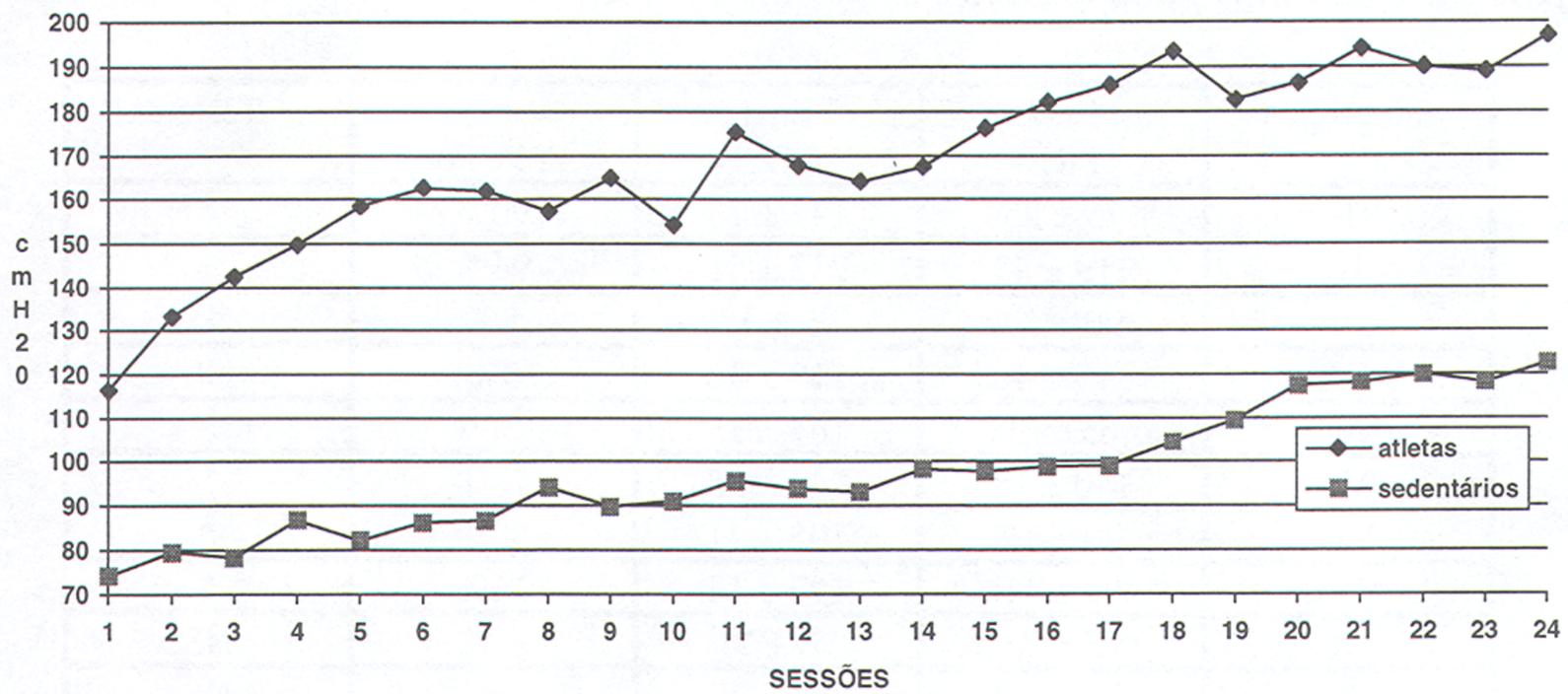


Figura 2 - Comparação da evolução média da PEmáx dos indivíduos do Subgrupo I (sedentários) e subgrupo II (atletas) que foram submetidos a um treinamento de força muscular respiratória no decorrer das 24 sessões.

Evolução da VVM no decorrer das sessões dos subgrupos III e IV

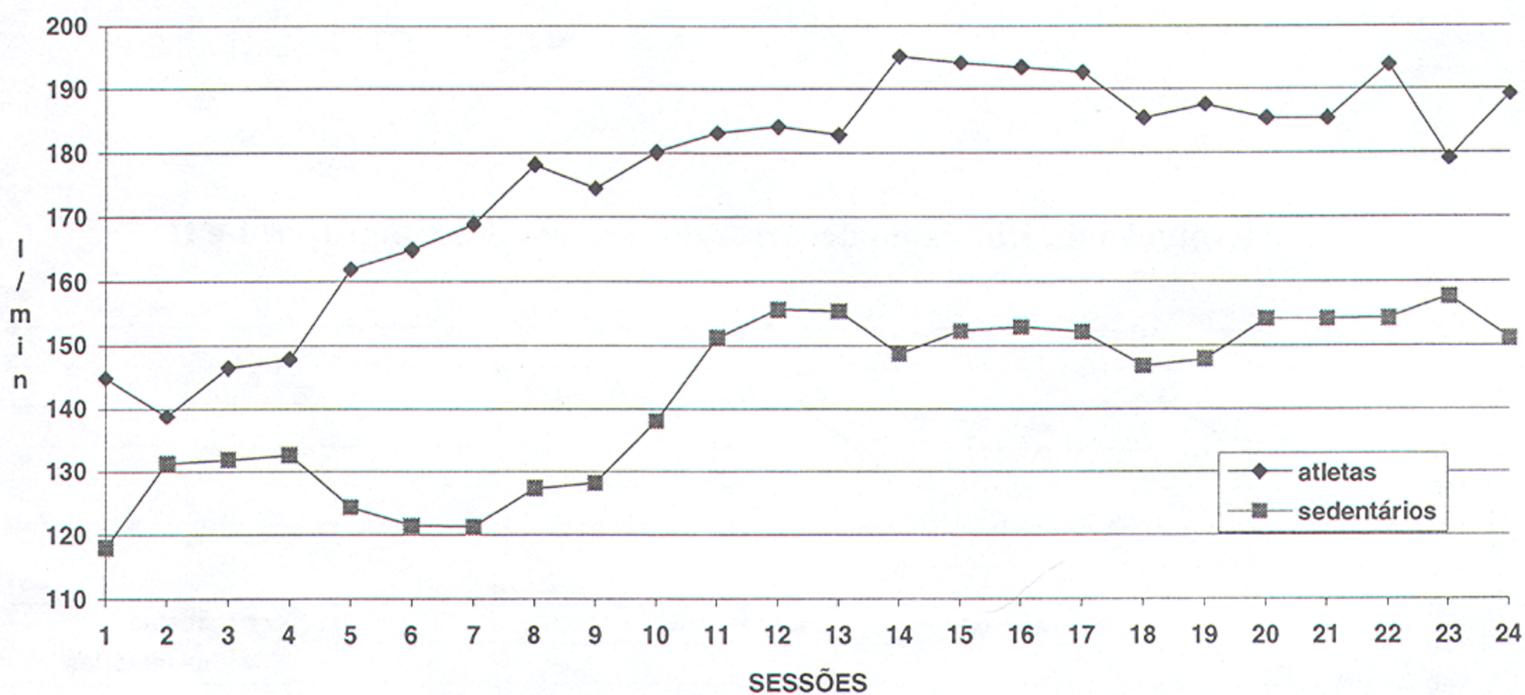


Figura 3 - Comparação da evolução média da VVM dos indivíduos do subgrupo III (sedentários) e subgrupo IV (atletas) que foram submetidos a um treinamento de "endurance" muscular respiratória no decorrer das 24 sessões.

Evolução da PImáx no decorrer das sessões dos subgrupos V e VI

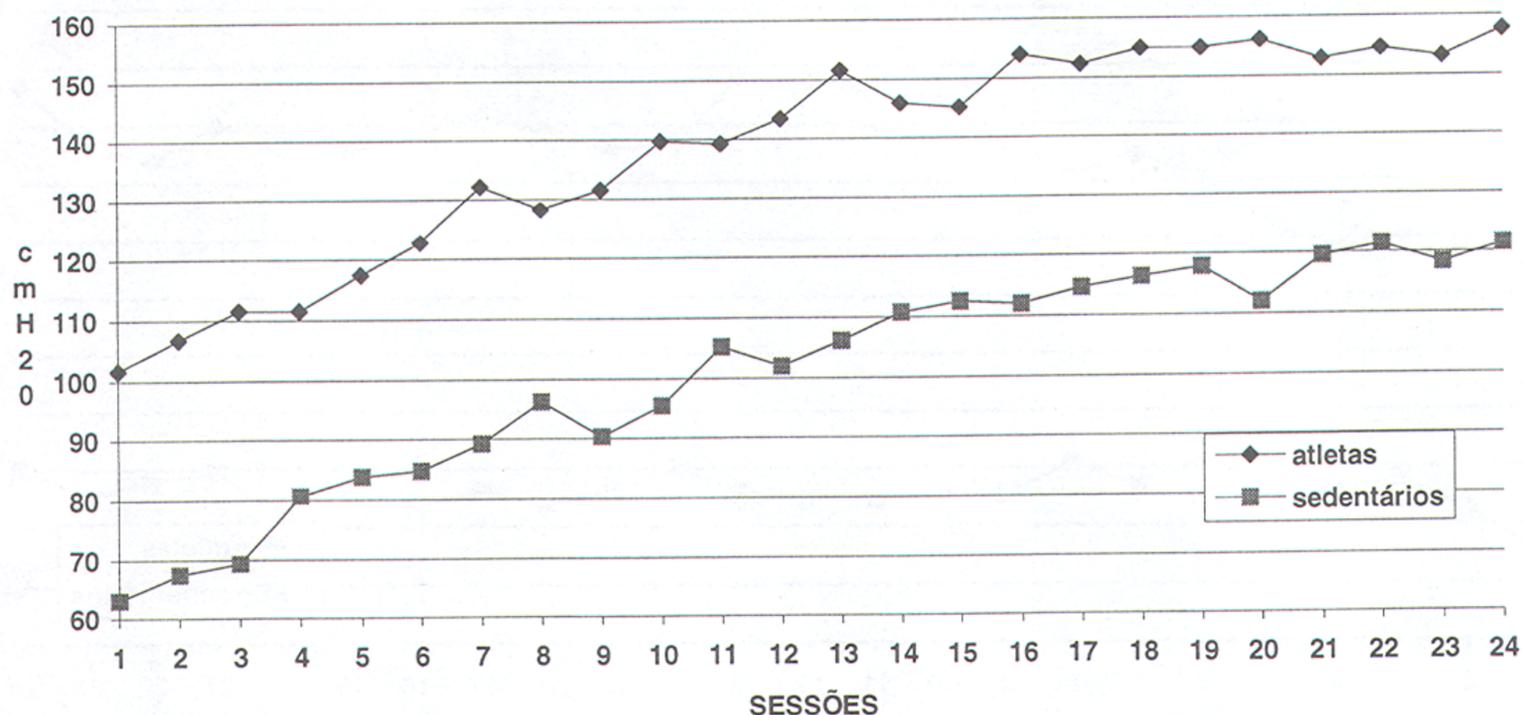


Figura 4 - Comparação da evolução média da PImáx dos indivíduos do subgrupo V (sedentários) e subgrupo VI (atletas) que foram submetidos a um treinamento de força e de "endurance" muscular respiratória no decorrer das 24 sessões.

Evolução da PEmáx no decorrer das sessões dos subgrupos V e VI

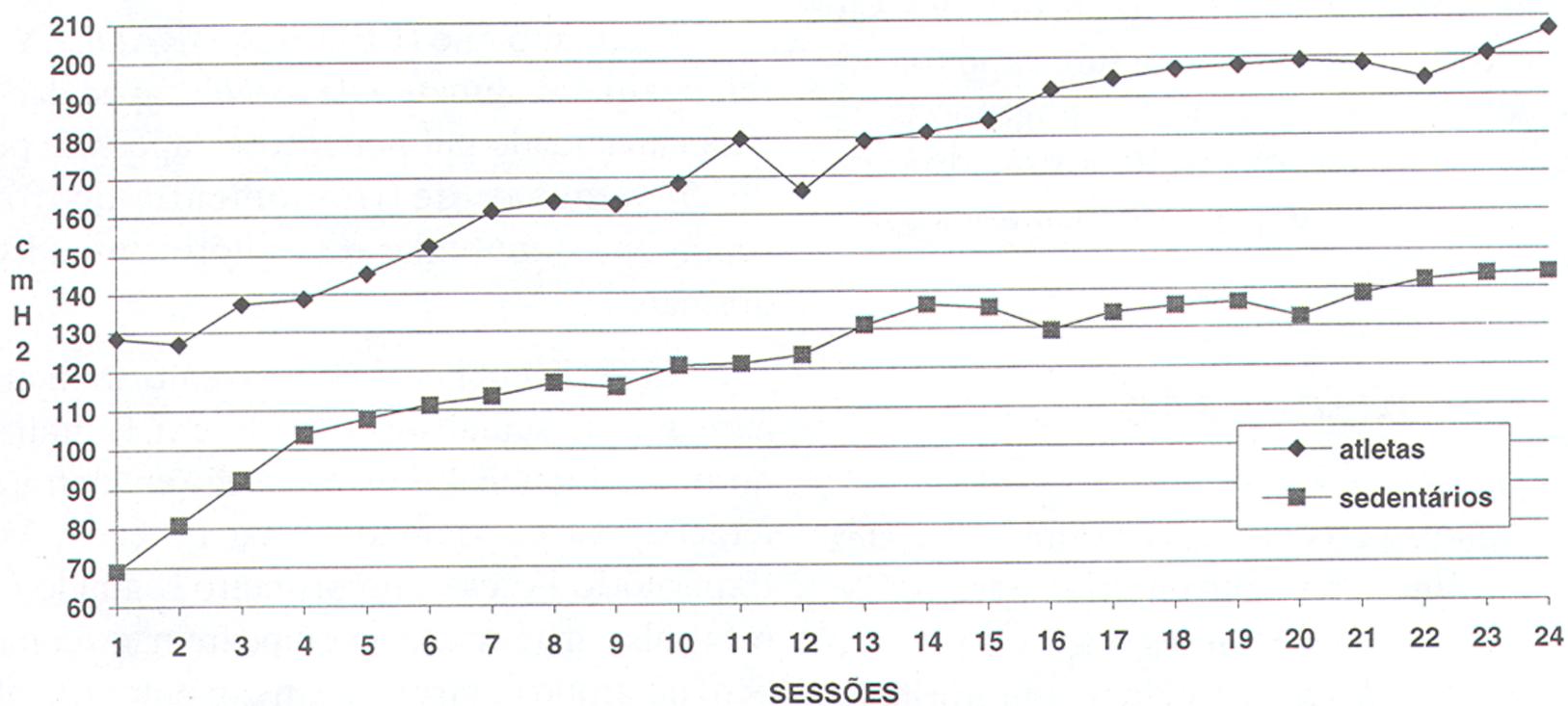
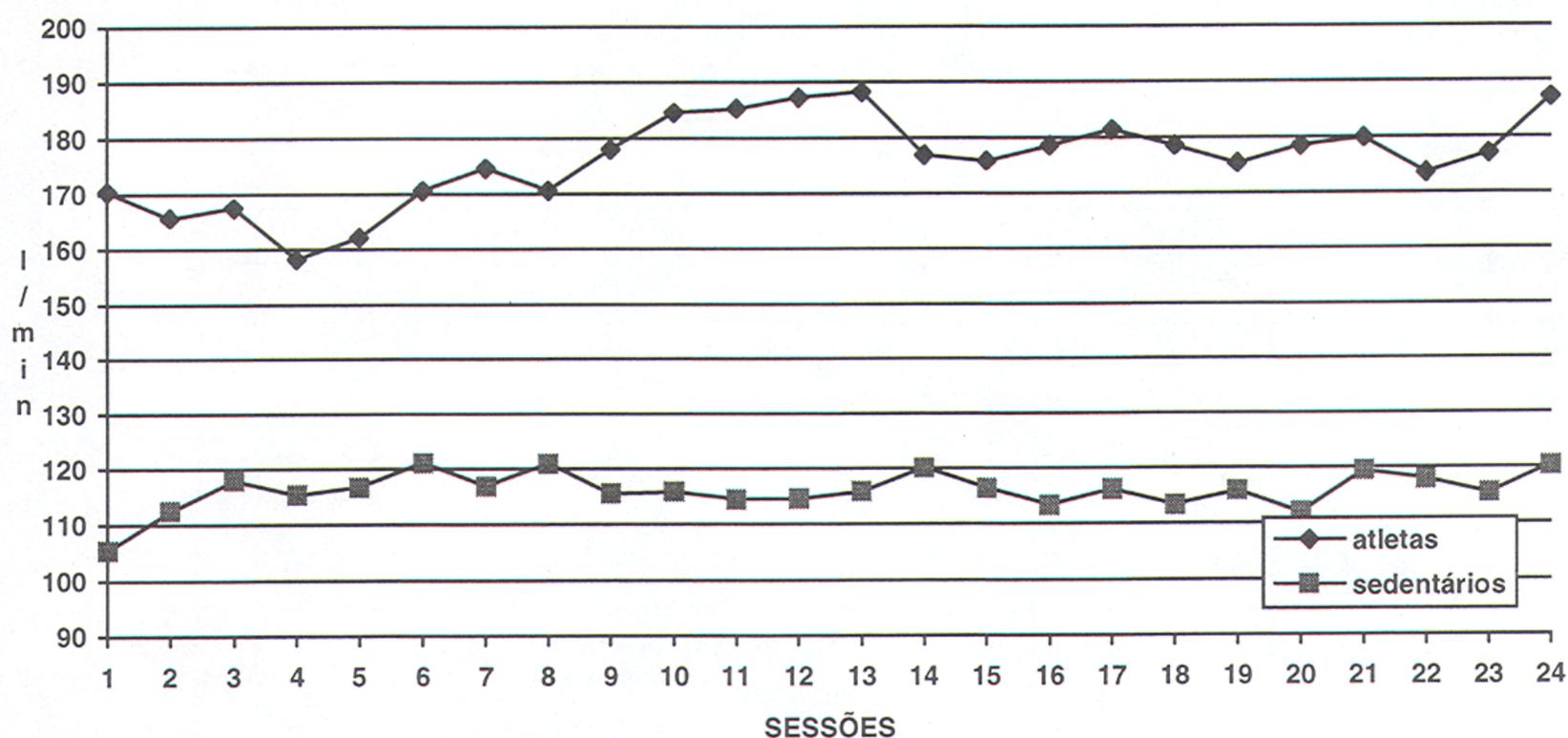


Figura 5 - Comparação da evolução média da PEmáx dos indivíduos do subgrupo V (sedentários) e subgrupo VI (atletas) que foram submetidos a um treinamento de força e de "endurance" muscular respiratória no decorrer das 24 sessões.

## Evolução da VVM no decorrer das sessões dos subgrupos V e VI



**Figura 6** - Comparação da evolução média da VVM dos indivíduos do subgrupo V (sedentários) e subgrupo VI (atletas) que foram submetidos a um treinamento de força e de "endurance" muscular respiratória no decorrer das 24 sessões.

subgrupos V e VI para PImáx, PEmáx e VVM, é que houve uma interação entre os indivíduos, tanto para o subgrupo de sedentários como também o de atletas o que mostra que os resultados são diferentes para os indivíduos do subgrupo formado por sedentários bem como do subgrupo composto por atletas, e que os resultados são diferentes entre as sessões tanto para os sedentários como para atletas.

## DISCUSSÃO

Com relação aos valores obtidos nos testes de função pulmonar (espirometria) para a CV, CVF, Peak Flow e VEF1 antes e após o período de treinamento da força muscular respiratória, da "endurance" muscular respiratória, da força e da "endurance" muscular respiratória, do treinamento físico na bicicleta ergométrica e dos subgrupos controle, através do teste t de Student ( $p \leq 0.05$ ) não foram constatadas estatísticas significativas entre os valores obtidos antes e após o período de

treinamento para nenhum dos 10 subgrupos estudados, compostos por indivíduos sedentários e atletas.

Enquanto que (LEITH & BRADLEY 1976) relataram um aumento de 4% na capacidade vital e na capacidade pulmonar total, após um período de 5 semanas de treinamento de força e "endurance" muscular respiratória em indivíduos normais.

Já (SUZUKI et al. 1993) realizaram um treinamento muscular inspiratório em 12 indivíduos normais, durante 4 semanas e não encontraram alterações na Capacidade Vital Forçada, Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo e volumes pulmonares tanto no grupo treinado como também no grupo controle, e em um outro trabalho de (SUZUKI et al. 1995) foi realizado um treinamento muscular expiratório em 12 indivíduos normais durante 4 semanas e não foram encontradas alterações significativas na Capacidade Vital e volumes pulmonares em ambos os grupos treinado e controle.

Com relação a força muscular respiratória no trabalho de (LEITH & BRADLEY 1976), os 4 indivíduos normais que realizaram durante 5 semanas um treinamento de força muscular respiratória, tiveram um aumento de 55% nas pressões respiratórias máximas inspiratória e expiratória.

No trabalho de (SUZUKI et al. 1993) a PImáx no grupo treinado, composto por 6 indivíduos normais, após 4 semanas de treinamento aumentou 21,6% de  $91 \pm 15$  para  $111 \pm 24$  cmH<sub>2</sub>O e a PEmáx não teve alterações significativas ( $p \leq 0.05$ ), enquanto que a PImáx e PEmáx não tiveram aumentos significativos no grupo controle.

Já no trabalho de (SUZUKI et al. 1995) foi realizado um treinamento muscular expiratório, e foi observado que não havia diferença antes do treinamento muscular expiratório em ambos os grupos (normais e controle) na PImáx e PEmáx. A PEmáx aumentou significativamente 25,4% de 165 para 202 cmH<sub>2</sub>O enquanto que a PImáx não teve alterações significativas, não houveram alterações significativas na PImáx e PEmáx para o grupo controle.

Através do protocolo de treinamento da força muscular respiratória, utilizado para os subgrupos I e II e comparado com os trabalhos existentes na literatura, nós podemos sugerir que ele ocasionou um aumento da força muscular inspiratória e expiratória no decorrer das 24 sessões em ambos os subgrupos, mas não ocasionou um aumento significativo na "endurance" muscular respiratória nesses subgrupos, indicando então que esse protocolo de treinamento muscular respiratório foi específico para a força muscular respiratória e também foi eficiente com relação a frequência, intensidade e duração das sessões de treinamento, pois ocasionou um aumento significativo na força muscular inspiratória e expiratória desses subgrupos.

Com relação a "endurance" muscular respiratória no trabalho de (LEITH & BRADLEY 1976) os indivíduos que treinaram a "endurance" muscular respiratória através da hiperpnéia sustentada tiveram um aumento de 14% na Ventilação Vo-

luntária Máxima comparando-se os resultados obtidos antes e após o período de treinamento.

Enquanto que a Ventilação Voluntária Máxima aumentou 12% no grupo que realizou um treinamento muscular inspiratório (SUZUKI et al. 1993), e com um protocolo de treinamento muscular expiratório realizado durante 4 semanas não houveram alterações na Ventilação Voluntária Máxima (SUZUKI et al. 1995).

Este protocolo de treinamento de "endurance" muscular respiratória ocasionou um aumento da "endurance" muscular respiratória para os 2 subgrupos, comparando-se os valores obtidos no decorrer das 24 sessões de treinamento, apesar do aumento da VVM para o subgrupo IV não ter sido significativo comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento.

Os valores obtidos antes e após o período de treinamento para o subgrupo III com relação a força muscular inspiratória e expiratória, através das Tabelas 2 e 3, avaliados através das medidas da PImáx e PEmáx não apresentaram aumentos significativos, já no subgrupo IV houve um aumento significativo de 39% da PImáx nos valores obtidos antes e após o período de treinamento, esse aumento da PImáx foi menor do que os aumentos obtidos para os subgrupos que realizaram um treinamento específico de força ou os subgrupos que realizaram um treinamento misto de força e de "endurance" e não houve um aumento significativo da PEmáx nesse subgrupo.

Este protocolo de treinamento da "endurance" muscular respiratória utilizado nesse trabalho e comparado com os trabalhos existentes na literatura ocasionou um aumento da "endurance" muscular respiratória no decorrer das 24 sessões em ambos os subgrupos, mas não ocasionou um aumento tão significativo na força muscular respiratória nesses subgrupos, se forem comparados com os subgrupos que realizaram um treinamento específico da força muscular respiratória, indicando então que esse protocolo de treinamento muscular respiratório é específico para a "endurance" muscular respiratória.

Os indivíduos do subgrupo V e VI que realizaram um treinamento misto de força e "endurance" muscular respiratória, através de repetidas manobras de PImáx, PEmáx e VVM apresentaram alterações estatísticas significativas na PImáx, de acordo com a Tabela 2. Comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento, o subgrupo V aumentou 97% e o subgrupo VI aumentou em 89% a PImáx, e a PEmáx também apresentou alterações estatísticas significativas, sendo que o subgrupo V aumentou a PEmáx em 156% e o subgrupo VI aumentou em 72%, enquanto que na VVM os indivíduos do subgrupo V e VI não apresentaram alterações estatísticas significativas, de acordo com a Tabela 2.

Através da análise de variância foi observado pelas Figuras 4, 5 e 6 que os indivíduos apresentaram resultados diferentes nos valores obtidos na PImáx, PEmáx e VVM durante as 24 sessões de treinamento tanto para o subgrupo V e VI, e também que os valores dos 2 subgrupos foram diferentes o que indica que o comportamento dos subgrupos ou seja a força muscular respiratória é diferente para os indivíduos sedentários e atletas.

Este protocolo de treinamento ocasionou um aumento significativo da força muscular inspiratória e expiratória comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento da força muscular respiratória, mas não ocasionou um aumento significativo da "endurance" muscular respiratória para os subgrupos V e VI, enquanto que com relação aos valores obtidos durante as 24 sessões de treinamento houve um aumento significativo entre as sessões para os 2 subgrupos com relação a PImáx, PEmáx e VVM.

Os subgrupos VII e VIII realizaram um treinamento físico na bicicleta ergométrica, sendo observado através da Tabela 2, 3 e 4 que o subgrupo VII apresentou alterações estatísticas significativas na força muscular inspiratória, comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento, com um aumento de 19% na PImáx, e o subgrupo VIII não apresentou alterações estatísticas significativas, na PEmáx os 2 subgrupos apresentaram alterações estatísticas significativas, sendo que o subgrupo VII teve um aumento de 50%

na PEmáx e o subgrupo VIII um aumento de 16% e na VVM ambos os subgrupos não apresentaram alterações estatísticas significativas.

De acordo com (ROCHESTER & GOLDBERG 1980), os exercícios respiratórios e o treinamento com exercícios físicos, apresentaram ter uma melhora da "endurance" muscular respiratória em aproximadamente 40% dos pacientes com DPOC, utilizando uma melhora na VVM de mais do que 10% como critério. Os programas de treinamento respiratórios podem aumentar a força ou a "endurance" em indivíduos normais, e em pacientes com fibrose cística, DPOC. A resposta ao treinamento é certamente modificada por fatores psicológicos, terapêuticos e metabólicos.

Este protocolo de treinamento não ocasionou grandes aumentos na força muscular inspiratória, já a força muscular expiratória para o subgrupo VII houve um aumento maior, enquanto que a "endurance" muscular respiratória não teve aumentos significativos nos 2 subgrupos.

Nos subgrupos IX e X, que não realizaram nenhum tipo de treinamento respiratório ou treinamento físico (controles), conforme observado nas Tabelas 2, 3 e 4 não houveram alterações estatísticas significativas, comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento, para a força muscular inspiratória, para a força muscular expiratória e para a "endurance" muscular respiratória, exceto no subgrupo IX houve um aumento significativo de 39% na força muscular inspiratória antes e após o período de treinamento.

De acordo com os trabalhos de (LEITH & BRADLEY 1976, ROCHESTER 1984, SUZUKI et al. 1993 e SUZUKI et al. 1995) os grupos de indivíduos que treinam a força muscular respiratória não aumentam a "endurance" muscular respiratória e vice versa, essa descoberta enfatiza a importância do princípio de especificidade do treinamento.

## CONCLUSÕES

- Em nenhum dos subgrupos houve alterações estatísticas significativas na prova de função

pulmonar (espirometria) para a CV, CVF, peak flow e VEF1 antes e após o período de treinamento. O que nos indica que com esses protocolos de treinamento nós não tivemos alteração dos valores espirométricos.

- Através de um programa de treinamento da força muscular respiratória, observou-se um aumento significativo da força muscular inspiratória e da força muscular expiratória para ambos os subgrupos I e II, comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento.

- Através de um programa de treinamento da "endurance" muscular respiratória, observou-se um aumento significativo na "endurance" muscular respiratória, apenas no subgrupo III, comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento muscular respiratório.

- Tanto os subgrupos I e II que treinaram a força muscular respiratória como também os subgrupos V e VI que treinaram a força e a "endurance" muscular respiratória, apresentaram aumentos significativos comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento, porém os indivíduos que realizaram um treinamento misto de força e da "endurance" muscular respiratória tiveram um aumento da força muscular inspiratória e expiratória muito maior, do que os indivíduos que realizaram apenas um treinamento de força muscular respiratória.

- Nos subgrupos III e IV que realizaram um treinamento de "endurance" muscular respiratória e nos subgrupos V e VI que realizaram um treinamento misto de força e de "endurance" muscular respiratória, de todos os 4 subgrupos, apenas o subgrupo III apresentou aumentos significativos comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento.

- Os indivíduos do subgrupo VII que realizaram um treinamento físico, apresentaram alterações estatísticas significantes na força muscular inspiratória e expiratória comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento, po-

rém esses valores obtidos são muito menores se forem comparados com os valores obtidos pelos grupos que realizaram um treinamento de força ou os subgrupos que realizaram um treinamento misto de força e de "endurance" muscular respiratória, e com relação a "endurance" muscular respiratória os indivíduos não apresentaram aumentos significativos.

Os indivíduos do subgrupo VIII que realizaram um treinamento físico, não apresentaram alterações estatísticas significantes na força muscular inspiratória e apresentaram alterações estatísticas significativas na força muscular expiratória comparando-se os valores obtidos antes e após o período de treinamento, porém esses valores são muito menores se forem comparados com os valores obtidos pelos subgrupos que realizaram um treinamento de força ou os subgrupos que realizaram um treinamento misto de força e de "endurance" muscular respiratória, e com relação a "endurance" muscular respiratória esse subgrupo não apresentou aumentos significativos.

- O treinamento muscular respiratório específico e direto mostrou-se muito mais eficiente para treinar a musculatura respiratória tanto com relação a força muscular respiratória, como também com relação a "endurance" muscular respiratória, do que o protocolo de treinamento físico realizado na bicicleta ergométrica.

Os resultados obtidos com esse programa de treinamento estabelecido nesse trabalho, sugerem que, a sobrecarga, a especificidade, a frequência, a intensidade e a duração desse protocolo de treinamento dos músculos respiratórios foi mais eficientemente através de um programa de treinamento direto e específico da força e da "endurance" muscular respiratória do que com a utilização de um programa de treinamento indireto dos músculos respiratórios realizados através de um treinamento físico na bicicleta ergométrica. Portanto os músculos respiratórios respondem mais eficientemente a programas específicos e diretos de força e "endurance" muscular respiratória.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELMAN, MJ. & GAESSER, GA. Exercise training below and above the lactate threshold in the elderly. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p. 562-568, 1991.
- BLACK, LF. & HYATT, RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **American Review Respiratory Disease**, v.99, p. 696-702, 1969.
- BLACK, LF. & HYATT, RE. Maximal respiratory pressure in generalized muscular disease. **American Review Respiratory Disease**, v.103, p. 641-650, 1971.
- CAHALIN, LP. Inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure awaiting cardiac transplantation: results of a pilot clinical trial. **Physical Therapy**, v. 77, n.8, p. 830-838, 1997.
- CAMELO, JS. et al. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. **Jornal de Pneumologia**, v.11, n.4, 181-184, 1985.
- COSTA, D. et al. Efeito do treinamento da força muscular respiratória em indivíduos saudáveis. **Anais da XII Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória**. 342, 1997.
- DO VALLE, PHC. et al. Treinamento da força muscular respiratória em indivíduos saudáveis. **Anais do VIII Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória**. p.91, 1996.
- DO VALLE, PHC. et al. Treinamento da força e da endurance muscular respiratória. **Anais do VIII Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória**. p.139, 1996.
- DO VALLE, PHC. et al. Treinamento muscular respiratório da força e da "endurance" em atletas e sedentários. **Anais da XII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental**. p. 343, 1997.
- ENRIGHT, PL. et al. Respiratory strength in the elderly. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.149, p. 430-438, 1994.
- JANSEN, JM. & PLOTKOWSKI, LM. Avaliação funcional dos músculos respiratórios. **Jornal Brasileiro de Medicina**, v. 46, n.6, p. 52-54, 1984.
- JARDIM, JRB. Ação dos músculos respiratórios. **Jornal de Pneumologia**, v. 8, n.2, p.118-124, 1982.
- KIN, MJ. et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Nursing Research**. p.356-362, 1993.
- LEITH, DE & BRADLEY, M. Ventilatory muscle strength and endurance training. **Journal of Applied Physiology**, v.41, p. 508-516, 1976.
- LISBOA, C. et al. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: comparison of two different training loads with a threshold device. **European Respiratory Journal**, v.7, p.1266-1274, 1994.
- MANCINI, DM. Benefit of selective respiratory muscle training on exercise capacity in patients with chronic congestive heart failure. **Circulation**, v. 91, n.2, p. 320-329, 1995.
- MCARDLE, WD. et al. **Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano**. 3a. edição, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S/A, 1992.
- MORALES, P. et al. Maximal static respiratory pressures. reference values for adults. **American Review Respiratory Disease**, v.141, n.4, Abstract (A-717), 1990.
- ROCHESTER, DF. & GOLDBERG, SK. Techniques of respiratory physical therapy. **American Review Respiratory Disease**, v.122 (Suppl), p. 133-146, 1980.
- SONNE, LJ. & DAVIS, JA. Increased exercise performance in patients with severe COPD following inspiratory resistive training. **Chest**, v. 81, p. 436-439, 1982.
- SUZUKI, S. et al. Inspiratory muscle training and respiratory sensation during treadmill exercise. **Chest**, v.104, p. 197-202, 1993.
- SUZUKI, S. et al. Expiratory muscle training and sensation of respiratory effort during exercise in normal subjects. **Thorax**, v.50, p.366-370, 1995.
- WANKE, TH. et al. Inspiratory muscle performance relative to the anaerobic threshold in patients with COPD. **European Respiratory Journal**, v. 6, p. 1186-1191, 1994.

---

**ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:**  
*Universidade Federal de São Carlos*  
*Departamento de Fisioterapia*  
*Rod. Washington Luiz, km 235 - CEP 13565-905*