# INSPIRÔMETRO DE INCENTIVO INVERTIDO COMO EXCITADOR DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Inverted spirometry of incentive used as stimulator of respiratory muscle in healthy individuals

**ROSA, Renata Ao.**
Faculdade Jaguariúna

**SANTOS, Grace Kelly dos**
Faculdade Jaguariúna

**SIQUEIRA, Bruna**
Faculdade Jaguariúna

**TONELOTO, Maria Gabriela Cavicchia**
Faculdade de Jaguariúna

**Resumo:** A espirometria de incentivo a fluxo – Respiron® – é utilizada comumente como uma técnica de expansão pulmonar. Mesmo sem estudos científicos prévios que comprovem, muitos profissionais têm utilizado o Respiron® com outros objetivos, os quais ele não foi desenvolvido: desinsuflação pulmonar, higiene brônquica e treino de força muscular expiratória. Nessa perspectiva, o objetivo geral deste trabalho é analisar o uso do Respiron® invertido na obtenção de força muscular respiratória. Os indivíduos convidados formaram um grupo de 20 pessoas, com idade entre 20-30 anos, sem distinção de sexo e raça, e saudáveis. Foi realizado no início e no final da pesquisa um teste de força muscular expiratória e inspiratória com o manovacuômetro GER-AR ®, bem como a medida do pico de fluxo expiratório com o Peak Flow®. Durante todas as sessões, houve a utilização do Respiron® Invertido para o treino de força muscular expiratória, em três séries de dez repetições. Como resultado, foram encontrados dados que expressam a eficácia da técnica, no que diz respeito à melhora da força muscular respiratória, o que pode beneficiar, portanto, pacientes que apresentem fraqueza muscular respiratória e consequentes prejuízos na sua função pulmonar.
**Palavras-chaves:** Inspirometria; Força; Expiratória.

**Abstract:** The spirometry of incentive to flow – Respiron® - It is used in common like a technique for pulmonary expansion. Even without previous scientifics studies that prove it, many professionals are using the Respiron with another objectives, those ones that it wasn't developed for: pulmonary deflation, bronchial hygiene and expiratory muscle strength training. In this perspective, the general purpose of this study is to analyze the use of Respiron® in the inverse side to obtain respiratory muscle strength. For this study, were invited 20 people, with both sexes and races, with ages between 20-30 years and healthy. It was realized at the beginning and at the end of this research a inspiratory and expiratory muscle strength test with the manovacuumetry GER-AR ®, and the measurement of peak expiratory flow with the Peak Flow®. During all sessions, it was used the Respiron® in the inverse side for the expiratory muscle strength training, with three series of ten repetitions. The

results during the tests prove the effectiveness of the technique about the improvement of respiratory muscle strength and it can be benefit, therefore, the patients that present respiratory muscle weakness and consequential damages in their pulmonary function.
**Key-words:** Spirometry; Strength; Expiratory.

## Introdução

O objetivo principal da respiração é distribuir oxigênio aos tecidos, e remover o dióxido de carbono, realizando a hematose pulmonar. Para atingir tal objetivo, os músculos respiratórios e a caixa torácica produzem um trabalho mecânico ventilando os pulmões, renovando o ar alveolar com a entrada e saída de ar de dentro dos pulmões. (LAGO, RODRIGUES e INFANTINI, 2010; BETHLEM, 2002).

> A caixa torácica é composta por 12 costelas de cada lado, que se unem à coluna vertebral em sua porção torácica, e ao osso esterno, por meio das cartilagens costais. (...) Entre cada costela, existem músculos intercostais, em que fibras dispostas de formas diferentes têm o objetivo de realizar aumento ou diminuição da caixa torácica no plano anteroposterior. (LAGO, RODRIGUES e INFANTINI, 2010).

## Musculatura Respiratória

Os músculos que atuam na respiração são divididos em inspiratórios e expiratórios, e também em principais e acessórios. Durante a respiração calma, o músculo mais atuante é o diafragma, que realiza movimentos de subida a descida, aumentando e diminuindo a caixa torácica no plano crânio-caudal. No entanto, durante uma respiração forçada, intensa, entram em ação os músculos acessórios. Os esternocleidomastoideos e os escalenos auxiliam a inspiração. (GUYTON e HALL, 2002; LAGO, RODRIGUES e INFANTINI, 2010).

A expiração de um indivíduo ocorre de maneira passiva. O diafragma relaxa, e as forças elásticas da caixa torácica desinsuflam os pulmões. Quando a respiração é vigorosa, entram em ação os músculos expiratórios: intercostais internos e abdominais (reto-abdominal, transverso do abdome e oblíquos), que

ao se contraírem, auxiliam na retração da caixa torácica, eliminando o ar dos pulmões. (GUYTON e HALL, 2002; LAGO, RODRIGUES e INFANTINI, 2010).

## A Respiração

A respiração acontece devido ao gasto energético e trabalho mecânico dos músculos responsáveis por ela. A inspiração é um processo ativo, que depende da contração de vários músculos para aumentar o diâmetro da caixa torácica, e fazer com que o ar atmosférico entre dentro do pulmão, expandindo os pulmões. Já a expiração ocorre de maneira passiva, com o relaxamento dos músculos inspiratórios, que impulsiona o ar para fora sem trabalho mecânico (SINGI, 2001).

> "Durante a respiração normal e tranquila, apenas 3 a 5% da energia gasta pelo corpo é requerida pela ventilação pulmonar. Mas, durante o exercício pesado, a quantidade de energia requerida pode aumentar até 50 vezes, especialmente se a pessoa tiver qualquer grau de incremento de resistência das vias aéreas ou complacência pulmonar diminuída" (GUYTON e HALL, 2002).

Sendo assim, a habilidade do organismo em fornecer energia muscular o suficiente para a respiração durante a atividade física é um grande fator limitante da intensidade do exercício. (GUYTON e HALL, 2002).

Quando a ventilação pulmonar não é adequada, disfunções da musculatura respiratória como diminuição da força muscular são as alterações mais importantes a se considerar. Com a musculatura inspiratória fraca, pode-se indicar a espirometria de incentivo (SCANLAN, WILKINS e STOLLER, 2000; AZEREDO, 2002).

## Espirometria de Incentivo

A espirometria incentivadora é muito utilizada em pós-operatórios de cirurgias torácicas e abdominais, com o intuito de prevenir ou tratar complicações pulmonares, estimulando inspirações profundas para recrutar alvéolos, o que leva a uma maior ventilação pulmonar, e consequentemente aumenta a eficiência das trocas gasosas, através de um *feedback* positivo visual para o paciente, que o incentiva a realizar maior esforço durante o exercício (AGOSTINI et all., 2008).

Os incentivadores respiratórios são classificados em orientação a fluxo e a volume. Segundo LAGO, RODRIGUES E INFANTINI (2010) para um

exercício de expansão pulmonar, o principal é que a inspiração seja realizada de maneira lenta e prolongada, não sendo recomendado alto fluxo.

Na literatura, há alguns estudos referentes aos efeitos dos incentivadores respiratórios, mas a maioria objetiva a manutenção ou promoção de expansão pulmonar. Poucos pesquisadores estudam a espirometria de incentivo como excitador da musculatura respiratória.

## Respiron®

Segundo a descrição do produto pelo fabricante, a espirometria de incentivo a fluxo – Respiron® - foi desenvolvida especificamente para prevenção de infecções pulmonares em geral, incentivando o usuário a realizar inspirações forçadas e profundas. É utilizada comumente como uma técnica de expansão pulmonar, principalmente em síndromes restritivas, pacientes com baixo volume respiratório, pós-operatórios, DPOC´s e desvios posturais, aumentando a ventilação e perfusão pulmonar.

O RESPIRON® facilita a ventilação pulmonar prevenindo a formação de atelectasias, impedindo a obstrução de bronquíolos distendendo os alvéolos pulmonares. Como a utilização do RESPIRON® causa um efeito visível (a elevação de esferas contida no aparelho) há um componente lúdico no exercício que representa um desafio para o usuário: conseguir elevar as 3 esferas, com vários níveis de dificuldade e mantê-las elevadas por alguns instantes. Há, portanto, um incentivo para o paciente, o que justifica a expressão "respirador de incentivo". O RESPIRON® é um aparelho de baixo custo, de fácil utilização e de eficácia cientificamente comprovada, igual ou superior a de equipamentos muito mais caros e sofisticados. Apresenta alguns recursos adicionais que facilitam o exercício (muito útil para pacientes debilitados ou crianças).

## Treino de Força Muscular

O treinamento muscular, em geral, objetiva o aprimoramento do desempenho em atividades distintas. Quando um músculo é forte e com bom condicionamento, ele está preparado para ser mais eficiente, e não necessitar

de grande quantidade de oxigênio para realizar sua função (GUYTON e HALL, 2002; LAGO, RODRIGUES E INFANTINI, 2010).

O treinamento da musculatura é realizado para ganho de força, resistência, ou hipertrofia muscular. Se utilizado cargas elevadas e numero pequeno de repetições, promove-se a hipertrofia muscular, e quando realizado o exercício com cargas menores e grande número de repetições, promove-se a resistência muscular (TZELEPIS, 1994).

Quando se pensa em treino de musculatura respiratória, os princípios de treinamento são os mesmos.

## Treino de Força Muscular Respiratória

A indicação do treinamento da musculatura respiratória acontece quando o indivíduo tem sua qualidade de vida prejudicada pela diminuição da força ou *endurance* dessa musculatura (LAGO, RODRIGUES E INFANTINI, 2010).

O objetivo do ganho de força e endurance dessa musculatura é aumentar a tolerância ao exercício, levando a uma menor dispneia.

> "Para ocorrerem o aprimoramento fisiológico e a indução de uma resposta ao treinamento, deverá ser aplicada uma sobrecarga, que seja específica para atividade, com o exercício. Basicamente, é possível aplicar cargas lineares, obtidas por meio da utilização de equipamentos dependentes de pressão, e cargas alineares, por meio de aparelhos fluxo-dependentes, os quais oferecem resistência ao fluxo aéreo por meio de orifícios" (LAGO, RODRIGUES E INFANTINI, 2010).

## Utilização do Respiron Invertido Para Ganho de Força Muscular Respiratória

Mesmo sem estudos científicos que comprovem, muitos profissionais têm utilizado o Respiron para outros objetivos, os quais ele não foi desenvolvido, como desinsuflação pulmonar, higiene brônquica e treino de força muscular expiratória. Discussões têm surgido com opiniões distintas, pois há relatos clínicos de eficácia da nova técnica. Assim, ele vem sendo usado de maneira invertida: o Respiron virado de cabeça para baixo. O paciente realiza

uma expiração no bocal, de modo que agora é a expiração que é resistida, subindo as bolinhas de forma não sequencial. Porém, a resistência não é mensurada.

Acredita-se que o Respiron invertido tenha função semelhante ao aparelho de pressão expiratória positiva. Por haver resistência expiratória, o aparelho promoveria um efeito semelhante ao Huffing.

Conforme questionado por SARMENTO (2009), "se o Respiron pode oferecer uma carga alinear dependendo do fluxo utilizado na inspiração, a mesma condição se aplica na expiração. Seria o Respiron invertido uma opção para treinamento de musculatura expiratória?".

## OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar o uso do Respiron® invertido na obtenção de força muscular respiratória.

Objetivos Específicos

- Avaliar a função pulmonar antes e após o uso do Respiron® invertido;
- Verificar se o Peak Flow tem relação direta com a performance muscular;
- Verificar se o sexo influencia na melhora da força muscular expiratória.

## MÉTODO

Desenho Do Estudo:

Trata-se de um estudo prospectivo e longitudinal, aprovado pelo Comitê de Ética Próprio da Faculdade de Jaguariúna - FAJ.

Sujeitos:

Foram convidados alunos da Faculdade de Jaguariúna, com idade entre 20-30 anos, sem distinção de sexo e raça, saudáveis.

Os voluntários formaram um grupo de 20 indivíduos, com 10 homens e 10 mulheres. Receberam as informações sobre os objetivos do estudo, assim como sobre as avaliações e protocolos a serem realizados. Aqueles que

concordaram em participar assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apendice 1).

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO: indivíduos com idade entre 20 e 30 anos, saudáveis.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO: doença pulmonar prévia, comorbidades clínicas, tabagismo.

Alocação Dos Sujeitos:

Os voluntários foram abordados e convidados para participar voluntariamente da pesquisa, compondo um grupo único de 20 indivíduos.

Procedimentos

Primeiramente, foi realizado um teste de força muscular expiratória com um manovacuômetro. O indivíduo sentado realiza inspiração até alcançar a capacidade pulmonar total e, então, conecta-se a peça bucal do manovacuômetro para o indivíduo realizar uma expiração máxima. Foram realizadas 3 repetições em cada variável do teste onde as 3 foram aceitáveis (sem vazamentos). De cada manobra anotou-se o resultado onde no final, foi considerado o maior valor alcançado para a avaliação. Após, foi realizado o mesmo teste, mas agora com o indivíduo realizando uma inspiração máxima no bucal. Também repetido 3 vezes, e anotado o resultado maior. O valor é expresso em cm de água ($cmH_2O$). O teste foi realizado no início e no final da pesquisa.

Logo após, foram tiradas as medidas de Pico de Fluxo Expiratório (PFE) com Peak Flow ® (Aparelho de Consulta Expirométrica para Controle de Fluxo). Deixou-se o contador zerado. O paciente na posição sentada realizou 2 respirações diafragmáticas no volume corrente normal. Partindo do volume residual expiratório, até o volume residual inspiratório, completando sua capacidade pulmonar total. Colocou-se o medidor na boca, apertando a boquilha com os lábios para evitar que o ar escape para fora do medidor. Em seguida, o sujeito expirou forçadamente, com o cuidado de não bloquear o ponteiro medidor de fluxo. O valor obtido foi anotado. O processo foi repetido

mais duas vezes e o valor mais elevado foi anotado no registro. O teste foi realizado no início e no final da pesquisa.

Durante todas as sessões, houve a utilização do Respiron® Invertido para o treino de força muscular expiratória. O sujeito em posição sentada, com o Respiron® Invertido, fez-se expirações forçadas e profundas no bocal em 3 séries de 10 repetições, com 1 minuto de descanso entre elas, a partir da capacidade pulmonar total (CPT).

Materiais:

1. Inspirômetro de Incentivo – RESPIRON ® – Marca NCS
2. Manovacuômetro: GER-AR ® – 0 a 150 de pressão
3. Peak Flow: Respironics

## RESULTADOS

Segundo os critérios de inclusão e exclusão propostos foram selecionados 20 indivíduos: 10 homens e 10 mulheres, compondo um grupo único. Após 2 meses, realizando o exercício 3 vezes na semana, os 20 indivíduos finalizaram o protocolo e foram reavaliados.

A seguir os resultados foram descritos através da média, desvio padrão, diferença entre início e final e análise estatística (teste t de Student).

**Tabela 1:** Dados referentes aos testes realizados com as médias e desvios padrão.

| n | Peak Flow (L/min) | | | Manovacuômetro INS ($cmH_2O$) | | | | Manovacuômetro EXP ($cmH_2O$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Início | Final | **d** | Início | Final | **di** | **p** | Início | Final | **d** |
| **1** | 340 | 350 | 10 | 80 | 90 | -10 | 6 | 60 | 80 | 20 |
| **2** | 490 | 480 | -10 | 150 | 150 | - | - | 140 | 150 | 10 |
| **3** | 520 | 600 | 80 | 125 | 120 | 5 | 2 | 130 | 150 | 20 |
| **4** | 410 | 620 | 210 | 150 | 150 | - | - | 150 | 130 | -20 |
| **5** | 340 | 510 | 170 | 80 | 110 | -30 | 13,5 | 110 | 140 | 30 |
| **6** | 600 | 680 | 80 | 140 | 150 | -10 | 6 | 130 | 150 | 20 |
| **7** | 390 | 510 | 120 | 130 | 150 | -20 | 10,5 | 140 | 150 | 10 |
| **8** | 290 | 510 | 220 | 40 | 50 | -10 | 6 | 70 | 110 | 40 |
| **9** | 650 | 470 | -180 | 150 | 150 | - | - | 150 | 150 | 0 |
| **10** | 630 | 660 | 30 | 150 | 180 | -30 | 13,5 | 110 | 150 | 40 |
| **11** | 550 | 560 | 10 | 55 | 110 | -55 | 15 | 70 | 130 | 60 |
| **12** | 180 | 290 | 110 | 60 | 140 | -80 | 16 | 100 | 100 | 0 |
| **13** | 300 | 630 | 330 | 65 | 50 | 15 | 9 | 85 | 140 | 55 |
| **14** | 365 | 460 | 95 | 80 | 90 | -10 | 6 | 70 | 100 | 30 |
| **15** | 380 | 510 | 130 | 125 | 130 | -5 | 2 | 100 | 150 | 50 |
| **16** | 630 | 610 | -20 | 145 | 150 | -5 | 2 | 150 | 150 | 0 |
| **17** | 510 | 530 | 20 | 150 | 150 | - | - | 150 | 150 | 0 |
| **18** | 360 | 360 | 0 | 110 | 135 | -25 | 12 | 120 | 150 | 30 |
| **19** | 460 | 650 | 190 | 130 | 150 | -20 | 10,5 | 140 | 150 | 10 |
| **20** | 365 | 460 | 95 | 80 | 90 | -10 | 6 | 85 | 140 | 55 |
| **Média** | 438 | 523 | 85 | 110 | 125 | - | - | 113 | 136 | 23 |
| **D.P.** | 130 | 105 | 111 | 38 | 35 | - | - | 31 | 21 | 22 |

## Análise Estatística

A comprovação da efetividade da técnica é obtida através da comparação dos resultados por meio dos testes estatísticos, escolhidos a partir do resultado do teste de normalidade de Anderson-Darling.

Esta comparação foi feita utilizando-se o teste t de *Student* para dados pareados, quando a amostra apresentou distribuição normal, considerando a média e o desvio padrão das diferenças entre cada par de valores. Quando a amostra não apresentou distribuição normal, o teste utilizado foi o de Wilcoxon para dados pareados, considerando as diferenças entre cada par de valores e os postos atribuídos a cada um deles.

Ao nível de significância α = 5%, para um grupo de tamanho $n = 20$, foram calculados os valores de t para o Peak Flow e manovacuometria expiratória.

Para a manovacuometria inspiratória, o teste utilizado foi o de Wilcoxon, pois os dados, neste caso, não apresentaram distribuição normal.

Com $n_1 - 1 = 19$ graus de liberdade e $t_\alpha = 0{,}05$ (pois o teste é unilateral), tem-se que o valor de t segundo a tabela da distribuição t de Student é de 1,729, enquanto o valor de T, pela tabela da distribuição de Wilcoxon, é de 35 para $n = 16$ graus de liberdade.

**Tabela 2:** Tabela referente aos resultados da análise estatística.

| | Peak Flow **(L/min)** | Manovacuômetro INS **(cmH2O)** | Manovacuômetro EXP **(cmH2O)** |
|---|---|---|---|
| $\bar{d}$ | 85 | - | 23 |
| $S_P$ | 111 | - | 22 |
| $t_{calculado}$ | 3,418 | - | 4,632 |
| $di$ | - | 5+15 | - |
| $p$ | - | 2+9 | - |
| $T_{calculado}$ | - | 11 | - |

Portanto, segundo a Tabela 2, para os testes Peak Flow e Manovacuômetro Expiratório, como $t_{calculado} > t_{tabelado}$, considera-se que

houve uma melhora significativa de força expiratória e pico de fluxo expiratório. Da mesma forma, como $T_{calculado} < T_{tabelado}$ para a manovacuometria inspiratória, considera-se que também houve uma melhora significativa na força inspiratória.

A figura 1 demonstra a comparação dos resultados do Peak Flow agrupado e dividido por sexo dos participantes, antes e depois da execução do protocolo.

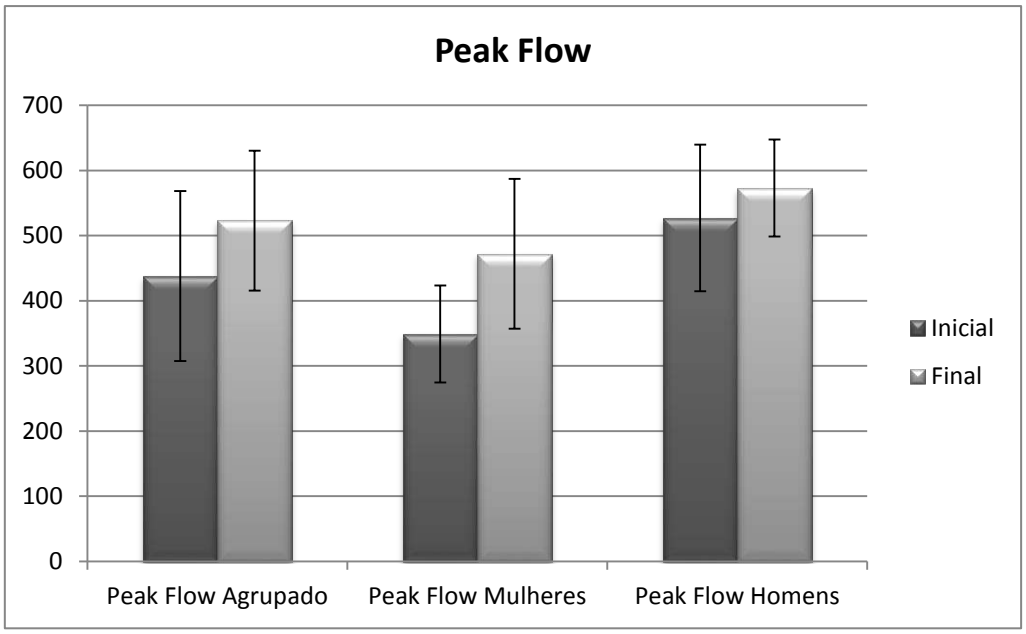



**Figura 1:** Gráfico dos resultados do teste de Peak Flow inicial e final.

A figura 1 observa o aumento dos valores de Peak flow, antes e depois do protocolo.

A média inicial agrupada foi de 438L/min (±130) e após o treinamento a média foi de 523L/min (±107). Houve um aumento de 85L/min (+19,4%), estatisticamente significante ($t_{calculado}$ = 3,418 > $t_{tabelado}$).

A média inicial de Peak flow para as mulheres foi de 349L/min (±74) e final foi de 472L/min (±115). Houve um aumento de 123L/min (+35,63%), o qual é significante estatisticamente ($t_{calculado}$ = 5,051 > $t_{tabelado}$). Já para os homens, a média inicial foi de 527L/min (±113) e final foi de 573L/min (±74). Houve um aumento de 46L/min (+8,73%), o que não é significante estatisticamente ($t_{calculado} = 1{,}129 < t_{tabelado}$).

Pôde-se concluir que o grupo feminino teve um aumento de + 26,9% comparado com o grupo masculino.

A figura 2 demonstra a variação das médias da Manovacuometria Inspiratória agrupada e dividida pelo sexo dos participantes, antes e depois da execução do protocolo.

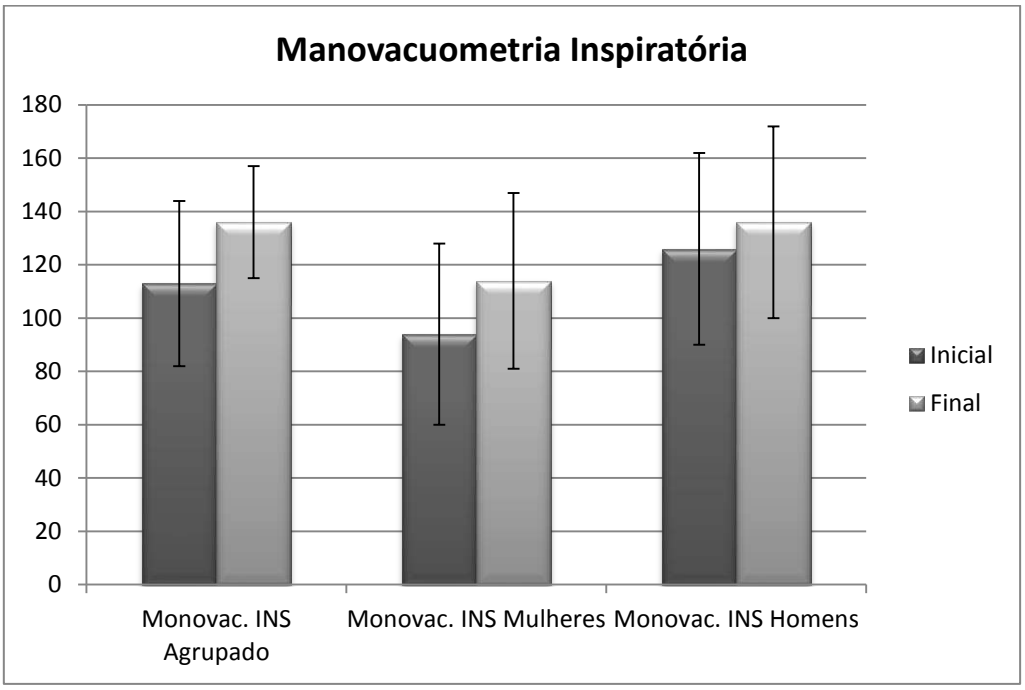



**Figura 2:** Gráfico dos resultados do teste de Manovacuometris Inspiratória inicial e final.

A média inicial agrupada foi de 110 cmH2O (±38) e após o treinamento a média foi de 125 cmH2O (±35). Houve um aumento de 15 cmH2O (+13,64%), sendo estatisticamente significante ($T_{calculado} = 11 < T_{tabelado}$).

A média inicial da manovacuometria inspiratória para as mulheres foi de 94 cmH2O (±34) e final foi de 114 cmH2O (±33). Houve um aumento de 20 cmH2O (+21,28%), o qual é significante estatisticamente ($t_{calculado}$ = 2,753 > $t_{tabelado}$). Já para os homens, a média inicial foi de 126 cmH2O (±36) e final foi de 136 cmH2O (±36). Houve um aumento de 10 cmH2O (+7,94%), o que não é significante estatisticamente, para $n = 7$ graus de liberdade ($T_{calculado}$ = 5,5 > $T_{tabelado} = 3$).

O grupo feminino teve um aumento de 13,34% a mais quando comparado ao grupo masculino.

Por fim, a figura 3 demonstra a variação das médias da Manovacuometria Expiratória agrupada e dividida por sexo dos participantes, antes e depois da execução do protocolo.

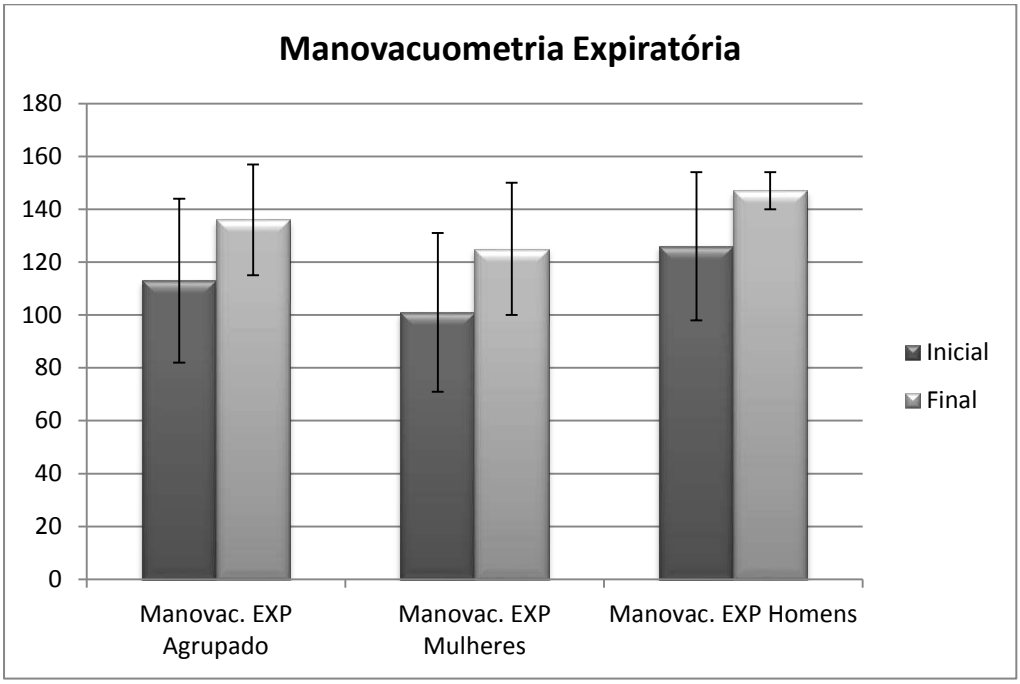



**Figura 3:** Gráfico dos resultados do teste de Manovacuometria expiratória inicial e final.

A média inicial agrupada foi de 113 cmH2O (±31) e após o treinamento a média foi de 136 cmH2O (±21). Houve um aumento de 23 cmH2O (+20,35%), estatisticamente significante ($t_{calculado}$ = 4,632 > $t_{tabelado}$).

A média inicial da manovacuometria expiratória para as mulheres foi de 101 cmH2O (±30) e final foi de 125 cmH2O (±25). Houve um aumento de 24 cmH2O (+23,76%), o qual é significante estatisticamente ($t_{calculado}$ = 2,753 > $t_{tabelado}$). Já para os homens, a média inicial foi de 126 cmH2O (±28) e final foi de 147 cmH2O (±7). Houve um aumento de 21 cmH2O (+16,67%), também significante estatisticamente, para $n = 7$ graus de liberdade ($T_{calculado}$ = 0 < $T_{tabelado} = 3$).

O grupo feminino teve um aumento de 7,09% a mais quando comparado ao grupo masculino.

## DISCUSSÃO

O trabalho em questão sobre a inspirometria de incentivo invertida como excitador da musculatura respiratória em indivíduos previamente hígidos,

alcançou os objetivos propostos no que tange ao ganho de força muscular evidenciado pela manovacuometria.

O uso da espirometria de incentivo foi iniciado por Bartlett e Edwards em 1976 e hoje é amplamente utilizado na prática clínica (ROCHA, 2002).

O Respiron® é um aparelho muito utilizado, sendo indicado por fisioterapeutas com o objetivo de aumentar o volume corrente e, assim, contribuir para a reexpansão pulmonar em indivíduos submetidos a procedimentos cirúrgicos como laparotomia exploradora, cirurgias abdominais, torácicas e cardíacas, entre outras. Após estes procedimentos os pacientes evoluem com uma significativa redução de volumes e capacidades pulmonares mais especificamente da Capacidade Residual Funcional (CRF), o que consequentemente, gera distúrbios sobre a relação ventilação/perfusão (V/Q), levando a uma diminuição da pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial ($PaO_2$). Nestes casos a atuação do fisioterapeuta se torna indispensável para a recuperação destes pacientes e reestabilização hemodinâmica e pulmonar para que os mesmos retornem suas AVD's o mais rápido e adequadamente possível.

A utilização e o conceito de inspirometria de incentivo vêm se modificando atualmente: espera-se que a espirometria de incentivo aperfeiçoe a insuflação pulmonar com a reexpansão de áreas pulmonares, melhorando os mecanismos da tosse e promovendo higiene brônquica; mobilize os volumes pulmonares, melhore a *performance* clínica do paciente em suas atividades diárias e fortaleça a musculatura respiratória (ROCHA, 2002; MATOS et al., 2003; SCANLAN, WILKINS & STOLLER, 2000).

Na literatura, encontram-se vários estudos a respeito dos incentivadores respiratórios, mas a maioria com foco em expansão pulmonar, porém, estudos acerca da sua utilização como excitador da musculatura respiratória também tem sido relatados com solidez, tanto em condições clínicas quanto cirúrgicas, conforme demonstrados por SCANLAN, WILKINS & STOLLER, em 2000, que na constatação de fraqueza dos músculos inspiratórios, a espirometria incentivadora pode ser indicada.

Nesse sentido, em 1976 foi demonstrado pela primeira vez o treinamento dos músculos respiratórios, podendo individualizar força ou *endurance*. Poderia-se aprimorar a *performance* dos músculos de pacientes

com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) utilizando uma resistência alinear (TARANTINO, 2002).

Quando realizado o treinamento da força dos músculos respiratórios com objetivo de ganhar hipertrofia, o músculo precisa superar determinada sobrecarga mecânica. Já o treinamento da *endurance* gera uma melhora da capacidade oxidativa, o que atrasa ou previne a fadiga muscular, diminuindo o esforço à respiração e como resultado têm-se uma redução da dispnéia (MACHADO, 2008).

Outra indicação a respeito de treinamento muscular respiratório é a que relatam COLMAN & BERALDO (2010), que a musculatura respiratória é treinada para que se possam vencer resistências mecânicas prevenindo fadiga muscular.

Pacientes lesados medulares têm maior predisposição a desenvolverem algum ou qualquer tipo de complicação pulmonar decorrente da paralisia de toda musculatura responsável pela movimentação da caixa torácica, incluindo também a musculatura acessória. As maiores causas de óbitos em pacientes com lesão medular são as complicações pulmonares, que ocorrem, sobretudo, na fase aguda. Quando a lesão medular é alta, esses pacientes ficam ainda mais propensos a estas complicações, pois os músculos intercostais e outros músculos expiratórios não estão com sua função totalmente íntegra, levando à tosse ineficaz e dificuldade para expectorar a secreção, favorecendo a aparição de pneumonias e atelectasias, que levam ou agravam os quadros de insuficiência respiratória (COLMAN & BERALDO, 2010). Diante disso, os autores em questão propuseram para essa população um treinamento de força com *Threshold* (inspirômetro de carga linear), onde obtiveram resultados satisfatórios no tratamento da fraqueza muscular. O que era esperado, uma vez que esse dispositivo sempre fora utilizado e comercializado especificamente como excitador da musculatura respiratória.

O uso do inspirômetro de incentivo em condições cirúrgicas esbarra no fator dor, mais evidente nos primeiros três dias de pós-operatório, o que justifica o encontrado por CHINALI et al. (2009), que pacientes submetidos à cirurgia abdominal alta e a inspirometria de incentivo para obtenção de melhores parâmetros musculares e de ventilação pulmonar no pós-operatório,

não obtiveram resultados estatisticamente significativos no ganho de força muscular inspiratória, apesar da melhora.

HAYASHI (2004) verificou em seu estudo a eficácia do incentivador respiratório a volume (Voldyne®) no que diz respeito ao ganho de força dos músculos inspiratórios, sendo verificado um ganho estatisticamente significante no grupo tratado.

No entanto, a aplicação do inspirômetro de incentivo invertido não é relatada na literatura científica, tornando-se restrita a sugestões do seu uso na prática clínica e em livros específicos sobre os recursos em fisioterapia. Foi baseado no mesmo princípio, de vencimento de carga imposta pelas esferas do incentivador respiratório, que sugerimos sua aplicação invertida, a fim de se obter melhora da *performance* muscular respiratória, mais especificamente da musculatura expiratória, foco muitas vezes "esquecido" pelos pesquisadores, que propõem treinamento muscular respiratório de maneira indireta às diversas populações com indicação dessa técnica (LAGO, RODRIGUES, & INFANTINI, 2010).

Um dado encontrado na nossa pesquisa foi de que as mulheres obtiveram resultados melhores em porcentagem, do que os homens. Uma das hipóteses é o fato das mulheres possuírem algumas diferenças anatômicas e fisiológicas quando comparadas aos homens, como por exemplo: ombros mais estreitos e tórax menor, 10% de gordura corporal a mais, menos massa muscular, menor condição cardiovascular e capacidade aeróbia, etc. Essas desigualdades justificam a diferença de performance, entre eles, em alguns esportes. (WEINECK, 2005).

Outro fator importante se refere à treinabilidade e a concentração de testosterona encontrada em cada pessoa. Os homens possuem os níveis de testosterona mais elevado do que as mulheres, e isso faz sua performance já ser mais satisfatória, tendo uma treinabilidade menor. Já as mulheres possuem menos testosterona, não alcançando um desempenho tão bom, e assim sua treinabilidade é maior, havendo a possibilidade de grande melhora (GUYTON & HALL, 2002; WEINECK, 2005).

Um exemplo de treinabilidade é quando comparamos atletas jovens em fase inicial ao treino de força, e atletas com vários anos de treino muscular. Os atletas jovens conseguem ganhos expressivos, em pouco tempo: 20 a 30% em

4 a 5 semanas. Já os atletas que treinam há algum tempo, precisam de uma média de 8 a 10 semanas para atingir um ganho de força de 2 a 5% (GUYTON & HALL, 2002).

Com esses dados, discute-se o fato da mulher estar em desvantagem com o homem, o que comprova nossos testes iniciais de Peak Flow e Manovacuometria, onde as mulheres já partiram de valores menores. Após a intervenção terapêutica, quando repetidos os testes, ao final, as mulheres conseguiram um maior percentual de ganho. Já os homens, como partiram de valores maiores, entende-se que a treinabilidade deles é menor. A hipótese, portanto, está no fato das mulheres apresentarem maior treinabilidade, por mostrarem resultados satisfatórios e melhor percentual de ganho do que os homens.

Um grande questionamento sobre a utilização do Respiron® de forma invertida é a respeito de que ele funciona como uma expiração forçada, sendo assim, poderia causar atelectasias e, portanto, deve-se ter cuidado na sua utilização. Quando parte-se da capacidade pulmonar total e realiza-se uma expiração com esforço máximo, ocorrerá um pico de fluxo expiratório (PFE) já no início da manobra, levando a diminuição gradativa do fluxo enquanto o pulmão desinsufla. Quando a expiração começa, há uma tendência da caixa torácica em voltar, os músculos expiratórios se ativam e as vias aéreas estão com menor resistência, levando a diminuição progressiva do fluxo. O PFE é dependente do quanto é possível aumentar a pressão pleural no início da expiração forçada, mas, para volumes pulmonares menores que o PFE, o fluxo máximo não depende do tamanho do esforço dos músculos expiratórios, mas de propriedades mecânicas do pulmão. (LAGO, RODRIGUES, & INFANTINI, 2010). Porém, em nosso trabalho, não evidenciamos geração precoce de PIP, justificado pela melhora dos valores de pico de fluxo expiratório (Peak Flow), sem ocorrência de obstrução.

## CONCLUSÃO

Analisando os resultados, conseguimos comprovar estatisticamente a eficiência do Respiron® Invertido no ganho de força muscular respiratória,

principalmente expiratória, com um treinamento especificando esta musculatura.

Foi avaliada a força muscular com o Manovacuômetro antes e após a intervenção com o Respiron® Invertido, e comprovado que ele pode ser usado como um exercitador da musculatura respiratória.

Os testes com Peak Flow comprovaram que com esta técnica, o pico de fluxo expiratório aumentou ao final do treinamento, demonstrando que não houve obstrução, nem possibilidade de atelectasia, lembrando, portanto, que se trata de uma população sem problemas pulmonares prévios.

Verificamos que nas mulheres o treinamento obteve uma porcentagem maior de melhora da função respiratória, porém devido à treinabilidade, que nas mulheres é maior que em homens.

Observou-se na bibliografia consultada a escassez de estudos que demonstrem o uso do Respiron® como fortalecedor muscular. As metodologias adotadas são sempre variáveis, e não se compara os diferentes incentivadores, o que leva à necessidade de mais estudos a respeito do tema proposto.

Portanto, podemos afirmar que, como a força muscular respiratória tem grande influência na recuperação de pacientes com diversas patologias, é importante que se realize o treinamento dela. Nosso estudo comprovou que mesmo em indivíduos saudáveis há a possibilidade de se adequar a força muscular, então, por que não expandir o uso deste recurso de forma invertida em pacientes com alterações da musculatura respiratória?

O estudo também mostrou que não há nenhum tipo de “prejuízo” ao paciente, que não lhe causará efeitos adversos como colapso alveolar, ou algum outro efeito antifisiológico.

Em suma, o recurso Respiron® tem efeitos fisiológicos comprovados que ajudam na recuperação e consequentemente diminui o tempo de internação e os custos hospitalares, até porque o aparelho tem um custo bem acessível. Os resultados encontrados foram satisfatórios, e dentro do esperado. A média dos valores por participante/indivíduo mostram aumento significativo da força muscular respiratória, comprovando a eficácia da técnica que já vem sendo utilizada na pratica clínica por muitos profissionais. Considera-se então a importância de mais estudos, e fica o incentivo a novos pesquisadores, extrapolando ainda para pacientes com disfunções pulmonares.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINI, P.; CALVERT, R.; SUBRAMANIAN, H.; NAIUD B. **Is incentive spirometry effective following thoracic surgery?** Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery 7 2008. 297–300.

AZEREDO, C. A. C. **Fisioterapia Respiratória Moderna**. 4º ed. São Paulo: Manole, 2002.

BETHLEM, N. **Pneumologia**. 4º ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

CHINALI, C.; BUSATTO, H.G.; MORTARI, D.M.; ROCKENBACH, C.W.F.; LEGUISAMO, C.P. **Inspirometria de incentivo orientada a fluxo e padrões ventilatórios em pacientes submetidos a cirurgia abdominal alta**. ConScientiae Saúde, 2009; 8(2):203-210.

COLMAN, M.L.; BERALDO, P. C. **Estudo das variações de pressão inspiratória máxima em tetraplégicos, tratados por meio de incentivador respiratório, em regime ambulatorial**. Fisioter. Mov. Curitiba, v.23, n.3, p 439-449, jul./set. 2010.

COSTA, D. **Fisioterapia Respiratória Básica**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1999.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HAYASHI, S. S. **A eficácia do incentivador respiratório a volume Voldyne como fortalecedor dos músculos inspiratórios**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Fisioterapia. Cascavel: UNIOESTE, 2004.

LAGO, A.P.; RODRIGUES, H.; INFANTINI, R.M. **Fisioterapia Respiratória Intensiva**. 1ª ed. São Paulo: CBBE, 2010.

MACHADO, M. G. R. **Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia Intensiva e Reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MATOS, J.P.; MADUREIRA, K.T.; FILHO, D.S.;PARREIRA, V.F. **Eficácia da espirometria de incentivo na prevenção de complicações após cirurgias torácias e abdominais: revisão de literatura.** Ver bras Fisioter 2003; 7(1):93-

MCARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.

ROCHA, J. M. S. Ganho de força muscular respiratória com o uso de inspirômetro incentivador. **Revista Vida e Saúde**, v. 1, n. 2, Out/Nov, 2002.

SARMENTO,G.J.V. **O ABC da Fisioterapia Respiratória**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2009.

SINGI, Glenan; **Fisiologia dinâmica**. 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

SCANLAN, C. L.; WILKINS, R. L.; STOLLER, J. K. **Fundamentos da Terapia Respiratória de Egan**. 7º ed. São Paulo: Manole, 2000.

TARANTINO, A.B. **Doenças pulmonares**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.

TZELEPIS, G.E.; VEGA, D.L.; COHEN, M.E.; MCCOOL, F.D.; **Lung volume specificity muscle training**. J Appl Physiol 1994;77:789-94.

WEINECK, Jürgen. **Biologia do Esporte.** 7ª Barueri: Manole, 2005

**Sobre os autores**

Nome: Bruna Siqueira
Profissão: Estudante de Fisioterapia
Instituição: Faculdade de Jaguariúna - FAJ
Endereço: Rua dos Lírios, 134 – Sta Marta. Itapira - SP
E-mail: siqueirabruna@terra.com.br

Nome: Grace Kelly dos Santos
Profissão: Estudante de Fisioterapia
Instituição: Faculdade de Jaguariúna - FAJ
Endereço: Rua Angelin Bilatto, 86 – Parque São Lucas. Itapira - SP
E-mail: grace.ks@hotmail.com

Nome: Renata Ap. Rosa
Profissão: Estudante de Fisioterapia
Instituição: Faculdade de Jaguariúna - FAJ
Endereço: Rua Antônio Brasil de Camargo, 223 – Portal das Pérolas. Sto Ant. de Posse - SP
E-mail: renata_re.15@hotmail.com

Nome: Maria Gabriela Cavicchia Toneloto
Profissão: Fisioterapeuta
Instituição: Faculdade de Jaguariúna - FAJ
Endereço: Rua Luis Rossi, 47 – Centro. Pedreira – SP
E-mail: mgabicavi@hotmail.com
Link do Curriculo na Plataforma Lattes: http://lattes.cnpq.br/4514961362386064