

# COMPARAÇÃO DO EFEITO DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA SOBRE A FUNÇÃO RESPIRATÓRIA UTILIZANDO EXERCÍCIO RESISTIDO COM CARGA FIXA E COM FAIXA ELÁSTICA

## Resumo

**Introdução:** O uso de exercícios contra resistência tem se mostrado efetivo no ganho da força muscular respiratória, no uso de diversos dispositivos, como pesos como nas faixas elásticas, mas ainda não há na literatura estudos mostrando qual é o mais efetivo. **Objetivo:** comparar o efeito do treinamento muscular respiratória e da expansibilidade torácica com pesos e faixas elástica associado a técnica de facilitação neuromuscular propioceptiva (FNP). **Métodos:** 30 voluntários do sexo feminino, com idade entre 18 a 25 anos, sedentárias e destros participaram do estudo. As voluntárias foram divididas aleatoriamente em 3 grupos de 10 voluntárias. Os grupos foram chamados de grupo controle, grupo carga fixa e grupo carga elástica. Os grupos carga fixa e carga elástica foram então submetidos a 4 semanas de treinamento muscular com cargas que variavam de 80% de 1RM, respectivamente. Ao final de 4 semanas foi avaliado a força muscular respiratória através da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima, expansibilidade torácica através da cirtometria torácica axilar e xifoidal, além do 100% 1RM em Kg. **Resultados:** 17 voluntárias terminaram o estudo, sendo que os grupos foram reorganizados novamente em 5 voluntárias no grupo controle, 6 voluntárias no grupo carga fixa e 6 voluntárias no grupo carga elástica. Na força muscular respiratória houve aumento do grupo carga fixa e carga elástica em relação ao controle na pressão inspiratória máxima (CF:  $22.6 \pm 10.9$ ; Controle:  $-12.8 \pm 4.7$ ,  $p < 0.01$ / CE:  $28.8 \pm 16.5$ ; Controle:  $-12.8 \pm 4.7$ ,  $p < 0.01$ ) e aumento apenas do grupo carga elástica em relação ao controle na pressão expiração máxima (CE:  $17.8 \pm 3.6$ ; Controle:  $-2.4 \pm 5.0$ ,  $p < 0.03$ ), em relação a expansibilidade torácica houve aumento somente na cirtometria axilar no grupo elástica em relação ao controle (CE:  $5.4 \pm 1.1$ ; Controle:  $0.7 \pm 0.8$ ,  $p < 0.02$ ). Na avaliação da força muscular periférica através do 1RM houve aumento em ambos os grupos intervenção (CF: antes:  $7.3 \pm 0.6$ ; depois:  $10 \pm 0.5$ ;  $p < 0.03$ / CE: antes:  $3.5 \pm 0.2$  ; depois:  $5.1 \pm 0.3$ ,  $p < 0.008$ ). **Conclusão:** O estudo demonstrou que ambos os grupos intervenção aumenta a força muscular respiratória igualmente em relação ao grupo controle, provavelmente devido ao aumento da força dos músculos periféricos e participam na função respiratória. Em relação ao aumento da expansibilidade provavelmente o aumento somente no grupo carga elástica pode estar relacionado com a perda amostral, necessitando de melhores estudos para afirmar esses resultados.

## **Introdução**

A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) é uma abordagem ao exercício terapêutico que utiliza padrões específicos de movimento em diagonal e espiral, bem como estímulos aferentes para promover um desencadeamento do potencial neuromuscular, obtendo melhores respostas em todo sistema músculo-esquelético (Moreno et al., 2009).

Tendo como filosofia de tratamento que todos inclusive aqueles com deficiência, tem um potencial ainda não explorado. Assim o FNP parte do princípio que o indivíduo é dotado de potenciais que podem ser desenvolvidos por influência do meio ambiente ou de decisões voluntárias, bem como a excitação aferente para ocasionar o desencadeamento do potencial neuromuscular, obtendo melhores respostas dos mecanismos neuromusculares através da estimulação dos proprioceptores (Rosa Filho, 2002; Voss; Ionta; Myers, 1987).

O conceito FNP pode ser aplicado em um programa de reabilitação pulmonar, pois age sobre as musculaturas do tronco e do pescoço que estão intimamente ligados a função respiratória (Voss; Ionta; Myers, 1987).

A literatura tem mostrado que o emprego de um programa de exercício resistido com carga fixa no membro superior unilateral utilizando 80% de 1-RM juntamente com o FNP possui um amplo efeito sobre algumas funções do sistema respiratório (Moreno, Silva, Gonçalves 2005; Silva, Rubin, Silva, 2007), vistos que os músculos respiratórios são responsáveis diretos pelo adequado funcionamento do sistema respiratório. Em diferentes doenças podem ocorrer alterações na função contrátil desses músculos que dependendo da intensidade e quantificação da perda da força

muscular podem ser classificadas como fraqueza, fadiga ou falência muscular (Bianchi et al., 2009).

Na população saudável os músculos respiratórios, como outros músculos esqueléticos, aumentam sua eficácia quando submetidos a um programa de treinamento. O treinamento desse grupo de músculos segue os mesmos princípios básicos de treinamento dos músculos esqueléticos, que são: sobrecarga, especificidade e reversibilidade. O resultado do programa de treinamento vai refletir na melhora da função pulmonar, e os efeitos sobre a ventilação pulmonar estão associados com uma diminuição da frequência e aumento da profundidade da respiração (Bianchi et al., 2009). Por isso há necessidade da avaliação desses músculos, visto que os mesmos são de suma importância para que ocorra a homeostase do corpo e para a reabilitação respiratória.

Os efeitos de um programa de treinamento físico com exercício de membro superior e cintura escapular têm sido considerados fundamentais no programa de reabilitação pulmonar, tendo influência positiva e reabilitadora nas limitações de pneumopatias crônicas, podendo alterar as restrições físicas, uma vez que a função muscular respiratória é ponderada como o principal fator limitante da tolerância ao exercício físico nestes indivíduos. Os exercícios físicos com volume minuto respiratório elevado operam de maneira eficaz na expansão da caixa torácica, aumentando o diâmetro e o volume corrente. Estas adaptações no sistema respiratório em resposta ao treinamento físico tornam os indivíduos treinados menos suscetíveis a distúrbios respiratórios (Moreno et al., 2009).

A avaliação da força muscular respiratória através das pressões inspiratória e expiratória máximas (P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub>) vêm sendo amplamente utilizada desde dos anos 60 a 70 devido a sua eficácia e importância clínica no diagnóstico e prognóstico

de desordens neuromusculares, cardiovascular e pulmonares. É um método simples, rápido e prático, de baixo custo e não-invasivo, é empregada para a avaliação de ambos os indivíduos saudáveis e indivíduos com determinada doença crônica (Simões et al., 2010).

Além disso, as avaliações da mobilidade de movimento torácico e abdominal, através da cirtometria, têm sido muito utilizadas nas avaliações de inúmeras patologias respiratórias como Distúrbio Pulmonar Obstrutivo Crônico (DPOC), Parkinson e Reeducação Funcional Respiratória, intervenções terapêuticas e em pós-cirúrgicos, pois a partir dela observam-se valores de retração e expansibilidade do tórax e do abdômen (Ramires – Sarmiento et al., 2002) Existem vários métodos e ferramentas para avaliar os movimentos do tórax e do abdômen, entre eles estão o magnetômetros e o pletismografia por indutância, porém estes equipamentos podem apresentar desvantagens, como a perda da elasticidade das faixas entre uma avaliação e outra, além do alto custo (Caldeira et al. 2007) Devido à escassez desses instrumentos torna-se necessário a utilização de outros métodos para a avaliação da cirtometria, de baixo custo, confiabilidade, precisão, reprodutibilidade, metodologia universal e de fácil aplicação. Este método consiste em um conjunto de medidas das circunferências de tórax e abdome durante os movimentos respiratórios. Tendo como finalidade avaliar a expansibilidade torácica de forma simples e acessível e, para tal apenas uma fita métrica é necessária (Caldeira et al., 2007).

Atualmente têm-se utilizado as faixas elásticas como uma alternativa no auxílio de exercício resistido, visto que as mesmas são fáceis de serem adquiridas pelo baixo custo e pela facilidade de utilização. As faixas elásticas não dependem da ação da gravidade, seu uso é simples e, com uma única faixa elástica podem ser trabalhados todos os grupos musculares do corpo. Tendo como objetivo o aumento da força,

resistência, fortalecimento muscular, melhora da coordenação motora, aprimoramento das habilidades funcionais, aumento da mobilidade e flexibilidade tanto em indivíduos jovens e idosos (Loss et al., 2002).

Estudos clínicos têm comprovado a eficácia do exercício resistido com faixa elástica entre diversas populações saudáveis e confirmaram um aumento significativo de 10 a 27% na força e na flexibilidade, principalmente em idosos e jovens, visto que os exercícios promovem a ativação muscular máxima em toda a amplitude de movimento. Os programas de exercícios físicos podem provocar importantes alterações nos parâmetros de composição corporal (Page et al., 2000). A utilização da faixa elástica envolve vários tipos de contrações como a concêntrica, excêntrica, isométrica e a auxotônica. Sendo que as de maiores implicações fisiológicas e as utilizadas neste estudo serão as de contrações auxotônicas, que é a combinação das contrações isotônica e isométrica (Powers & Howley, 2000).

Estudos já realizados demonstram que o FNP juntamente com emprego de outras técnicas é eficaz no tratamento de afecções cardiorrespiratórias, porém há carência de estudos que exemplificam de maneira global esses efeitos (Moreno et al., 2009). Portanto este estudo visa verificar por intermédio da cirtometria e manovacuetria, a comparação do efeito dos padrões do FNP sobre a mobilidade da caixa torácica e dos músculos que agem sobre ela utilizando carga fixa e carga elástica.

### **Justificativa**

O treinamento com exercícios físicos resistidos e com carga fixa vem sendo empregado como um dos recursos importante em programas de exercícios terapêuticos, intervenções fisioterapêuticas e nas disfunções pulmonares, sendo

bastante enfatizado o treinamento com materiais resistivos elásticos como, por exemplo, a faixa elástica em membros superiores, visto que são ferramentas de baixo custo e altamente versáteis, de aplicação fácil e de grande relevância uma vez que alguns grupos musculares atuam também como acessórios da respiração e não somente como músculos necessários para conservar a posição dos membros e a postura (Celli, 1994; Santos, 2009).

Uma das técnicas utilizadas na reabilitação física são as técnicas de FNP, que tem como objetivo promover o movimento funcional de grupos musculares por meio da facilitação, da inibição, do fortalecimento e do relaxamento de grupos musculares. Tendo como princípios fundamentais o tratamento global direcionado para o ser humano como um todo, e não para um segmento corporal específico. De baixíssimo custo e não oferece nenhum risco à saúde, de emprego fácil e com técnicas que não exigem ferramentas sofisticadas para sua aplicação (Adler, Beckers, Buck, 2007).

Além disso, o FNP também pode ser aplicado como um meio de estimular o sistema respiratório, uma vez que a literatura refere que durante sua realização ocorre estimulação da respiração, da musculatura do pescoço, da caixa torácica e dos membros superiores (Moreno et al., 2009).

Portanto o contexto em que o trabalho realizar-se-á enquadra-se no uso da técnica de FNP, juntamente com o exercício resistido com carga fixa, e faixa elástica uma vez que não há nenhum estudo na literatura na comparação dessas abordagens a qual representam um importante estímulo na mecânica respiratória, favorecendo a captação e o transporte de oxigênio, e auxiliando de caráter eficiente nas intervenções fisioterapêuticas e nas disfunções pulmonares e ocasionando ganho de resistência e força, e conseqüentemente melhora da expansibilidade torácica e das musculaturas que agem sobre as funções respiratórias (Moreno et al., 2009). Justificando assim a

comparação das duas formas de resistência juntamente com o FNP no presente trabalho.

## **Objetivos**

### **Geral**

Comparar o efeito dos padrões de FNP juntamente com exercícios resistidos com carga fixa e elástica sobre a mobilidade da caixa torácica e dos músculos que agem sobre a respiração.

### **Específicos**

Comparar a mobilidade torácica através da cirtometria torácica utilizando uma fita métrica nas regiões axilar e xifoidal após a realização de exercício resistido com carga fixa com intensidade de 80% de 1 repetição máxima (RM) e exercício resistido com faixa elástica com intensidade de 80% de 1 RM.

Avaliar as alterações da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e pressão expiratória máxima (Pemáx) através da manovacuometria após a realização de exercício resistido com carga fixa com intensidade de 80% de RM e exercício resistido com faixa elástica com intensidade de 80% de 1 RM.

## **Materiais e Métodos**

### **Sujeitos**

Participaram deste estudo 30 indivíduos do sexo feminino da Universidade Federal do Amazonas do campus de Coari (ISB), jovens, saudáveis, destros e com idade superior a 18 anos até 25 anos e voluntários que assinaram e concordaram com o termo de

consentimento livre e esclarecido (TCLE). As mesmas foram divididas em três Grupos sendo o primeiro designado FNP com carga elástica (CE) e grupo FNP com carga fixa (CF) e o terceiro será grupo controle. Os participantes foram convidados para integrar o estudo através de convites realizado pelos integrantes da pesquisa, onde os mesmos responderam questionários para verificar se as mesmas possuíam o perfil da pesquisa.

### **Critérios de inclusão**

Para serem incluídos no estudo, os indivíduos deveriam ser normotensos segundo a VI diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2010) (PAS<140 mmHg e PAD<90 mmHg), ter idade entre 18 a 25 anos, não ser tabagistas e destros segundo o Inventário de Dominância Lateral de Edimburg (Oldfield, 1971) e sedentarismo segundo o IPAC

### **Critérios de exclusão**

Foram excluídos do estudo os indivíduos que não se enquadram nos critérios de inclusão citados acima ou no perfil do estudo, que sugere a assiduidade, baixo peso, ser obeso segundo o índice de Massa Corporal (IMC <18,5 Kg/m<sup>2</sup> ou > 30 Kg/m<sup>2</sup>). De acordo com Conlle (1991), não pode ingerir café, coca – cola chocolate, meia hora antes do treinamento e medicamentos de qualquer espécie. Visto que a cafeína altera o funcionamento normal do organismo, sendo que seus efeitos mais óbvios ocorrem no sistema nervoso central (SNC), diz-se ainda que mesmo consumida em baixas dosagens (2-10mg/kg), a cafeína, provoca aumento do estado vigília, diminuição da sonolência, alívio da fadiga, aumento da respiração, aumento da frequência respiratória, aumento no metabolismo e diurese. Goldstein et al. (2010) demonstraram

também que a cafeína em baixa quantidade favorece ao aumento da força muscular através de exercícios resistidos em mulheres. Apresentar história prévia ou alterações exame físico que sugere cardiopatias, pneumopatias, disfunções musculoesqueléticas, respiratórias e cardiovasculares.

Após a seleção dos candidatos, foi determinado que caso algum voluntário não obtenha como carga de 100% de 1-RM a faixa elástica da cor preta e 100% de 1-RM de carga fixa de 10 kg, necessitando de cargas maiores, o mesmo será excluído. A escolha do limite de carga das faixas foi baseada no estudo de Santos et al. (2009). Em relação à carga fixa, devido o aparelho prover apenas carga máxima de 10 Kg, esta não era apta a participar do estudo, devido à impossibilidade da comparação de diferentes cargas preconizadas em nosso estudo.

Além disso, caso o candidato selecionado não conseguisse obter como carga de 100% 1- RM a faixa elástica de cor vermelha ou carga fixa de 2 Kg, necessitando de cargas menores, o mesmo era excluído. Pois neste trabalho foi utilizada apenas a faixa de menor resistência a qual foram as da cor vermelha dita suave em vez da faixa de cor branca dita extra-suave por não necessitar utilizar tanta força para manuseá-la, o que a torna insignificante para nossa pesquisa e, para a carga fixa de 2 Kg não existe uma carga menos elevada no equipamento utilizado, portanto cargas menores impossibilitam a comparação de diferentes cargas recomendada em nosso estudo.

### **Avaliação Inicial**

Inicialmente foram colhidos os dados de massa corporal, mobilidade do tórax, idade, sexo, tempo de sedentarismo e o comprimento do membro superior direito.

A massa corporal dos participantes foi obtida através de uma balança digital modelo GLASSI 1FW de marca “G-TECH” com carga máxima de 150 kg. Com a balança era aferida antes de cada mensuração e os voluntários eram pesados em pé, descalços e usando apenas bermuda e camiseta. A estatura dos voluntários foi colhida pelo estadiometro da marca “EDULAB”, com os indivíduos sobre o piso nivelado da balança, os calcanhares unidos fazendo uma angulação de 90° (noventa graus) com a haste e os joelhos estendidos.

O valor de IMC era obtido pela relação entre a massa corporal (em Kg) e o quadrado da estatura (em metros), representado pela fórmula  $IMC = \text{peso (Kg)}/\text{altura}^2 \text{ (m)}$ . Este é considerado o método antropométrico mais simples de avaliar os graus de riscos associados à obesidade, porém não diferencia massa gorda da massa magra. Os indivíduos deveriam apresentar IMC maior que 18,5Kg/m<sup>2</sup> e menor que 30 Kg/m<sup>2</sup> para não ser considerado baixo peso e obeso respectivamente.

Os voluntários eram submetidos ao teste para avaliação da carga máxima de 1-RM da carga fixa de 1-RM da carga elástica, onde os mesmos serão separados aleatoriamente em três grupos de 10 indivíduos em cada grupo, sendo um grupo com FNP com carga elástica (CE), e um grupo com FNP com carga fixa (CF) e o terceiro sendo grupo controle. A partir de então eram submetidos à avaliação da mobilidade torácica por meio de cirtometria e da P<sub>máx</sub> e P<sub>máx</sub> antes e após o período de treinamento.

### **Seleção da carga fixa**

Para a seleção da carga fixa, o movimento realizado para determinação de 1-RM seguiu os padrões do FNP (flexão-abdução-rotação externa e extensão-adução-rotação

interna). A partir deste teste, pode, então, ser determinada a carga corresponde a 100% e em torno de 70-80% da carga máxima de 1-RM.

O teste de 1-RM da carga fixa era executado com o voluntário estando sentado paralelamente em uma cadeira com encosto paralelamente ao lado da polia da marca CARCI que possui carga máxima de 20 kg. Uma pessoa com 1,70 centímetros de altura seguiu uma padronização a qual a distância do indivíduo ao aparelho será de 45 centímetros, o membro na posição inicial terá 26 centímetros acima da polia, sendo a altura da polia 1,50 centímetros. Para cada indivíduo, foi utilizado as mesmas proporções dependendo da altura do mesmo. O cabo da polia era posicionado no punho direito do indivíduo com auxílio de um manguito adaptado deixando a mão livre possibilitando assim o padrão FNP. Foi permitido aumento gradativo de carga para a determinação da carga máxima de 100% 1-RM, até que o voluntário não conseguisse alcançar a amplitude de movimento completo ou compensasse com outras partes do corpo, sendo considerado 80% de 1-RM a carga anterior, ou seja, aquela com a qual a voluntário conseguiu realizar o movimento completo sem compensações. Durante a realização do teste os voluntários eram orientados a fazer inspirações e expirações tranquilas para não caracterizar esforço respiratório associado aos movimentos dos membros superiores.

### **Seleção da carga elástica**

As faixas elásticas utilizadas eram as das cores vermelho, verde, azul e preto. A introdução somente destas faixas foi embasada cientificamente nos estudos realizados por Santos et al. (2009), que baseou-se nos critérios de controle das normas técnicas internacionais de ensaios de tração, onde apontou que as faixas elásticas apresentam

comportamento progressivo e linear na resistência elástica e rigidez do material entre as diferentes cores na deformação a 100%, comprovando a ordem de cores branco, amarelo, vermelho, azul, verde, preto, cinza e dourada indicando menor para maior resistência, porém a análise de resistência elástica entre as faixas demonstrou que a maior variação ocorre entre a transição nas cores preto e cinza, precisando de um maior incremento de força, nessa transição se mostrou o maior valor, precisando desta forma que o fisioterapeuta, ao fazer a mudança entre as faixas, tenha atenção especial no momento da escolha da sobrecarga ao seu paciente. Além disso, foi constatado que há menor incremento de força entre a faixa amarela e a faixa vermelha, com diferença percentual insignificante, portanto sugerindo que a progressão entre as faixas possa ser feita da faixa branca diretamente para a vermelha dentro da prática clínica. Em relação a faixa branca não virá a ser inclusa por possuir força insignificante quando utilizada em um programa de treinamento resistido com pessoas saudáveis.

O teste de 100% de 1-RM da carga elástica foi realizado com o voluntário estando sentado paralelamente ao lado do espaldar em uma cadeira com encosto. O espaldar possui uma altura de 2,30 centímetros com 11 degraus. A distância era de 40 centímetros da cadeira ao espaldar, o voluntário estando sentado deveria estar com o membro superior posicionado no padrão FNP devendo a faixa estar a 55 cm de distância do espaldar ao punho, para isso a faixa deveria estar no penúltimo degrau não demonstrando tensão nenhuma (posição neutra). A faixa elástica era posicionada segundo a fabricante da Thera – Band orientada. Onde a mesma era fixada a um manguito adaptado. Este manguito então era posicionado no punho do indivíduo deixando assim a mão livre para possibilitar a realização do exercício no padrão FNP de maneira correta.

O movimento a realizado para determinação de 1-RM seguiu os padrões do FNP. A partir deste teste, pode, então, ser determinada a carga corresponde a 100% e calculado os valores de 70-80% da carga máxima de 1-RM, onde esta última corresponde à cor da faixa anterior da carga máxima de 100% de 1-RM, respeitando a progressão estabelecida por Santos et al. (2009). Os autores demonstram que a diferença na resistência em torno de 20 a 30% somente acontece da faixa vermelha até a faixa preta obedecendo a progressão descrita anteriormente por Page et al. (2000) e Simoneau et al.(2001)..

### **Avaliação da cirtometria e da manovacuetria**

A avaliação da mobilidade torácica consistiu em três momentos: em repouso, após uma inspiração profunda, lenta e máxima até a capacidade pulmonar total (CPT); e após uma expiração máxima, lenta, até o volume residual (VR).

A diferença entre essas medidas fornece subsídios do grau de expansibilidade e de retração dos movimentos. Estas medidas foram mensuradas com uma fita métrica comum, escalonada em (cm), na região axilar e xifoidiana adaptada com uma alça confeccionada com cadarço de algodão para servir como guia nos deslizamentos das fitas durante os movimentos respiratórios e facilitar a leitura dos valores. A postura dos mesmos era ortostática e o tórax desnudo. Para garantir a confiabilidade, as medidas eram mensuradas três vezes em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor. Essa forma de avaliação possui validade e boa confiabilidade intra – examinador através dos trabalhos de Caldeira et al. (2007).

O manovacuômetro é um aparelho utilizado com o objetivo de verificar a PImáx e a PEmáx, o qual pode ser do tipo analógico ou digital, onde os valores são dados em escala de cmH<sub>2</sub>O. (Pires et al,2006).

Para as medidas das PImáx e PEmáx foi utilizado o manovacuômetro digital (MVD - 300™, Globalmed™, Porto Alegre, Brasil). Primeiramente, os sujeitos eram orientados a permanecer em posição sentada e uma demonstração de como deveria ser efetuado os testes e, então, realizada pelo sujeito, após a colocação de um clipe nasal. Os voluntários eram instruídos a manter os lábios selados firmemente em torno do bocal de forma que nenhum ar escapasse. Além disso, a calibração do equipamento era testada semanalmente, garantindo a confiabilidade dos dados coletados. A PEmáx era mensurada durante o esforço iniciado a partir da Capacidade Pulmonar Total (CPT), enquanto os valores da PImáx era obtido por inspiração a partir do volume residual (VR). Cada voluntário poderia realizar três vezes os esforços de inspiração e expiração máximas tecnicamente satisfatórias, isto é, sem vazamento perioral de ar. Sendo os valores próximos entre si, e tendo o intervalo de um minuto entre as repetições (Ide et al, 2005; Simões et al, 2010).

### **Procedimento Experimental**

Tanto os exercícios de carga fixa quanto os de carga elástica seguiram os procedimentos básicos FNP com o padrão de flexão-abdução-rotação externa e extensão-adução-rotação interna. Era utilizada a técnica específica de reversão de antagonistas com caracterização em reversão dinâmica (incorpora inversão lenta) nos dois tipos de exercício. De acordo com Adler, Beckers, Buck (2007) as técnicas reversão dos antagonistas são baseadas no principio de indução sucessiva, consistindo

reversão dinâmica em uma destas técnicas, onde é dada pela ocorrência da alternância de movimento ativo, de uma direção (agonista) para direção oposta (antagonista), sem interrupção ou relaxamento. Tendo como objetivo aumentar a amplitude ativa do movimento, aumentar a força muscular e resistência.

Durante toda a execução da série houve um estímulo verbal pelo pesquisador orientando o voluntário a seguir os movimentos corretos, respeitando o tempo proposto do teste para todos os participantes.

O horário da realização dos exercícios aconteceu ao fim da tarde. É importante ressaltar sobre os possíveis efeitos dos ritmos circadianos sobre a força muscular, pois existem evidências que no período da tarde e início da noite quando a temperatura central e o metabolismo são próximos dos valores de pico ocorre uma maior capacidade de desempenho (Reilly et al., 2003).

Os voluntários eram então divididos aleatoriamente em três grupos de 10 indivíduos em cada grupo, sendo um grupo com FNP carga elástica (CE), e um grupo FNP com carga fixa (CF) e grupo controle. Onde os mesmos eram submetidos à avaliação da mobilidade torácica através da cirtometria, PImáx e PEmáx pelo manovacuometro, antes e após o período de treinamento.

Os voluntários eram submetidos ao teste para avaliação da carga máxima de 100% de 1-RM e da carga fixa e 100% de 1-RM da carga elástica. Os movimentos realizados para a determinação de 100% de 1-RM seguiu os padrões do FNP.

As intensidades utilizadas nas sessões de exercícios foram as seguintes: 80% de 1-RM de carga fixa e 70-80% de 1-RM de carga elástica.

Os voluntários foram chamados para a realização dos exercícios em outro dia, sendo no período da tarde, respeitando um intervalo de 24 horas entre sessões.

No dia em que a sessão iria ser realizada, a posição do voluntário e a distância estabelecida tanto para a faixa elástica quanto para a carga fixa foi a mesma determinada no dia do teste de carga de 1-RM.

O protocolo de treinamento físico foi constituído por um programa de exercícios que seguirá os padrões do FNP, sendo realizado 3 (três) vezes por semana, durante 4 (quatro) semanas, sendo 3 (três) séries de 10 (dez) repetições, respeitando um intervalo entre as séries de 45 segundos.

Após um mês de realização dos treinamentos com exercícios resistidos de carga elástica e carga fixa os indivíduos eram novamente avaliados através de todos os parâmetros anteriormente realizados, como a mobilidade tórax pela utilização da cirtometria e a força P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub> pelo manovacuometro. Através desses valores, foi feitas as análises dos dados.

### **Análise Estatística**

Os Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Inicialmente foi realizado o teste de Shapiro - Wilk para analisar a normalidade dos dados. Para os dados pareados foi o teste t Students não paramétrico. Para os dados não pareados foi utilizado o teste de Kruskal Wallis *post hoc* Newman Students Keuls. Foi aceito  $p < 0.05$  como valores significantes. Os Programas estatísticos utilizados foram os BioEstat 5.0 (Universidade Federal do Pará, Belém, Pará) e GraphPad Prism 5.0 (Graphpad, Ca, EUA).

### **Resultados**

Houve uma perda amostral de 13 pessoas em todos os grupos experimentais, 4 do grupo carga fixa e carga elástica e 5 do grupo controle. As causas da evasão do estudo

foi 7 por desistência, 5 por iniciar atividade física e uma por ser canhota. A **tabela 1** demonstra os dados antropométricos de cada grupo.

O **gráfico 1** mostra as análises dos valores da Pimáx em relação a CF e CE ao controle. Houve aumento de ambos os grupos intervenção quando comparados ao grupo controle (CF:  $22.6 \pm 10.9$ ; Controle:  $-12.8 \pm 4.7$ ,  $p < 0.01$ / CE:  $28.8 \pm 16.5$ ; Controle:  $-12.8 \pm 4.7$ ,  $p < 0.01$ ). O **gráfico 2** mostra as análises dos valores da Pemáx em relação a CF e CE ao controle. Houve aumento somente no grupo CE quando comparados ao grupo controle (CE:  $17.8 \pm 3.6$ ; Controle:  $-2.4 \pm 5.0$ ,  $p < 0.03$ ).

Quando avaliados a expansibilidade torácica o **gráfico 3** mostra os valores da cirtometria axilar em relação a CF e CE ao controle, sendo que só houve aumento no grupo carga elástica quando comparados ao grupo controle (CE:  $5.4 \pm 1.1$ ; Controle:  $0.7 \pm 0.8$ ,  $p < 0.02$ ), em relação a cirtometria xifoidal não houve aumento em nenhum grupo intervenção em relação ao controle, sendo visualizado no **gráfico 4**.

O **gráfico 5** e o **gráfico 6** mostram a força muscular do membro superior direito treinado através da avaliação de 100% de 1RM nos grupos CF e CE, respectivamente. No grupo CF houve aumento da força comparado antes e após o treinamento muscular (antes:  $7.3 \pm 0.6$ ; depois:  $10 \pm 0.5$ ;  $p < 0.03$ ) e no grupo CE houve igual aumento da força antes e após o treinamento muscular (antes:  $3.5 \pm 0.2$ ; depois:  $5.1 \pm 0.3$ ,  $p < 0.008$ )

## **Discussão**

### **Sumário dos resultados**

O uso de técnicas de treinamento muscular e modalidades terapêuticas são instrumentos utilizados em diversos centro de reabilitações e atualmente tem sido

bastante utilizado em reabilitação cardiorrespiratório, infelizmente a sua utilização é feita de forma empírica, pois há poucos estudos que demonstram os seus efeitos nesses tipos de pacientes, principalmente no ganho da força e da expansibilidade torácica. Pelo nosso entendimento, esse estudo é o primeiro a comparar os ganhos na força e na expansibilidade no uso da técnica de FNP e faixa elástica, no estudo demonstramos os seguintes ganhos: 1) Houve aumento da força muscular inspiratória em ambos os grupos intervenção e ganho da força muscular expiratória no grupo CE; 2) Houve ganho da expansibilidade torácica axilar no uso da CE; 3) O aumento na força muscular respiratória e o da expansibilidade torácica vem acompanhado do ganho da força muscular dos membros superiores a qual está envolvido diretamente na função respiratória.

### **Aumento das forças musculares e expansibilidade torácica**

Estudos anteriores ao atual têm demonstrado que a utilização do conceito FNP associado a carga fixa aumenta a força muscular (Moreno, Silva e Gonçalves, 2005) e a expansibilidade torácica (Moreno et al. 2009). Além disso, estudos ainda não publicados (Lobato, 2011) no nosso grupo de pesquisa demonstrou que o uso da mesma abordagem com o conceito FNP associado com faixas elásticas também são capazes de aumentar a força muscular respiratória, sendo que os dados do nosso estudo mostram que mesmo com a perda amostral, os resultados são os mesmos de estudos anteriores e que a resposta respiratória no uso tanto de CF como com CE possuem efeitos positivos em sua função.

Mesmo com respostas positivas em relação ao ganho de força, infelizmente a perda amostral pode ter influenciado o ganho da expansibilidade torácica, sendo que no estudo atual não foi visualizado ganho da cirtometria axiliar no grupo CF e

cirtometria xifoidal em ambas as cargas, diferentemente do estudo da Moreno et al. (2009) que demonstrou que o uso de pesos associado a técnica de FNP aumenta a expansibilidade torácica ao nível axilar e xifoidal e a amostra do estudo foi de 15 indivíduos em ambos os grupos, intervenção e controle.

No estudo atual, o ganho da força muscular mostrou uma relação direta com o ganho da força muscular dos membros superiores treinados, mesmo parecendo uma relação óbvia, os estudos de Moreno et al (2009), Moreno, Silva e Gonçalves (2005) e de Lobato (2011) não fizeram essa comparação. O novo resultado demonstra a influência direta do ganho muscular respiratório com os músculos que agem no tórax e também nos movimentos apendiculares. Esse resultado demonstra a importância do treinamento não somente dos músculos principais relacionados ao respiração como diafragma e intercostais, mas também do treinamento dos músculos que agem na caixa torácica como peitoral maior e menor, grande dorsal em pacientes com doenças que afetam o funcionamento respiratório.

Outro ponto importante para estudos futuros é a verificação a da atuação dessas técnicas sobre a musculatura do pescoço como esternocleidomastóide e escalenos e que agem na função respiratória. Nenhuma das técnicas utilizada consegue avaliar exclusivamente esses músculos, sendo necessário a utilizar técnicas mais complexas como o aumento do recrutamento elétrico desses músculos como eletromiografia, a qual pode indicar essa afirmativa.

Em relação a comparação do efeito da faixa elástica e pesos, estudos anteriores demonstraram que ambos os dispositivos possuem influencias iguais na atividade muscular e no ganho de força muscular (Colado et al., 2010; Witt, Talbott e Kotowski, 2011), o estudo atual reforça a ideia que ambos os dispositivos possuem efeitos parecidos, mas um ponto interessante notado no estudo necessita ser

investigado, quando observamos a carga aproximada utilizada no grupo CE (média =  $3.5 \pm 0.2$ ) e na carga utilizada no grupo CF (média =  $7.3 \pm 0.6$  Kg), notamos uma diferença visível em ambas as cargas com respostas fisiológicas iguais, essa diferença pode ser devido a uma avaliação errônea da carga em quilogramas da carga elástica ou melhores estudos necessitam ser realizados devido a diferença da contração produzida quando realizamos exercícios com carga fixa, do tipo isotônica, e da carga elástica, do tipo auxotônica (Powers & Howley, 2000).

### **Conclusão**

Independente do instrumento terapêutico utilizado, pesos ou faixa elástica, ambos possuem atividade direta sobre o funcionamento torácico. Infelizmente, a perda amostral pode ter influenciado o resultado final, necessitando de estudos com maior quantidade de voluntários e populações com doenças que afetam ao sistema respiratório.

### **Referência**

ADLER, Susan S; BECKERS, Dominick; BUCK, Math. **PNF Facilitação neuromuscular proprioceptiva: um guia ilustrado**. 2 ed. São Paulo: Manole; 2007.

LOBATO, Arianne Nunes. Efeito da facilitação neuromuscular proprioceptiva com o membro superior associado à faixa elástica sobre força muscular respiratória. Um estudo controlado randomizado. Trabalho de Conclusão de Curso. 2011. Universidade Federal do Amazonas - Instituto de Saúde e Biotecnologia.

BIANCHI, P. D. et al. Avaliação do treinamento de força e resistência muscular respiratória com manovacuômetro e com carga linear pressórica. **Revista Digital** - Buenos Aires. Setembro de 2009.

BORGUI-SILVA, A. et al. Medida da amplitude tóraco-abdominal como método de avaliação dos movimentos do tórax e abdome em indivíduos jovens saudáveis. **FISIOTERAPIA BRASIL**, v.7, n.1, p.25-29, 2006.

CALDEIRA, S. C. et al. Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. **J Bras Pneumol.** 2007; 33(5): 519-26.

CELLI, B.R. The clinical use of upper extremity exercise. **Clin chest med**, v.15, n.2, p.339-349, 1994.

CONLEE, R. K. Amphetamine, caffeine and cocaine. In: D.R. Lamb, M.H. Williams (Eds.) **Ergogenics: Enhancement of Performance in Exercise and Sport.** (pp 285-310) New York: Benchmark Press.1991.

COSTA, D. et al. Avaliação da força muscular respiratória e amplitudes torácicas e abdominais após a RFR em indivíduos obesos. **Rev. Latino-am. Enfermagem**, v.11, n.2, p.156-160, 2003.

GODOI, J. A; ISHIDA, R. S. Comparação da eficácia de alongamento passivo e facilitação neuromuscular. **Rev Bras Postura Mov**, v.1, n.1, p.5-12, out.1997.

COLADO JC, X GM, PELLICER M, ALAKDHDAR Y, BENAVENT J, CABEZA - RUIZAR R. Comparison of Elastic Tubing and Isotonic Resistance Exercises. *Inter J Sports Med.* 2010; 31(11): 810-7.

GOLDSTEIN E, Jacobs P; Whitehurst M; Pnhollow T and Antonio J. Caffeine enhances upper body strength in resistance – trained women. **Journal of the international society of sports nutrition.** 2010, 7:18.

IDE, M. R., et al. Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strenght in healthy aged persons. **Clinics**, v.60 (2), p. 151-158, 2005.

LARSON, J. L. et al. Discontinuos incremental threshold loading test.Measurement of respiratory muscle endurance in patients ith COPD. **Chest**, v. 115, p. 60-67,1999.

LOSSES, J. F. et al. Quantificação da resistência oferecida por bandas elásticas.**Revista Brasileira de Ciências do Esporte.** v.24, n.1 p.61-72, set., 2002.

MASSON, C. R. et al. Prevalência de sedentarismo nas mulheres adultas da cidade de São Leopoldo Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Saúde pública.** v.21, n.6, p.1685-1694, nov.-dez., 2005.

MORENO, M. A; SILVA, E; ZUTTIN, R. S; GONÇALVES, M. Efeito de um programa de treinamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre a mobilidade torácica. **Fisioterapia e Pesquisa**. São Paulo, v.16, n.2, p, 161-5, abril\jun. 2009.

MORENO, Marlene. A; SILVA, E; GONÇALVES, M. O efeito das técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptivo-método Kabat- nas pressões respiratórias máximas. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v.18, n.2, p. 53-61, abr./jun., 2005.

NEDER, J. A.; et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brasilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32(6), p. 719-727, 1999.

OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. **Neuropsychology**. 1971; 9:97-113.

PAGE, P. et al. Developing resistive exercise programs using Thera-Band elastic bands e tubing [S.L: s.n], 2003. Disponível em:< <http://www.thera-band.com/>>. Acesso em: 19 nov. 2010.

PIRES, G. et al. Avaliação da pressão inspiratória em crianças com aumento do volume de tonsilas. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v. 71 (5) set./out., 2006.

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

RAMIRES – SARMIENTO A, OROZCO – LEVI M, GUELL R, BARREIRO E, HERNANDEZ N, MOTA S, SANGENIS M, BROQUETAS JM, CASAN GEA J. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(11):1491-7.

REILLY, T; ATKINSON, G; WATERHOUSE, J. **Cronobiologia e desempenho humano**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

ROSA FILHO, B. J. Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva. **Fisioweb**. 2002. Disponível em: <<http://www.fisioweb.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

SIMONEAU, Guy G. et al. Biomechanics of elastic resistance in therapeutic exercise programs. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v.31, n.1, p.16-24, jan, 2001.

SIMÕES, Rodrigo P. et al. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo state. **Rev Bra Fisioter**. v. 14, n. 1, p. 60-7, jan, 2010.

SANTOS, Gilmar M. et al. Avaliação da resistência de faixas elásticas. **Rev Bras Fisioter**. São Carlos. V. 13, n. 6, p. 521-6, Nov, 2009.

VI Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. **Arquivos brasileiros de cardiologia**. p.08-14, mar. 2010.

VOSS, Dorothy E; IONTA, Marjorie K; MYERS, B. **Facilitação neuromuscular proprioceptiva**. São Paulo: Médica Panamericana, 1987.

WITTI D, TALBOTT N, KOTOWSK S. Electromyography activity of scapular muscle during diagonal patterns using elastic resistance and free weights. **Inter J Sports Phy Thr**. 2011; 6(4):322–32.

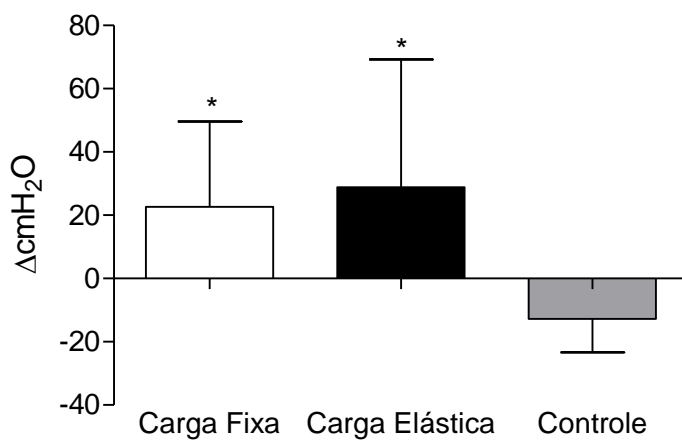
**Tabela 1.** Dados Antropométricos da amostra. Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.

	Grupo Controle	Grupo Tratado	Grupo Controle
Idade	20 $\pm$ 1.5	20 $\pm$ 2.0	19 $\pm$ 0.8
Peso	62 $\pm$ 7.0	65 $\pm$ 5.6	62 $\pm$ 5.4
Altura	1.54 $\pm$ 0.9	1.53 $\pm$ 0.6	1.51 $\pm$ 0.7
PAS	101 $\pm$ 13.0	100 $\pm$ 12.0	101 $\pm$ 11.0
PAD	61 $\pm$ 4.5	61 $\pm$ 4.6	58 $\pm$ 4.0
Pimáx	91 $\pm$ 2.0	88 $\pm$ 2.0	91 $\pm$ 1.5
Pemáx	85 $\pm$ 3.2	84 $\pm$ 2.3	86 $\pm$ 1.2

PAS = Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica; Pimáx = Pressão inspiratória máxima; Pemáx = Pressão expiratória máxima.

**Gráfico 1.** Valores da Pimáx nos grupos Carga Fixa, Carga elástica e Controle.

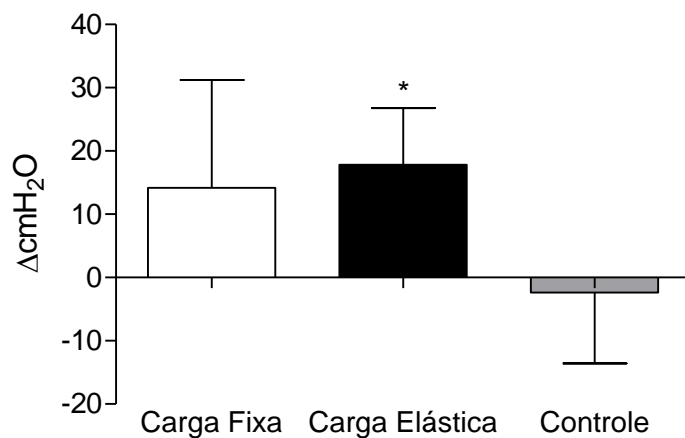
Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.



\* $p < 0.01$  Controle X Cargas

**Gráfico 2.** Valores da Pemáx nos grupos Carga Fixa, Carga elástica e Controle.

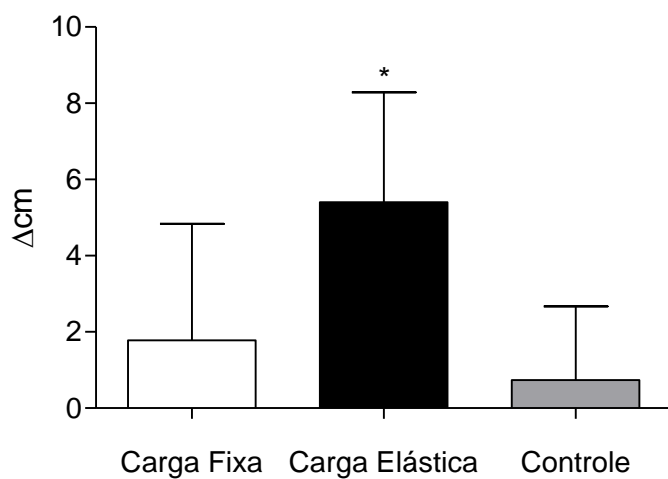
Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.



\* $p < 0.03$  Controle X Carga Elástica

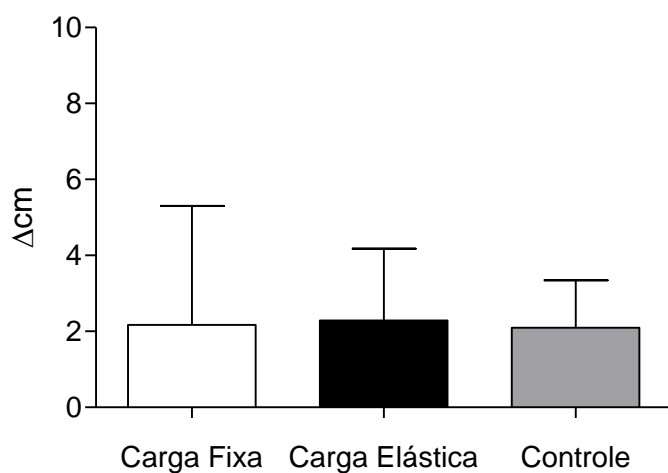
**Gráfico 3.** Valores da Cirtometria axilar nos grupos Carga Fixa, Carga elástica e

Controle. Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.

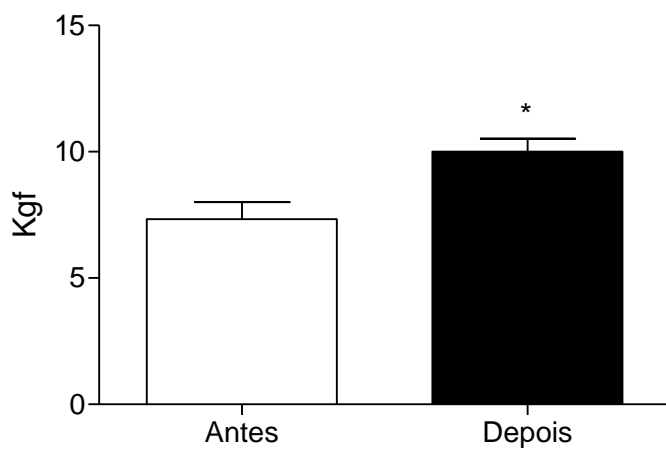


\* $p < 0.02$  Controle X Carga Elástica

**Gráfico 4.** Valores da Cirtometria xifoidal nos grupos Carga Fixa, Carga elástica e Controle. Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.

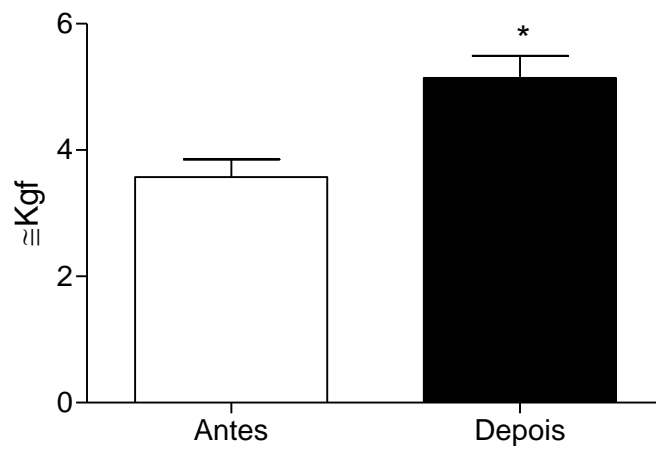


**Gráfico 5.** Valores do 100% de 1 RM nos grupo Carga Fixa. Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.



\* $p < 0.03$  Antes X Depois

**Gráfico 6.** Valores do 100% de 1 RM nos grupo Carga Elástica. Valores expressos em média  $\pm$  Desvio padrão.



\* $p < 0.008$  Antes X Depois