

Luana Santos Teixeira  
Layza Jaqueline da Cruz

**EXERCÍCIO INSPIRAÇÃO MÁXIMA SUSTENTADA E ESPIROMETRIA DE  
INCENTIVO: comparações e aplicabilidade clínica**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2017

Luana Santos Teixeira  
Layza Jaqueline da Cruz

**EXERCÍCIO INSPIRAÇÃO MÁXIMA SUSTENTADA E ESPIROMETRIA DE  
INCENTIVO: comparações e aplicabilidade clínica**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: M.<sup>a</sup> Liliane Patrícia de Souza Mendes

Co-orientadora: Profa. Dra. Verônica Franco Parreira

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2017

Seja a mudança que você deseja ver no mundo

Mahatma Gandhi

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos permitir concluir mais uma etapa e por sempre nos guiar com bom ânimo, paz e sabedoria.

Aos nossos pais e irmãos, por sempre acreditarem em nosso potencial, por estarem ao nosso lado nos dando força e sendo nossa base. Aos que amamos pelo apoio, dedicação e carinho, principalmente nos momentos difíceis. Obrigada por compreenderem nossa ausência!

À nossa orientadora Liliane P. de Souza Mendes, por nos despertar o interesse pela pesquisa, transmitir seus conhecimentos com tanta dedicação, atenção e respeito. Mesmo com toda distância física sempre esteve presente, com disponibilidade e interesse em nos ajudar. Você é um exemplo e inspiração para nós! Gratidão pelo nosso trabalho!

À Profa. Dra. Verônica Franco Parreira, agradecemos pela oportunidade de ingressarmos na pesquisa. Obrigada pela atenção, confiança, apoio, ensinamentos e incentivo!

A Profa. Daniella Soares Rocha Vieira pela atenção e contribuição durante essa etapa.

À Bianca Carmona pelo apoio e disponibilidade em nos ajudar, em meio a tantos desafios. Te desejamos todo sucesso!

À toda equipe do LabCare pelo enriquecimento acadêmico e apoio. Ao Hugo Alves, a Giane Amorim, a Susan Martins por sempre estarem disponíveis para nos escutar e tirar nossas dúvidas. A Bruna Mara pela sua gentileza em sempre nos ajudar. As queridas Betina França e Joyce Miranda por compartilhar as tardes de pesquisa.

À Larissa Borges e Letícia Mendonça pelo companheirismo, entusiasmo, pela troca de conhecimento e por compartilharem desse desafio maravilhoso conosco.

À todos os nossos amigos por tornarem a graduação mais leve e divertida.

Aos voluntários desta pesquisa pela atenção, disponibilidade e paciência. Suas participações foram fundamentais para concluirmos essa etapa.

## RESUMO

**Introdução:** Os exercícios respiratórios podem ser executados por meio de respirações voluntárias controladas ou associados à utilização de dispositivos, como os espirômetros de incentivo (EI). O EI é de uso individual e sua maior aplicabilidade ocorre durante o pós-operatório, o que pode ser oneroso tanto para a instituição quanto para o paciente. Sua execução se assemelha ao exercício inspiração máxima sustentada (EIMS), tendo o mesmo princípio fisiológico. Dessa forma, o EIMS, poderia ser uma alternativa interessante para utilização na prática clínica em substituição à EI, uma vez que não impõe custos. **Objetivo:** Comparar os efeitos do espirômetro de incentivo a fluxo (EI-F), do espirômetro de incentivo a volume (EI-V) e do EIMS sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis. **Método:** Participaram desse estudo 16 indivíduos, de ambos os sexos, com média de idade de  $28 \pm 5$  anos e com prova de função pulmonar normal. Os indivíduos foram avaliados por meio da pletismografia optoeletrônica em decúbito dorsal com inclinação de tronco de  $45^\circ$  durante a respiração tranquila e durante o EI-F, o EI-V e o EIMS. Os dados foram apresentados como medidas de tendência central e dispersão. As comparações entre os exercícios e os períodos de repouso prévios a eles foram conduzidas via Teste t dependente ou *Wilcoxon* de acordo com a distribuição da variável. As comparações entre os exercícios foram feitas a partir da análise de deltas. Para os dados com distribuição normal, foi utilizada ANOVA para medidas repetidas com um fator (exercícios respiratórios). Para os dados não paramétricos, foi utilizado teste de *Friedman*. As análises *post hoc* foram conduzidas via teste de *Bonferroni* e *Wilcoxon*, respectivamente. Um nível de significância prévio de 5% foi estabelecido. **Resultados:** Os resultados do presente estudo demonstraram que todos os exercícios respiratórios avaliados foram capazes de promover aumento significativo do volume corrente da parede torácica ( $VC_{pt}$ ), do percentual de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente ( $V_{cpt}\%$ ), do tempo inspiratório ( $T_i$ ) e do fluxo inspiratório médio ( $VC_{pt}/T_i$ ) quando comparados ao repouso. Foram observados ainda redução da frequência respiratória ( $f$ ) e do percentual de contribuição do abdômen para o volume corrente ( $V_{ab}\%$ ). Na comparação entre os exercícios, o uso do EI-V promoveu aumento significativo do  $T_i$  e apresentou menores valores de  $VC_{pt}/T_i$  comparado ao EI-F. Durante o uso do EI-F, foram observados valores significativamente maiores para a escala de Borg, quando comparado ao demais exercícios. Não foi observada assincronia entre caixa torácica (CT) e abdômen durante os exercícios quando comparados ao repouso para nenhuma das variáveis

avaliadas. Para o ângulo de fase entre CT pulmonar e abdominal, foi observado redução apenas durante a realização dos espirômetros. Enquanto que, para a relação de fase inspiratória, entre estes mesmos compartimentos, todos os exercícios reduziram a assincronia.

**Conclusão:** Nossos resultados demonstraram que o EIMS foi equivalente aos espirômetros e, dessa forma, seria uma alternativa interessante para uso clínico nos casos de impossibilidade de aquisição de ambos os equipamentos. No entanto, o *feedback* visual proporcionado pelos instrumentos deve ser considerado e estudos futuros avaliando a adesão e preferência dos pacientes ao realizarem exercícios com ou sem recursos devem ser realizados.

**Palavras-chave:** Espirometria de incentivo. Exercícios respiratórios. Pletismografia optoeletrônica. Padrão respiratório. Movimento toracoabdomina. Assincronia.

## ABSTRACT

**Introduction:** Breathing exercises can be performed by voluntary control of breaths or associated with devices, such as incentive spirometers (IS). The IS are for personal use and its greater applicability occurs during post operative period, which can be costly for both the institution and the patient. Its execution resembles the sustained maximal inspiration exercise (SMI) and both share the same physiological principles. Therefore, in clinical practice, the SMI could be an interesting alternative instead of the IS as it does not impose costs.

**Objective:** To compare the effects of flow-incentive spirometer (F-IS), volume-incentive spirometer (V-IS) and SMI on respiratory pattern and thoracoabdominal motion in healthy subjects.

**Method:** Sixteen individuals of both sexes, who had a mean age of  $28 \pm 5$  years and normal pulmonary function participated in this study. Breathing pattern and thoracoabdominal motion were assessed by optoelectronic pletismography in a supine position with trunk inclination of  $45^\circ$  during quiet breathing and during F-IS, V-IS, and SMI. Data were presented as measures of central tendency and dispersion. Comparisons between the exercises and rest periods prior to the exercises were conducted via Wilcoxon and dependent t-test, according to data distribution. Comparisons between exercises were performed considering the delta analysis. When data had a normal distribution, for repeated measures ANOVA was used with one factor (breathing exercises). For the non-parametric data, Friedman's test was used. Post hoc analyzes were conducted via Bonferroni and Wilcoxon tests, respectively. A significance level of 5% was established.

**Results:** All respiratory exercises were capable of promoting a significant increase in the chest wall tidal volume ( $V_{cw}$ ), pulmonary rib cage percent contribution ( $V_{rcp}\%$ ), inspiratory time (Ti), and mean inspiratory flow ( $VC_{cw}/Ti$ ), when compared to rest. Moreover, there was a reduction in the respiratory rate (RR) and in the % of abdominal percent contribution ( $V_{ab}\%$ ). In the comparison among the exercises, the use of V-IS promoted a significant increase of Ti and presented lower values of  $VC_{cw}/Ti$  compared to F-IS. Significantly greater values in the Borg scale during the use of the F-IS were found when compared to the other exercises. No asynchrony between the chest wall (CW) and abdomen (AB) was observed during the exercises when compared to rest in none of the assessed variables. A reduction between pulmonary rib cage and abdominal rib cage was observed in the phase angle only during the use of IS. Among the same compartments, all the exercises reduced asynchrony in the inspiratory phase ratio.

**Conclusion:** The results demonstrated that the SMI was equivalent to the use of IS. Therefore, the SMI is an



alternative for clinical practice in cases of impossibility of acquiring the IS. However, the visual feedback permitted only by the IS should be taken into account and future examinations assessing patients' compliance and preferences when performing exercises with or without such resources, should be considered.

**Keywords:** Incentive spirometer. Breathing exercises. Optoelectronic plethysmography. Breathing pattern. Thoracoabdominal motion. Asynchrony.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Posicionamento dos 89 marcadores para coletas nas posições sentada e ortostatismo .....	19
FIGURA 2- Triângulos tetraedros formados pelos marcadores utilizados na computação do volume em cada um dos compartimentos da parede torácica. ....	20
FIGURA 3A - Ferramenta utilizada para o primeiro procedimento de calibração do sistema de pletismografia optoeletrônica, com identificação dos seus diferentes eixos (X, Y e Z). ....	22
FIGURA 3B, 3C e 3D - Alguns movimentos realizados durante o segundo procedimento de calibração do sistema, utilizando-se o eixo X da ferramenta de calibração, destacado em vermelho, nos planos de movimento frontal, sagital e transversal, respectivamente.....	22
FIGURA 4 ó Espirômetro de incentivo a fluxo <i>Respiron</i> ® NCS, Barueri, Brasil.....	26
FIGURA 5 ó Espirômetro de incentivo a volume <i>Spiro-Ball</i> ®, Leventon, Espanha.....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AB: abdômen
- cm: centímetro
- COEP: Comitê de ética em pesquisa
- CT: caixa torácica
- CTA: caixa torácica abdominal
- CTP: caixa torácica pulmonar
- DP: desvio-padrão
- EAA: escore ajustado de atividade
- EEFFTO: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
- EI: espirômetro de incentivo
- EI-F: espirômetro de incentivo a fluxo
- EIMS: exercício respiratório inspiração máxima sustentada
- EI-V: espirômetro de incentivo a volume
- EMA: escore máximo de atividade
- *f*: frequência respiratória
- FIG.: figura
- H: homens
- IMC: índice de massa corporal
- Kg: quilograma
- L: litros
- LabCare: Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório
- M: mulheres
- ml: mililitros
- PA: pressão arterial
- PAH: Perfil de atividade humana
- PhAng: ângulo de fase
- PhRIB: relação de fase inspiratória
- POE: pletismografia optoeletrônica
- SpO2: saturação periférica de oxigênio
- TCLE: Termo de Consentimento Livre Esclarecido

- $T_i$ : tempo inspiratório
- UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
- $V_{ab}$  (%): porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente
- $VC_{pt}$ : volume corrente da parede torácica
- $VC_{pt}/T_i$ : fluxo inspiratório médio
- $V_{cta}$  (%): porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente
- $V_{ctp}$  (%): porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente
- VE: ventilação minuto
- V/Q: ventilação/perfusão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivo.....	17
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 Tipo de estudo.....	17
2.2 Local de realização.....	17
2.3 Amostra.....	17
2.3.1 <i>Participantes</i> .....	17
2.3.2 <i>Critérios de inclusão</i> .....	18
2.3.3 <i>Critérios de exclusão</i> .....	18
2.4 Aspectos éticos.....	18
2.5 Principal instrumento de medida.....	18
2.5.1 <i>Pletismografia optoeletrônica (POE)</i> .....	18
2.6 Instrumentos de medida complementares.....	23
2.6.1 <i>Espirômetro</i> .....	23
2.6.2 <i>Oxímetro de pulso</i> .....	23
2.6.3 <i>Balança calibrada</i> .....	24
2.6.4 <i>Estetoscópio e esfigmomanômetro</i> .....	24
2.6.5 <i>Perfil de Atividade Humana (PAH)</i> .....	24
2.6.6 <i>Escala de Borg Modificada</i> .....	25
2.7 Modo de realização dos exercícios respiratórios.....	25
2.7.1 <i>Espirometria de incentivo a fluxo</i> .....	25
2.7.2 <i>Espirometria de incentivo a volume</i> .....	26
2.7.3 <i>Exercício respiratório inspiração máxima sustentada</i> .....	28
2.8 Variáveis Analisadas.....	28
2.8.1 <i>Variáveis Primárias</i> .....	28
2.8.2 <i>Variáveis Secundárias</i> .....	28
2.9 Procedimentos.....	29
2.10 Redução dos dados.....	30
2.11 Cálculo de amostra.....	31
2.12 Análise estatística.....	31

<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
3.1 Artigo .....	31
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A fisioterapia dispõe de recursos terapêuticos que são capazes de alterar o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal, dentre eles se encontram os exercícios respiratórios. Eles são capazes de priorizar um compartimento em relação ao outro e objetivam restaurar o padrão respiratório normal, melhorar a troca gasosa, reexpandir o tecido pulmonar colapsado e aumentar o volume corrente.<sup>1,2</sup>

Os exercícios respiratórios podem ser executados por meio de respirações voluntárias controladas ou associados à utilização de dispositivos, como os espirômetros de incentivo. Esses equipamentos são produzidos para auxiliar e estimular os indivíduos a realizarem os exercícios, por meio de um estímulo visual. Além disso, são portáteis, de fácil manuseio e de dois tipos: os orientados à fluxo (EI-F), nos quais um fluxo predeterminado deve ser atingido; e os orientados volume (EI-V), nos quais um volume predeterminado deve ser atingido<sup>3</sup>. Os espirômetros mais comuns em nosso meio são: *Respiron*® (NCS, Barueri, Brasil) - modelo a fluxo e *Voldyne*® (Hudson RCI, Temecula, CA, USA) e *Spiro-Ball*® (Leventon, Espanha) - modelos a volume.

Os EI-F não têm marcação de volume e a geração do fluxo ocorre por meio de um esforço inspiratório que seja suficiente para elevar as esferas. Ao contrário do EI-F, o EI-V possui um marcador que indica o volume a ser alcançado, podendo esse ser previamente estabelecido<sup>3</sup>. Para atingir o volume determinado é preciso elevar o pistão, também através de esforço inspiratório, ao mesmo tempo em que se controla a qualidade do fluxo que está sendo gerado, que pode ser acompanhada por meio da posição e movimentação de indicadores, que variam de acordo com o modelo escolhido.

A espirometria de incentivo vem sendo utilizada desde 1973, primariamente com o objetivo de reverter o processo fisiopatológico das complicações pós-operatórias, que em sua grande maioria são resultantes de um padrão anormal de ventilação adotado pelo paciente após processo cirúrgico<sup>4</sup>. Dessa forma, a espirometria de incentivo teria por objetivo manter os alvéolos insuflados, imitando o mecanismo de suspiros que ocorre na fisiologia respiratória normal. Em 1985, O'Donohue<sup>5</sup> destacou o uso da espirometria de incentivo em 95% dos locais avaliados no pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais nos hospitais dos Estados Unidos da América.

Apesar desse instrumento ter sido idealizado há mais de 40 anos e ter ampla utilização na prática clínica dos fisioterapeutas, observa-se uma falta de consenso na literatura

no que diz respeito a orientação para execução desse recurso<sup>5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18</sup>. Para realização do EI-F Santos *et al.*<sup>8</sup> instruem a elevação das três esferas, com sustentação destas no ar pelo maior tempo possível; Parreira *et al.*<sup>17</sup> e Tomich *et al.*<sup>6</sup> a elevação das duas primeiras esferas; Paisani *et al.*<sup>14</sup> e Lunardi *et al.*<sup>15</sup> inspirações lentas sustentadas por 5 segundos, sem especificação do número de esferas a serem elevadas; Renault *et al.*<sup>18</sup> inspirações lentas até atingir o nível demarcado no cilindro mantendo a partir daí a sustentação da inspiração; Kumar *et al.*<sup>9</sup> e Tomich *et al.*<sup>7</sup> inspirações lentas e profundas; Alapharti *et al.*<sup>10,11</sup> inspirações profundas e sustentadas por 5 a 10 segundos e Yamaguti *et al.*<sup>12</sup> e Udayamala *et al.*<sup>13</sup> inspirações lentas e profundas sustentadas por 3 segundos.

Para execução do EI-V também são observadas diferentes instruções. Tomich *et al.*<sup>6,7</sup> e Santos *et al.*<sup>8</sup> orientam a realização de inspirações máximas; Kumar *et al.*<sup>9</sup> inspirações lentas e profundas; Alapharti *et al.*<sup>10,11</sup> inspirações profundas sustentadas por 5 a 10 segundos; Yamaguti *et al.*<sup>12</sup> e Udayamala *et al.*<sup>13</sup> inspirações lentas e profundas sustentadas por 3 segundos e Paisani *et al.*<sup>14</sup> e Lunardi *et al.*<sup>15,16</sup> por 5 segundos. Parreira *et al.*<sup>17</sup> determinam o volume a ser atingido no EI-V a partir do cálculo de 3 vezes o valor do volume corrente médio de indivíduos adultos.

Segundo *guideline* proposto pela *American Association for Respiratory Care*<sup>19</sup>, para a execução da espirometria de incentivo, deve ser orientada uma inspiração lenta e profunda, até capacidade inspiratória, com a finalidade de elevar a esfera (EI-F) ou o pistão (EI-V) até o alvo desejado. Quando atingida a inspiração máxima, o bocal deve ser removido mantendo uma pausa pós-inspiratória de pelo menos 5 segundos seguida de uma exalação normal. Recentemente, Armstrong em uma atualização sobre porque, quando e como utilizar a espirometria de incentivo manteve as mesmas instruções, mudando o intervalo da sustentação para 3 a 5 segundos<sup>20</sup>.

Estudos prévios demonstraram que o EI-F apresenta desvantagens comparado ao EI-V já que impõe maior trabalho muscular<sup>3,21,6,14,15</sup>, maior frequência respiratória<sup>7,6</sup>, maior fluxo inspiratório<sup>6</sup> e maior tempo inspiratório<sup>6,14,15</sup>.

Para a realização da espirometria de incentivo, é necessária a geração de um esforço inspiratório máximo, por via oral de forma lenta, seguido por pausa pós-inspiratória e expiração até capacidade residual funcional<sup>20</sup>. Essa manobra também pode ser realizada sem o uso deste recurso instrumental, por meio do exercício respiratório inspiração máxima sustentada (EIMS)<sup>22</sup>. Este exercício visa aumentar o volume pulmonar e melhorar a relação ventilação/perfusão (V/Q) em pacientes com redução da complacência pulmonar<sup>22</sup>. Apesar de



ser um exercício de simples execução, há relatos sobre sua eficácia em promover aumento do volume corrente, do volume minuto e redução da frequência respiratória<sup>23</sup>.

### 1.1 Justificativa

A realização do presente estudo se deu pela necessidade em se buscar mais informações sobre os mecanismos envolvidos durante a execução de três exercícios: EI-F, EI-V e EIMS. Os espirômetros foram escolhidos por serem recursos amplamente utilizados na prática clínica<sup>5,7,9,10,14,19,20,24,8,12</sup> e o EIMS por compartilhar da mesma manobra de execução e princípio fisiológico dos espirômetros<sup>23</sup>. Dessa forma, torna-se importante verificar as implicações e diferenças entre realizar inspirações lentas e profundas com diferentes recursos ou sem o uso de instrumentos com a finalidade de se atingir um mesmo objetivo.

Considerando que o espirômetro de incentivo é um instrumento de uso individual e sua maior aplicabilidade ocorre durante períodos de pós-operatório, a utilização deste recurso pode ser onerosa tanto para a instituição quanto para o paciente, tornando sua aquisição muitas vezes pouco viável. Considerando ainda as desvantagens do EI-F comparado ao EI-V, o EIMS, pode ser uma alternativa interessante para utilização na prática clínica, já que compartilha do mesmo princípio fisiológico e não impõe custos.

Embora muito utilizados na prática clínica, ainda não está totalmente elucidado quais mecanismos estão envolvidos na realização desses exercícios. Dessa forma, a pletismografia optoeletrônica (POE) é um instrumento que possibilita analisar de forma tricompartimental as variações de volume da parede torácica, permitindo, assim, um estudo mais minucioso sobre a influência desses exercícios na ventilação dos diferentes compartimentos: caixa torácica (CT) pulmonar (CTP), CT abdominal (CTA) e abdômen (AB)<sup>25</sup>.

Dentro do nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a comparar os efeitos desses recursos com o exercício respiratório inspiração máxima sustentada.

## 1.2 Objetivo

Comparar os efeitos da espirometria de incentivo a fluxo, da espirometria de incentivo a volume e do exercício respiratório inspiração máxima sustentada sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis.

## 2 MATERIAIS E MÉTODO

### 2.1 Tipo de estudo

Estudo quasi-experimental.

### 2.2 Local de realização

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare), do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

### 2.3 Amostra

#### 2.3.1 Participantes

A amostragem foi não probabilística. Os participantes foram recrutados da comunidade em geral.

#### 2.3.2 Critérios de inclusão

Indivíduos saudáveis com idade entre 20 e 40 anos; índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,99Kg/m<sup>2</sup>; ausência de distúrbios ventilatórios de qualquer ordem na prova de função pulmonar de acordo com os valores previstos por Pereira *et al.*<sup>26</sup>; não relatar

a presença de doenças neuromusculares; e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1).

### 2.3.3 Critérios de exclusão

Incapacidade de compreender e/ou realizar algum dos procedimentos propostos para coleta de dados.

## 2.4 Aspectos éticos

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 59190316.3.0000.5149) e a coleta de dados foi iniciada somente após aprovação do mesmo.

## 2.5 Principal instrumento de medida

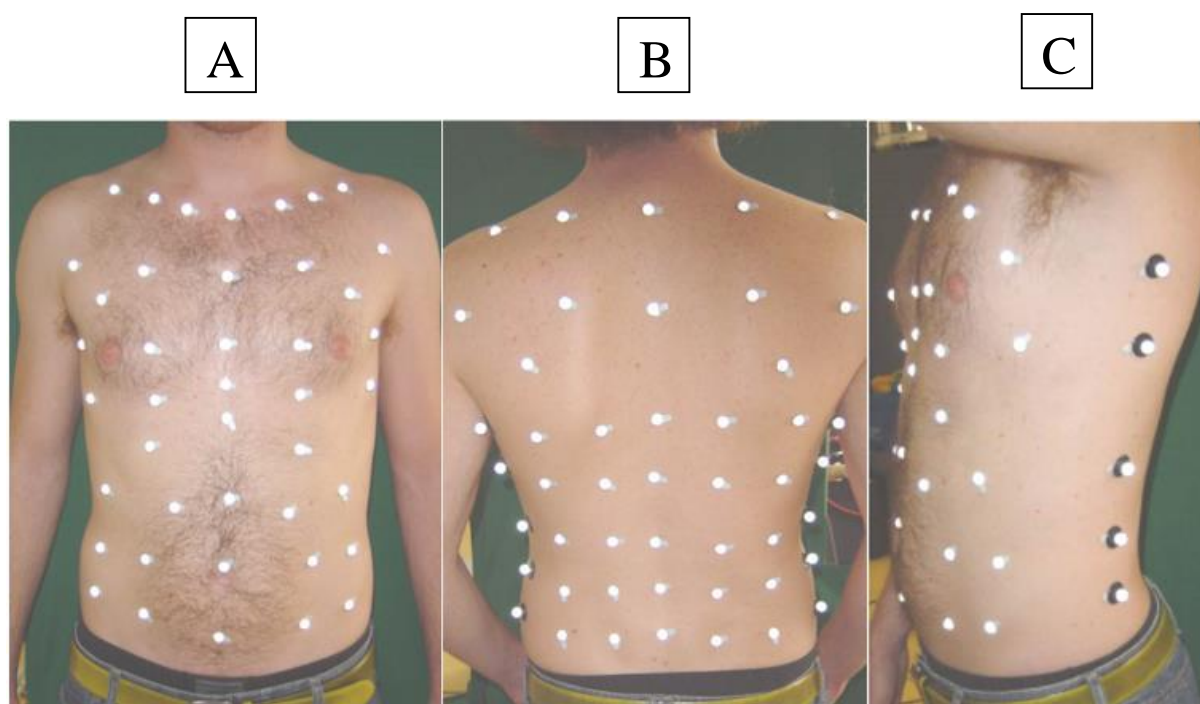
### 2.5.1 Pletismografia optoeletrônica (POE)

A pletismografia optoeletrônica (BTS Bioengineering, Milão, Itália) é um instrumento não invasivo capaz de avaliar o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal por meio da medida indireta dos volumes da parede torácica e de seus compartimentos: CTP, CTA e AB<sup>23,27</sup>.

O instrumento mede os deslocamentos e posições dos marcadores que são fixados sobre a pele do indivíduo por meio de uma fita hipoalérgica bi-adesiva. Os marcadores são posicionados em pontos anatômicos específicos na região do tórax, medem cerca de 5-10 milímetros, têm formato esférico ou hemiesférico e são de material reflexivo<sup>25</sup>. Para coletas realizadas nas posições sentada ou ortostática, são utilizados 89 marcadores e para as coletas

nas posições supina ou supina com inclinação de tronco, são posicionados 52 marcadores<sup>27</sup>. Nas posições ortostática e sentada, os marcadores são dispostos em sete linhas horizontais entre as clavículas e a espinha íliaca ântero-superior e linhas posteriores equivalentes<sup>25</sup>. Os marcadores verticais são organizados ao longo das linhas horizontais em cinco linhas anteriormente e posteriormente e mais duas linhas nas regiões medioaxilares (FIGURA. 1). Na posição supina ou supina com inclinação de tronco apenas os marcadores da região anterior e lateral do tórax são utilizados.

FIGURA 1 ó Posicionamento dos 89 marcadores para coletas nas posições sentada e ortostatismo

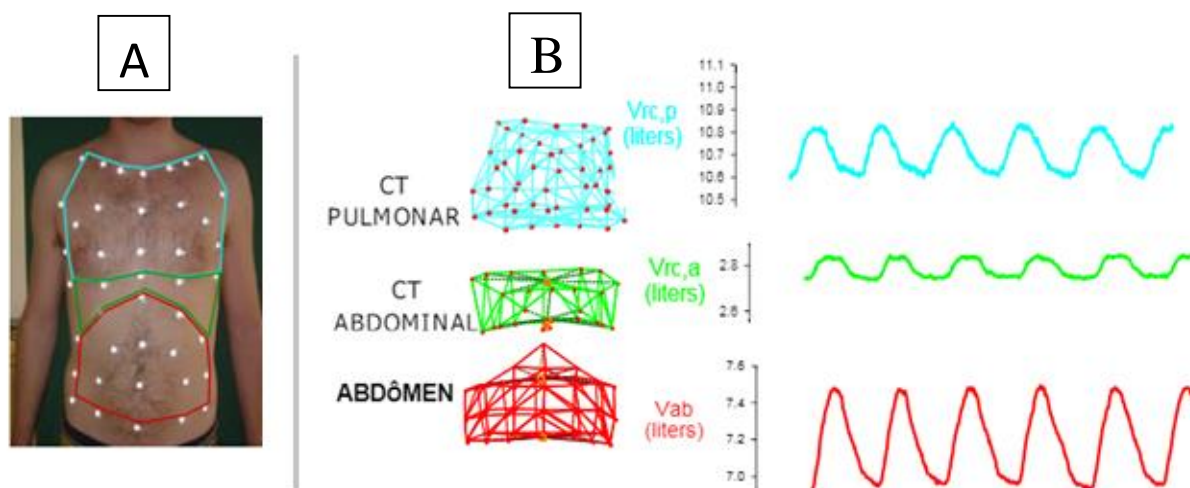


Nota: 42 marcadores são posicionados anteriormente (A), 37 posteriormente (B) e 10 lateralmente, sendo 5 em cada região medioaxilar(C).

Fonte: BTS BIOENGINEERING, 2011, p.12-13 e 18<sup>28</sup>.

O ponto de divisão entre a CTP e a CTA está localizado no nível do processo xifóide, enquanto o limite entre a CTA e AB localiza-se ao longo da margem costal anteriormente e no nível do ponto mais baixo da margem costal inferior e posteriormente<sup>27,29</sup>(FIGURA. 2).

FIGURA 2 - Triângulos tetraedros formados pelos marcadores utilizados na computação do volume em cada um dos compartimentos da parede torácica



Nota: Delimitação dos três compartimentos da parede torácica na vista anterior (A). Modelos geométricos e respectivos traçados relativos ao volume gerado em cada um dos três compartimentos (B). CT refere-se à caixa torácica.

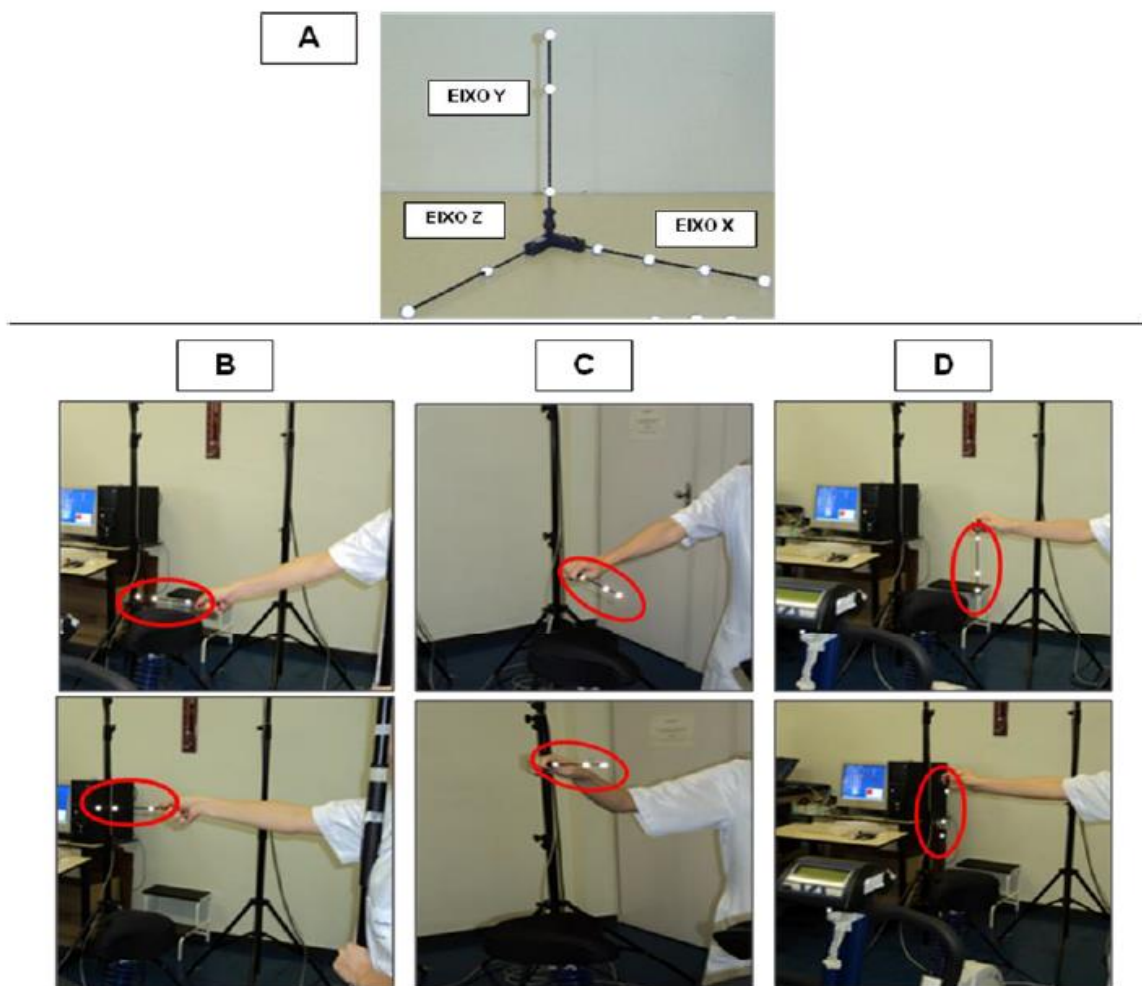
Fonte: VIEIRA, 2011, p. 42<sup>29</sup>.

O sistema é composto por no mínimo quatro câmeras especiais sincronizadas do tipo CCD (*charge-coupled-device*), que emitem luz infravermelha em direção aos marcadores. Os raios infravermelhos emitidos são refletidos pelos marcadores e recaptados pelas câmeras<sup>27</sup>. Dessa forma, o sinal é computado em um processador que determina a posição bidimensional de cada marcador para cada câmera. Em seguida, por meio da estereofotogrametria o sistema converte os dados bidimensionais em tridimensionais, por meio da combinação de duas imagens obtidas de, pelo menos, duas câmeras diferentes em um mesmo instante do tempo<sup>27</sup>. A partir da obtenção das coordenadas tridimensionais de cada marcador, uma rede de triângulos tetraedros é gerada por meio da conexão entre os pontos, a partir da qual é criado um modelo geométrico espacial da parede torácica<sup>27,30</sup>(FIG. 2). O volume interno de cada triângulo é calculado por meio do Teorema de Gauss, e a partir da soma destes volumes é computado o volume total da parede torácica<sup>27</sup>.

Para precisão dos dados obtidos é necessário que o equipamento, antes das coletas passe por um processo de calibração composto por dois procedimentos. O primeiro consiste no posicionamento de um conjunto de marcadores acoplados a uma peça metálica composta por três eixos, X, Y e Z, sobre uma superfície regular com o grau de inclinação em que a coleta será realizada<sup>27,30</sup> (FIGURA. 3 A). Este procedimento deve ser realizado durante o

tempo de cinco segundos e é importante para corrigir as distorções ópticas<sup>31</sup>. O segundo procedimento consiste na movimentação apenas do eixo Y da peça metálica, utilizada anteriormente, nos planos frontal, sagital e transversal, sobre toda a área na qual a parede torácica do paciente estará posicionada, durante 40, 20 e 20 segundos, respectivamente<sup>27,30</sup>(FIGURA 3 B, C e D). Este procedimento é importante para determinar os parâmetros geométricos das equações de colinearidade utilizadas na computação das coordenadas tridimensionais<sup>27,30</sup>.

FIGURA 3A- Ferramenta utilizada para o primeiro procedimento de calibração do sistema de pletismografia optoeletrônica, com identificação dos seus diferentes eixos (X, Y e Z). 3B, 3C e 3D ó Alguns movimentos realizados durante o segundo procedimento de calibração do sistema, utilizando-se o eixo X da ferramenta de calibração, destacado em vermelho, nos planos de movimento frontal, sagital e transverso, respectivamente.



A validade da POE para mensurar as variações de volume já foi avaliada em diferentes posições, durante o exercício e em repouso<sup>32,33,34</sup>. No estudo de Vogiatzis *et al.*<sup>33</sup>, os valores de volume corrente obtidos pela POE foram correlacionados com aqueles obtidos pela espirometria, sendo encontrados valores de  $r^2$  equivalentes a 0,97. Dellacà *et al.*<sup>32</sup> correlacionaram os valores de volume corrente mensurados pela POE com os obtidos por meio de um pneumotacógrafo. A análise de regressão linear aplicada demonstrou boa associação entre os instrumentos com  $R^2= 0,95$ . A confiabilidade do instrumento foi avaliada por Vieira *et al.*<sup>35</sup>. Os resultados demonstraram valores de coeficiente de correlação intraclasse superiores a 0,75 e coeficientes de variação do método erro inferiores a 10% para a maioria das variáveis no repouso e durante o exercício. Sendo assim, a POE pode ser considerada um instrumento válido e confiável para avaliar os volumes da parede torácica em diferentes populações e protocolos experimentais.

Neste estudo, a POE foi utilizada para avaliar o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal, incluindo o assincronismo toracoabdominal, durante a realização da espirometria de incentivo a fluxo e a volume e do exercício respiratório inspiração máxima sustentada. A coleta de dados foi realizada na posição decúbito dorsal com inclinação de tronco de 45° em uma frequência de 30 Hertz.

## 2.6 Instrumentos de medida complementares

### 2.6.1 Espirômetro

O espirômetro (Koko PTF, nSpire Health, Louisville-KY, USA) foi utilizado para realização da prova de função pulmonar, de acordo com as normas recomendadas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisologia<sup>36</sup>, tendo como referências os valores descritos por Pereira *et al.*<sup>26</sup>. A espirometria foi utilizada para rastreamento de distúrbios ventilatórios, atendendo aos critérios de inclusão.



### 2.6.2 Oxímetro de pulso

O oxímetro de pulso (Ohmeda TuffSat, GE Healthcare, Finland) foi utilizado para monitorar a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e frequência cardíaca (FC) dos participantes, no repouso e durante a realização dos exercícios respiratórios. A medida foi realizada no dedo indicador dos indivíduos, para monitorização durante as coletas.

### 2.6.3 Balança calibrada

Para aferir a massa corporal e a altura dos participantes foi utilizada uma balança calibrada com estadiômetro (Filizola ind. Ltda, São Paulo, SP, Brasil). A partir dos dados obtidos o IMC (peso em Kg/altura<sup>2</sup> em m) de cada participante foi calculado para atender ao critério de inclusão.

### 2.6.4 Estetoscópio e esfigmomanômetro

O estetoscópio (Littmann, Lightweight II) e o esfigmomanômetro (BD Duo Sonic Adulto) foram utilizados para mensuração da pressão arterial (PA) em repouso visando verificar se os indivíduos em repouso estavam com os níveis pressóricos de repouso dentro dos valores limites considerados pela Sociedade Brasileira de Hipertensão<sup>37</sup>.

### 2.6.5 Perfil de Atividade Humana (PAH)

O Perfil de Atividade Humana (ANEXO 1) foi utilizado para avaliar o nível geral de atividade física dos participantes. Trata-se de um questionário utilizado tanto em indivíduos saudáveis quanto em indivíduos com algum grau de disfunção, de qualquer faixa etária<sup>38</sup>. É composto por 94 itens de atividades funcionais que variam de níveis muito simples

com gastos energéticos baixos, como sentar e levantar de uma cadeira, até níveis complexos que levam a gastos energéticos elevados, como correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos<sup>38, 39</sup>. Para cada item existem as opções de resposta: *ãainda façoö*, *õparei de fazerö* e *õnunca fizö*. A partir da resposta dada pelo indivíduo, os escores são contabilizados e agrupados entre primários e secundários<sup>39</sup>. Os escores primários são: o escore máximo de atividade (EMA), o escore ajustado de atividade (EAA) e a idade de atividade. E os escores secundários são: classificação de aptidão física, classificação de atividade, análise da energia potencial esperada e do consumo de energia relacionado ao estilo de vida<sup>39</sup>.

Para classificar o indivíduo como debilitado ou inativo, moderadamente ativo, e ativo, são utilizados o EMA, que corresponde ao número do último item do questionário o qual foi respondido *ãainda façoö*, e o EAA, que corresponde ao valor do EMA menos o número de itens que foram respondidos como *õparei de fazerö* anteriores ao último item respondido como *ãainda façoö*<sup>38</sup>. Caso o valor do EAA seja menor que 53 o indivíduo é classificado como debilitado ou inativo, caso esteja entre 53 e 74 como moderadamente ativo e se o valor estiver acima de 74 o mesmo é classificado com ativo<sup>38, 39</sup>. Neste estudo, apenas esta classificação foi utilizada com a finalidade de caracterização da amostra.

#### 2.6.6 Escala de Borg Modificada

A escala de Borg (ANEXO 2) foi utilizada para mensurar o nível de esforço após a realização dos exercícios respiratórios. Trata-se de uma escala válida e confiável graduada de 0 a 10 correspondente ao aumento progressivo do nível de percepção de esforço do indivíduo, sendo 0 nenhum esforço e 10 esforço máximo<sup>40, 41</sup>.

### 2.7 Modo de realização dos exercícios respiratórios

#### 2.7.1 Espirometria de incentivo a *fluxo*

Utilizando um clipe nasal, foi orientada uma inspiração lenta e profunda, contínua e homogênea, elevando as três esferas de forma suave e uniforme, por meio de um bocal até atingir a capacidade inspiratória máxima. Em seguida, foi solicitada a manutenção de uma pausa pós-inspiratória de três segundos, monitorada pelo avaliador, e em seguida solicitada uma expiração normal, até a capacidade residual funcional<sup>19, 20</sup>. O adequado selamento dos lábios em torno do bocal foi orientado a fim de evitar o escape de ar pelas laterais da boca. Além disso, neste estudo, foi orientada a permanência do bocal durante todo o exercício, a fim de evitar o comprometimento da aquisição dos dados devido à movimentação dos braços ao retirá-lo da boca. Sendo assim, para exalação do ar os voluntários relaxavam os lábios e soltavam o ar pelas laterais da boca.

O espirômetro utilizado foi o *Respirom*® NCS, Barueri, Brasil (FIGURA.4) e o anel regulador foi mantido na posição zero durante todo o processo da coleta de dados. As instruções para elevação das esferas seguiram o manual de uso do espirômetro.

FIGURA 4 ó Espirômetro de incentivo a fluxo *Respirom*® NCS, Barueri, Brasil



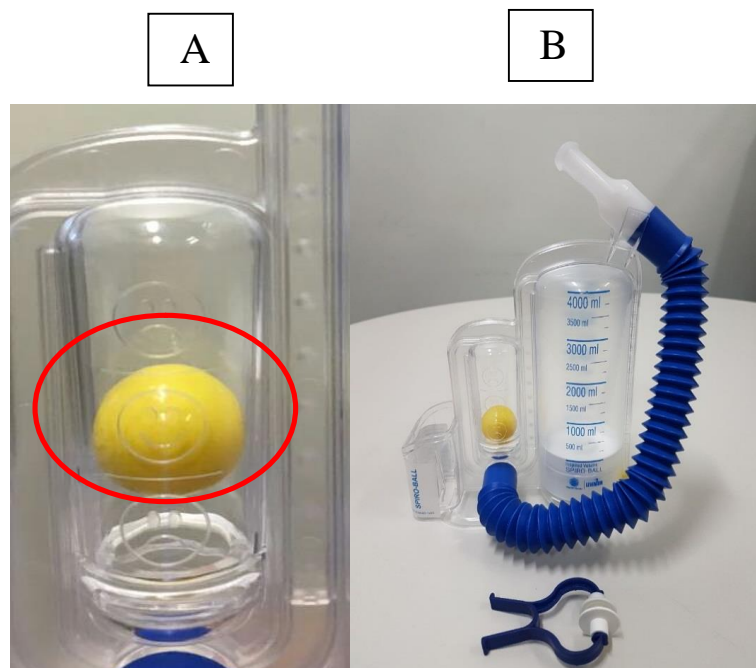
Nota: Espirômetro de incentivo a fluxo, conectado à traqueia e bocal e clipe nasal  
Fonte: Elaboração das autoras

### 2.7.2 Espirometria de incentivo a volume

Utilizando um clipe nasal, foi orientada uma inspiração lenta e profunda, por meio de um bocal, mantendo o fluxo constante a partir do *feedback* visual proporcionado pelo orientador de fluxo (FIG. 5A), até atingir a capacidade inspiratória máxima. Em seguida foi solicitada a manutenção de uma pausa pós-inspiratória de três segundos, monitorada pelo avaliador, e em seguida uma expiração normal, até a capacidade residual funcional<sup>19</sup>. O adequado selamento dos lábios foi orientado, a fim de evitar o escape de ar pelas laterais da boca. O bocal foi mantido durante todo o exercício pelo mesmo motivo descrito anteriormente e durante a expiração foi solicitado apenas o relaxamento dos lábios.

O espirômetro utilizado nesse estudo foi o *Spiro-Ball*® (Leventon, Espanha) (FIGURA. 5B) e o marcador de volume foi mantido na posição zero durante todo o processo da coleta de dados. Optou-se pela não pré-determinação do volume a ser atingido durante a execução do exercício a fim de não subestimar o desempenho do indivíduo em relação aos demais exercícios analisados, nos quais não há possibilidade de estabelecer um volume a ser alcançado. Dessa forma, o volume atingido por cada indivíduo foi derivado da sua capacidade inspiratória máxima.

FIGURA 5 ó Espirômetro de incentivo a volume *Spiro-Ball®* (Leventon, Espanha)



Nota: Orientador de fluxo com indicação positiva, circulada em vermelho, onde a esfera amarela deve ser mantida durante a inspiração (A) e espirômetro de incentivo a volume conectado à traquéia e bocal e clipe nasal (B)

Fonte: Elaboração das autoras

### 2.7.3 Exercício respiratório inspiração máxima sustentada

O exercício foi realizado por meio de uma inspiração lenta e profunda, pela via nasal, até atingir a capacidade inspiratória máxima, mantendo uma pausa pós-inspiratória de três segundos, monitorada pelo avaliador. Em seguida, foi orientada uma expiração normal, até a capacidade residual funcional<sup>23</sup>.

## 2.8 Variáveis analisadas

### 2.8.1 Variáveis primárias

Variáveis relacionadas ao padrão respiratório:

- Volume corrente da parede torácica ( $VC_{pt}$ );
- Ventilação minuto (VE);
- Tempo inspiratório ( $T_i$ );
- Frequência respiratória ( $f$ ).
- Fluxo inspiratório médio ( $VC_{pt}/T_i$ ).

Variáveis relacionadas ao movimento toracoabdominal:

- Porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente ( $V_{ctp}\%$ );
- Porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente ( $V_{cta}\%$ );
- Porcentagem de contribuição do abdome para o volume corrente ( $V_{ab}\%$ ).

### 2.8.2 Variáveis secundárias

Variáveis relacionadas à sincronia toracoabdominal:

- Ângulo de fase (PhAng);
- Relação de fase inspiratória (PhRIB).

## 2.9 Procedimentos

Os procedimentos da coleta de dados foram realizados em dois dias com um intervalo máximo de uma semana entre eles.

### *Dia 1*

Primeiramente, os participantes receberam informações a respeito da pesquisa e, foi solicitada a assinatura do TCLE. Posteriormente, a massa corporal e a altura foram aferidas para o cálculo do IMC.

Após mensuração dos dados iniciais, PA, *f*, FC e SpO<sub>2</sub>, os participantes receberam orientações sobre a espirometria, que foi realizada sempre pelo mesmo avaliador. Antes do início de cada teste, a calibração do espirômetro foi executada através da injeção de 3000 ml de ar a temperatura ambiente por uma seringa (nSpire Health®, Louisville-KY, USA) A posição adotada para realização do exame foi: sentada com o tronco apoiado a 90° em relação aos membros inferiores, cabeça em posição neutra, pés totalmente encostados no solo e uso do clipe nasal. Após a realização do teste, os participantes responderam ao PAH que foi aplicado por um mesmo pesquisador. Em seguida, os participantes foram orientados e treinados a como realizar os exercícios respiratórios. Esta orientação foi padronizada, conforme descrito anteriormente.

### *Dia 2*

Inicialmente, foram mensurados os dados vitais e em seguida, já com o participante sem camisa e sentado, foram posicionados os 52 marcadores na parede toracoabdominal anterior por meio da fita hipoalérgica bi-adesiva. Na sequência, as calibrações da POE foram realizadas, conforme explicitado anteriormente no tópico 2.5.1. Para isso, as oito câmeras foram posicionadas de acordo com a altura do participante e ajustadas a fim de se obter melhor foco, zoom e clareza da imagem. Após a execução dos procedimentos iniciais, foi realizada a aleatorização da ordem dos exercícios por meio de um programa de computador. Antes do início da realização dos exercícios, foram registrados cinco minutos da respiração de repouso, que é definida pelo padrão respiratório naturalmente adotado pelo indivíduo. Depois, dando início à execução dos exercícios respiratórios, foram realizadas duas séries de dois minutos para cada exercício, com um intervalo de um minuto entre as séries, totalizando cinco minutos de registro. A primeira série foi considerada como uma fase de adaptação enquanto a segunda série foi utilizada para análise dos dados.

Os participantes receberam uma instrução padronizada para cada exercício respiratório, já descrito anteriormente, no início e aos 60 segundos de cada série. Todos os exercícios foram instruídos e monitorados por um segundo avaliador respeitando-se um intervalo de pelo menos 10 minutos entre eles. Imediatamente após a realização de cada

exercício respiratório os participantes foram solicitados a quantificar o esforço entre um escore de 0 (nenhum) a 10 (máximo) na escala de Borg modificada. Medidas da  $SpO_2$  e  $f$  também foram realizadas e registradas ao final de cada série do exercício respiratório executado. Após 10 minutos foi verificado se os valores de FC,  $f$  e  $SpO_2$  haviam retornado aos valores de repouso antes de iniciar o exercício seguinte.

A análise dos dados foi realizada por um terceiro avaliador, cegado quanto a sequência dos exercícios realizados e também quanto aos dados pessoais do participante avaliado.

## 2.10 Redução dos dados

As variáveis relacionadas ao padrão respiratório, ao movimento toracoabdominal e assincronia foram determinadas utilizando-se 100 segundos de ciclos respiratórios regulares considerados no repouso e durante a realização de cada exercício respiratório. Os ciclos intermediários do tempo de repouso e os 100 segundos intermediários dos dois minutos finais dos exercícios foram preferencialmente utilizados.

## 2.11 Cálculo de amostra

Devido a ausência na literatura de dados necessários para o cálculo amostral, o mesmo foi realizado após avaliação de 10 indivíduos. Foram analisadas as seguintes variáveis  $\delta V_{C_{pt}}$ ,  $\delta f$ ,  $\delta V_{ctp}$ ,  $\delta V_{cta}$ ,  $\delta V_{ab}$ . Foi considerado um nível de significância de 5% e um power de 80%. A amostra foi estimada em no máximo 14 indivíduos para todas as variáveis analisadas, exceto  $\delta V_{C_{pt}}$  e  $\delta V_{ctp}$ , para as quais foi obtido um número amostral de 81 indivíduos.



## 2.12 Análise estatística

Os dados foram apresentados como medidas de tendência central e dispersão e a normalidade da distribuição dos mesmos foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Um nível de significância prévio de 5% foi estabelecido e o software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, Chicago, IL, USA), versão 15.0 foi utilizado.

As comparações entre os exercícios e os períodos de repouso prévios a eles foram conduzidas via Teste t dependente ou *Wilcoxon* de acordo com a distribuição da variável.

As comparações entre os exercícios foram feitas a partir das diferenças entre os exercícios e os períodos de repouso imediatamente prévio a eles. Para os dados com distribuição normal, foi utilizada ANOVA para medidas repetidas com um fator (exercícios respiratórios). Para os dados com distribuição diferente de normal, teste não paramétrico análogo (teste de *Friedman*) foi utilizado. As análises *post hoc* foram conduzidas via teste de *Bonferroni* e *Wilcoxon*, respectivamente.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Artigo

#### **RECURSOS INSTRUMENTAIS E EXERCÍCIO RESPIRATÓRIO: INFLUÊNCIA SOBRE O PADRÃO RESPIRATÓRIO E MOVIMENTO TORACOABDOMINAL**

Liliane Mendes<sup>1</sup>, Luana Santos<sup>2</sup>, Layza da Cruz<sup>2</sup>, Danielle Vieira<sup>3</sup>, Verônica Franco Parreira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Curso de graduação em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, SC, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Fisioterapia, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

#### **RESUMO**

**Introdução:** O espirômetro de incentivo (EI) é um instrumento de uso individual e sua execução se assemelha ao exercício inspiração máxima sustentada (EIMS). Dessa forma, o EIMS, pode ser uma alternativa sem custo interessante para utilização na prática clínica.

**Objetivo:** Comparar os efeitos do espirômetro de incentivo a fluxo (EI-F), do espirômetro de incentivo a volume (EI-V) e do EIMS sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis. **Método:** Participaram do estudo 16 indivíduos, de ambos os sexos ( $28 \pm 5$  anos com prova de função pulmonar normal). A avaliação ocorreu por meio da pletismografia optoeletrônica em decúbito dorsal com inclinação de tronco de  $45^\circ$  durante repouso e durante a realização dos exercícios. Para as comparações entre os exercícios e repouso foram utilizados Teste t dependente ou *Wilcoxon*. As comparações entre os exercícios foram conduzidas a partir de deltas por meio dos testes de *Friedman* e ANOVA para medidas repetidas seguidos de análises *post hoc Wilcoxon* e *Bonferroni*, respectivamente. Foi considerado  $p < 0,05$ . **Resultados:** Todos os exercícios promoveram aumento significativo do volume corrente da parede torácica, da contribuição da caixa torácica pulmonar, do tempo

inspiratório ( $T_i$ ) e do fluxo inspiratório médio ( $VC_{pt}/T_i$ ) em relação ao repouso. Os exercícios promoveram ainda redução da frequência respiratória ( $f$ ) e da contribuição do abdômen. Na comparação entre os exercícios, o EI-V promoveu aumento significativo do  $T_i$  e apresentou menores valores de  $VC_{pt}/T_i$  comparado ao EI-F. Foram observados maiores valores para a escala de Borg durante o EI-F. Com relação a assincronia, para o ângulo de fase entre CT pulmonar e CT abdominal, ocorreu redução apenas durante a realização dos EI e para a relação de fase inspiratória, todos os exercícios reduziram a assincronia. **Conclusão:** O EIMS foi equivalente aos espirômetros e, dessa forma, pode ser uma alternativa interessante para o uso clínico nos casos de impossibilidade de aquisição de equipamentos.

**Palavras-chaves:** espirometria de incentivo; exercícios respiratórios; pletismografia optoeletrônica; padrão respiratório; movimento toracoabdominal; assincronia.

## ABSTRACT

**Introduction:** The incentive spirometer (IS) is an equipment for personal use and its execution resembles the sustained maximal inspiration exercise (SMI). Therefore, the SMI exercise can be an interesting alternative without cost for use in clinical practice. **Objective:** To compare the effects of flow-incentive spirometer (F-IS), volume-incentive spirometer (V-IS) and SMI on respiratory pattern and thoracoabdominal motion in healthy subjects. **Method:** Sixteen individuals of both sexes ( $28 \pm 5$  years who had anormal pulmonary function test) participated in this study. The evaluation was performed through optoelectronic plethysmography in a supine position with trunk inclination of  $45^\circ$  during quiet breathing and during exercise. Comparisons between the exercises and rest T-dependent or Wilcoxon test were used. The comparisons between the exercises were conducted from deltas using the Friedman and ANOVA tests for repeated measures followed by post hoc analyzes Wilcoxon and Bonferroni, respectively. It was considered  $p < 0.05$ . **Results:** All exercises promoted a significant increase in the chest wall tidal volume ( $V_{cw}$ ), pulmonary rib cage percent contribution ( $V_{rcp}\%$ ), inspiratory time ( $T_i$ ), and mean inspiratory flow ( $VC_{cw}/T_i$ ) when compared to rest. The exercises also promoted reduction of respiratory (RR) and in the % of abdominal contribution ( $V_{ab}\%$ ). In the comparison among the exercises, EI-V promoted a significant increase in  $T_i$  and presented lower values of  $VC_{cw}/T_i$  compared to EI-F. Higher values were observed for the Borg scale during EI-F. Regarding to asynchrony, for phase angle between pulmonary rib cage and abdominal rib cage, the reduction occurred only during the performance of the EI and for the inspiratory phase relation, all exercises reduced the asynchrony. **Conclusion:** SMI

exercise was equivalent of IS, and, therefore, may be an interesting alternative for clinical use in cases of impossibility of equipment acquisition.

**Keywords:** Incentive spirometer; breathing exercises; optoelectronic plethysmography; breathing pattern; thoracoabdominal motion; asynchrony.

## INTRODUÇÃO

Os exercícios respiratórios são recursos terapêuticos utilizados por fisioterapeutas que podem influenciar o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal. Eles são capazes de priorizar um compartimento em relação ao outro e objetivam restaurar o padrão respiratório normal, melhorar a troca gasosa, reexpandir o tecido pulmonar colapsado e aumentar o volume corrente<sup>1,2</sup>

Os exercícios respiratórios podem ser executados por meio de respirações voluntárias controladas ou associados à utilização de dispositivos, como os espirômetros de incentivo. Existem dois tipos de espirômetros: os orientados a fluxo, nos quais um fluxo predeterminado deve ser atingido; e os orientados a volume, nos quais um volume predeterminado deve ser atingido<sup>3</sup>. Os espirômetros de incentivo a fluxo (EI-F) não têm marcação de volume e a geração do fluxo dá-se por meio de um esforço inspiratório que seja suficiente para elevar as esferas<sup>3</sup>. De acordo com os manuais é preciso a geração de fluxos correspondentes à 600mL/seg para elevar a primeira esfera, 900mL/seg para elevar duas esferas e 1200mL/seg para elevar as três esferas. Ao contrário do EI-F o espirômetro a volume (EI-V) possui um marcador que indica o volume a ser alcançado, podendo ser esse previamente estabelecido<sup>3</sup>. Para atingir o volume determinado é preciso elevar o pistão, também através de um esforço inspiratório, sendo possível ao mesmo tempo controlar a qualidade do fluxo que está sendo gerado. Este controle dá-se por meio da posição e movimentação de indicadores de velocidade de fluxo, que variam de acordo com o modelo escolhido.

A espirometria de incentivo foi idealizada por Bartlett *et al.*<sup>4</sup> e utilizada, primariamente, com o objetivo de reverter o processo fisiopatológico das complicações pós-operatórias, que em sua grande maioria, são resultantes de um padrão anormal de ventilação adotado pelo paciente após a intervenção cirúrgica. Dessa forma, a espirometria de incentivo teria por objetivo manter os alvéolos insuflados, imitando o mecanismo de suspiros que ocorre na fisiologia respiratória normal.

Estudos prévios demonstram que o EI-F apresenta desvantagens comparado ao EI-V, já que impõe maior trabalho muscular<sup>3,5,6,7,8</sup>, maior frequência respiratória<sup>8,9</sup>, maior aumento do fluxo inspiratório<sup>8</sup> e menor aumento do tempo inspiratório<sup>6,7,8</sup>.

A manobra para execução da espirometria de incentivo consiste em um esforço inspiratório máximo, por via oral de forma lenta, seguido por pausa pós-inspiratória e expiração até capacidade residual funcional<sup>10</sup>. Essa manobra também pode ser realizada sem o uso deste recurso instrumental, por meio do exercício respiratório inspiração máxima sustentada (EIMS)<sup>11</sup>. Os objetivos permanecem os mesmos e ambos os recursos compartilham do mesmo princípio fisiológico que é o aumento da pressão transpulmonar por meio da queda da pressão pleural<sup>11</sup>. Apesar do EIMS ser um exercício de simples execução, há relatos sobre sua eficácia em promover aumento do volume corrente, do volume minuto e redução da frequência respiratória<sup>12</sup>.

Considerando que o espirômetro de incentivo é um instrumento de uso individual e sua maior aplicabilidade ocorre durante períodos de pós-operatório<sup>13,14,9,15,6,16,10,17,18,19</sup>, a utilização deste recurso pode ser onerosa tanto para a instituição quanto para o paciente, tornando sua aquisição muitas vezes pouco viável. Considerando ainda, as desvantagens do EI-F comparado ao EI-V, o EIMS pode ser uma alternativa interessante para utilização na prática clínica já que compartilha do mesmo princípio fisiológico e não impõe custos. Dentro do nosso conhecimento esse é o primeiro estudo a comparar os efeitos desses recursos com o exercício respiratório inspiração máxima sustentada.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos da espirometria de incentivo a fluxo, da espirometria de incentivo a volume e do exercício respiratório inspiração máxima sustentada sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis.

## **MÉTODOS**

### *Amostra*

Trata-se de um estudo quasi-experimental. Os critérios de inclusão foram: indivíduos saudáveis com idade entre 20 e 40 anos; índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,99Kg/m<sup>2</sup>; ausência de distúrbios ventilatórios de qualquer ordem na prova de função pulmonar<sup>20</sup>; ausência de doenças neuromusculares; não ter conhecimento prévio do modo de realização dos exercícios respiratórios investigados neste estudo; e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foi considerado como critério de exclusão a

incapacidade de compreender e/ou realizar algum dos procedimentos da coleta de dados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil (CAAE: 59190316.3.0000.5149).

#### *Principal instrumento de medida*

A pletismografia optoeletrônica (POE) (*BTS Bioengineering*, Milão, Itália) é um equipamento, capaz de avaliar de forma não invasiva o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal por meio da medida indireta dos volumes da parede torácica e de seus compartimentos: caixa torácica (CT) pulmonar (CTP), CT abdominal (CTA) e abdômen (AB)<sup>21</sup>. Trata-se de um instrumento válido<sup>22,23,24</sup> e confiável<sup>25</sup>, que pode ser utilizado em diferentes populações e protocolos experimentais. O sistema da POE é composto por, no mínimo, quatro câmeras especiais, que emitem luz infravermelha em direção a marcadores fixados em pontos anatômicos específicos, sobre a pele do indivíduo. Os raios infravermelhos emitidos são refletidos pelos marcadores e recaptados pelas câmeras, gerando coordenadas tridimensionais que possibilitam a contabilização dos volumes da parede torácica<sup>26</sup>. Para coletas realizadas nas posições sentada ou ortostática, são utilizados 89 marcadores e para as coletas nas posições supina ou no plano inclinado, são posicionados 52 marcadores<sup>26</sup>.

#### *Procedimentos*

Os procedimentos da coleta de dados foram realizados em dois dias com um intervalo máximo de uma semana entre eles. No primeiro dia, os participantes receberam informações a respeito da pesquisa e, após assinatura do TCLE, foram colhidos dados clínicos e demográficos. Em seguida, a massa corporal e a altura foram aferidas, por meio de uma balança calibrada (Filizola ind. Ltda, São Paulo, SP, Brasil), para o cálculo do IMC. Após mensuração da pressão arterial (PA - estetoscópio Littmann, Lightweight II e esfigmomanômetro BD Duo Sonic Adulto), frequência respiratória ( $f$ ), frequência cardíaca - FC e saturação periférica da hemoglobina em oxigênio - SpO<sub>2</sub> (Ohmeda TuffSat, GE Healthcare, Finlândia), os participantes receberam orientações para a realização da prova de função pulmonar e, posteriormente, responderam o Perfil de Atividade Humana (PAH)<sup>27</sup>. Tanto a espirometria quanto o questionário foram administrados por avaliadores treinados. Para avaliação subjetiva da percepção de cansaço e esforço para respirar durante a realização dos exercícios foi utilizada a escala de Borg<sup>28,29</sup>.

Ainda no primeiro dia de coleta, os voluntários foram treinados para a execução dos exercícios respiratórios. Para a realização da EI-F, foi utilizado o equipamento *Respirom*<sup>®</sup>

(NCS, Barueri, Brasil). Para a execução deste exercício, foi solicitada uma inspiração profunda, lenta e contínua, por meio do bocal, elevando-se as três esferas de forma suave e uniforme até atingir a capacidade inspiratória. Em seguida, foi solicitada uma pausa pós-inspiratória de três segundos, monitorada pelo avaliador, seguida de uma expiração fisiológica até a capacidade residual funcional<sup>13</sup>. O anel regulador foi mantido no zero durante toda a coleta de dados.

O equipamento *Spiro-Ball*<sup>®</sup> (Leventon, Espanha), foi utilizado para realização da EI-V. Para a execução deste exercício, foi solicitada uma inspiração profunda, por meio do bocal, mantendo o fluxo constante e lento a partir do *feedback* visual proporcionado pelo orientador de fluxo, até atingir a capacidade inspiratória. Em seguida, foi solicitada uma pausa pós-inspiratória de três segundos, monitorada pelo avaliador, seguida de uma expiração fisiológica até a capacidade residual funcional<sup>13</sup>. Optou-se pela não pré-determinação do volume a ser atingido durante a execução do exercício, a fim de não subestimar o desempenho do indivíduo em relação aos demais exercícios analisados, nos quais não há possibilidade de estabelecer um volume a ser alcançado. Dessa forma, o volume atingido por cada indivíduo ficou a critério da sua capacidade inspiratória e o marcador de volume foi mantido na posição zero durante todo o processo da coleta de dados.

Para a realização de ambos espirômetros, foi utilizado um clipe nasal e orientado o adequado selamento dos lábios em torno do bocal, a fim de evitar o escape de ar. Além disso, foi solicitada a permanência do bocal durante todo o exercício a fim de evitar o comprometimento da aquisição dos volumes pulmonares pela POE, devido à movimentação dos braços ao retirar o bocal. Sendo assim, para exalação do ar, os voluntários relaxavam os lábios e soltavam o ar pelas laterais da boca.

Por fim, para execução do EIMS foi solicitada uma inspiração lenta e profunda, pela via nasal, até atingir a capacidade inspiratória, mantendo uma pausa pós-inspiratória de três segundos, monitorada pelo avaliador, seguido de uma expiração normal, até a capacidade residual funcional<sup>12</sup>

No segundo dia, inicialmente foram mensurados os dados vitais e logo em seguida os 52 marcadores foram posicionados na parede toracoabdominal anterior e lateral do voluntário por meio de uma fita hipoalérgica bi-adesiva. Na sequência, as calibrações estática e dinâmica da POE foram realizadas.<sup>26; 30</sup>

Em todas as situações, os indivíduos foram avaliados em decúbito dorsal com inclinação de tronco de 45°. A maca foi posicionada no centro do local de coleta e para este estudo foram utilizadas oito câmeras da POE dispostas paralelamente, sendo quatro

posicionadas do lado direito do indivíduo e quatro do lado esquerdo. Antes do início da realização dos exercícios, foram registrados cinco minutos da respiração de repouso, que foi definida pelo padrão respiratório naturalmente adotado pelo indivíduo. Depois, dando início à execução dos exercícios respiratórios, foram realizadas duas séries de dois minutos para cada exercício, conforme descrito anteriormente, com um intervalo de um minuto entre as séries, totalizando cinco minutos de registro. A primeira série foi considerada como uma fase de adaptação enquanto a segunda série foi utilizada para análise dos dados.

Os participantes receberam instruções padronizadas sobre os exercícios fornecidas sempre por um mesmo avaliador no início e aos 60 segundos de cada série. A ordem dos exercícios foi aleatorizada por meio de um programa de computador (<https://random-number-generator.com/pt/>). Um intervalo de pelo menos 10 minutos de repouso após cada exercício foi realizado para o retorno da FC, da  $f$  e da  $SpO_2$ . Além disso, ao final de cada exercício foi solicitado ao indivíduo que elegesse um valor para a percepção de cansaço e esforço para respirar de acordo com a escala de Borg.

#### *Variáveis analisadas*

Para análise do padrão respiratório foram utilizadas as seguintes variáveis: volume corrente da parede torácica ( $VC_{pt}$ ); ventilação minuto (VE); tempo inspiratório ( $T_i$ );  $f$  e fluxo inspiratório médio ( $VC_{pt}/T_i$ ). Para análise do movimento toracoabdominal: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente ( $V_{ctp}\%$ ); porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente ( $V_{cta}\%$ ) e porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente ( $V_{ab}\%$ ). Para análise da sincronia toracoabdominal foram utilizados: ângulo de fase (PhAng) e a relação de fase inspiratória (PhRIB).

#### *Redução dos dados*

As variáveis relacionadas ao padrão respiratório, ao movimento toracoabdominal e assincronia foram determinadas utilizando-se 100 segundos de ciclos respiratórios regulares considerados no repouso e durante a realização de cada exercício respiratório. Os ciclos intermediários do tempo de repouso e os 100 segundos intermediários dos dois minutos finais dos exercícios foram preferencialmente utilizados.



### *Análise Estatística*

Devido à ausência na literatura de dados necessários para o cálculo amostral, o mesmo foi realizado após avaliação de 10 indivíduos para as seguintes variáveis:  $\dot{V}_{C_{pt}}$ ,  $\dot{V}_f$ ,  $\dot{V}_{ct}$ ,  $\dot{V}_{cta}$ , e  $\dot{V}_{ab}$ . Foi considerado um nível de significância de 5% e um power de 80%. A amostra foi estimada de no máximo 14 indivíduos para todas as variáveis analisadas, exceto  $\dot{V}_{C_{pt}}$  e  $\dot{V}_{ct}$ , para as quais foi obtido um número amostral de 81 indivíduos.

Os dados foram apresentados como medidas de tendência central e dispersão e a normalidade da distribuição dos mesmos foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Um nível de significância prévio de 5% foi estabelecido e o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, Chicago, IL, USA), versão 15.0 foi utilizado.

As comparações entre os exercícios e os períodos de repouso prévios a eles foram conduzidas via Teste t dependente ou *Wilcoxon* de acordo com a distribuição da variável. As comparações entre os exercícios foram feitas a partir das diferenças entre os exercícios e os períodos de repouso imediatamente prévio a eles (análise de deltas). Para os dados com distribuição normal, foi utilizada ANOVA para medidas repetidas com um fator (exercícios respiratórios). Para os dados com distribuição diferente de normal, teste não paramétrico análogo (teste de *Friedman*) foi utilizado. As análises *post hoc* foram conduzidas via teste de *Bonferroni* e *Wilcoxon*, respectivamente.

## **RESULTADOS**

Dos 22 indivíduos recrutados, seis foram excluídos (três apresentaram distúrbios ventilatórios na prova de função pulmonar e os demais não compareceram no segundo dia de coleta do protocolo). Dessa forma, 16 indivíduos concluíram o estudo e a amostra avaliada proporcionou um conforto amostral de 14% em relação ao número ideal calculado para a maioria das variáveis.

Os dados demográficos, antropométricos, espirométricos e nível de atividade física dos participantes estão representados na Tabela 1. Todos apresentaram prova de função pulmonar normal e foram classificados como ativos pelo PAH.

### *Comparações entre os exercícios respiratórios e repouso*

A Tabela 2 apresenta os valores absolutos das variáveis do padrão respiratório, do movimento toracoabdominal e da assincronia durante o repouso e durante a execução dos exercícios. Todos os exercícios promoveram aumento estatisticamente significativo do  $\dot{V}_{C_{pt}}$ ,

da VE, do Ti e do  $VC_{pt}/Ti$ , em relação ao repouso. Além disso, todos exercícios promoveram redução significativa da  $f$ .

Com relação ao movimento toracoabdominal, a  $V_{ctp}\%$  aumentou significativamente durante a realização de todos os exercícios, em relação ao repouso, enquanto a  $V_{cta}\%$  aumentou significativamente durante a realização do EI-F e do EIMS. Para a  $V_{ab}\%$ , foi observada redução significativa durante todos os exercícios em relação ao repouso.

Na análise da assincronia toracoabdominal, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas durante a realização dos exercícios em relação ao repouso para o PhAng entre a CT e o AB. Durante a realização do EI-F e EI-V, houve redução significativa do PhAng entre a CTP e CTA, quando comparado ao repouso. Em relação a PhRIB entre a CT e o AB, não foram observadas diferenças significativas durante a realização dos exercícios em comparação ao repouso. A PhRIB entre a CTP e a CTA apresentou redução significativa durante a realização de todos os exercícios em relação ao repouso.

#### *Comparações entre os exercícios respiratórios*

As comparações entre os exercícios foram feitas a partir das diferenças entre os exercícios e os períodos de repouso imediatamente prévio a eles (deltas). Os resultados referentes às diferenças entre os exercícios para as variáveis do padrão respiratório estão representados na Figura 1. Todos os exercícios promoveram igualmente mudanças no  $VC_{pt}$ , na VE e  $f$ , sem diferença entre eles. O EI-V promoveu redução significativa do Ti quando comparado ao EI-F. O EI-F promoveu maior aumento do  $VC_{pt}/Ti$  comparado ao EI-V.

A Figura 2 apresenta os resultados relativos às diferenças entre os exercícios para os percentuais de contribuição de cada compartimento da parede torácica para o volume corrente. Não foram observadas diferenças durante a realização dos exercícios para nenhuma das variáveis analisadas.

As Figuras 3 e 4 apresentam os resultados relativos às diferenças entre os exercícios para as variáveis de assincronismo toracoabdominal, PhAng e PhRIB, respectivamente. Para estas duas variáveis não foram observadas diferenças significativas entre os exercícios para nenhum dos compartimentos.

A percepção subjetiva de esforço quantificada pela escala de Borg foi significativamente maior durante a realização do EI-F comparado ao EI-V ( $1,64 \pm 0,31$  vs  $1,09 \pm 0,19$ ;  $p=0,021$ ) e ao EIMS ( $1,64 \pm 0,31$  vs  $1,03 \pm 0,32$ ;  $p=0,003$ ).

## DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nesse estudo demonstraram que: 1) Em indivíduos saudáveis o EI-F, o EI-V e o EIMS foram capazes de promover aumento do  $VC_{pt}$ , do VE e do  $Ti$ , além da redução da  $f$  em relação ao repouso; 2) O EI-V foi superior ao EI-F por promover maior aumento do  $Ti$  associado a menor  $VC_{pt}/Ti$ ; 3) Todos os exercícios foram capazes de aumentar a  $V_{ctp}\%$  e diminuir a  $V_{ab}\%$ ; 4) Nenhum exercício promoveu mudança na sincronia toracoabdominal entre a CT e o AB. Dentro do nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que realizou a comparação entre os dois tipos de espirômetros e o EIMS.

Considerando a manobra de execução dos exercícios, o aumento do  $VC_{pt}$  era esperado, bem como a redução da  $f$  devido à realização da inspiração de forma lenta e profunda até capacidade inspiratória, associada a uma pausa inspiratória<sup>12,31</sup>.

Nossos resultados se assemelham a estudos prévios que também observaram aumento do  $VC_{pt}$  e redução da  $f$  durante a realização dos exercícios comparados ao repouso<sup>6,7,8,9,12</sup>. Usando a pletismografia respiratória por indutância, Tomich *et al.* avaliaram a influência do EI-F e do EI-V sobre o movimento toracoabdominal e padrão respiratório em indivíduos saudáveis<sup>8</sup> e em obesos após gastroplastia<sup>9</sup>. Em ambos os estudos, os indivíduos foram avaliados na posição de decúbito dorsal com inclinação de 30° e os espirômetros promoveram aumento do  $VC_{pt}$  e redução da  $f$  comparados ao repouso. Utilizando a POE, Paisani *et al.*<sup>6</sup> e Lunardi *et al.*<sup>7</sup> também observaram os mesmos resultados para adultos e idosos respectivamente durante a realização dos espirômetros na posição sentada sem apoio de tronco. Vieira *et al.*<sup>12</sup> avaliaram o efeito de quatro exercícios respiratórios, dentre eles o EIMS, sobre o movimento toracoabdominal e o padrão respiratório nas mesmas condições do presente estudo e utilizando o mesmo instrumento de medida e também observaram aumento do  $VC_{pt}$  e redução da  $f$  durante execução do EIMS, comparado ao repouso. Na comparação entre os exercícios não foram observadas diferenças para essas variáveis. Estes resultados diferem dos encontrados em estudos prévios, nos quais o EI-V foi superior ao EI-F para aumento do  $VC_{pt}$ <sup>6</sup> e redução da  $f$ <sup>6,8,9</sup>. O aumento do  $VC_{pt}$ , observado em todos os exercícios, foi suficiente para compensar a redução da  $f$  e, com isso, promover aumento da VE em relação ao repouso. Tomich *et al.*<sup>8</sup> também observaram aumento significativo da VE quando os EI foram comparados ao repouso. Neste estudo, não foram observadas diferenças entre os

exercícios para VE devido a similaridade de resposta provocada pelos espirômetros, tanto para  $VC_{pt}$  quanto para  $f$ , diferente do estudo de Tomich *et al.*<sup>8</sup> onde foi observada menor redução da  $f$  durante a realização do EI-F, e conseqüentemente maiores valores de VE, quando comparado ao EI-V.

O aumento do  $T_i$  durante a realização dos exercícios, quando comparados ao repouso, também era esperado devido à orientação dada para realização de inspirações lentas e profundas. Nossos resultados corroboram com estudos prévios que também observaram aumento do  $T_i$  durante a realização desses exercícios, em comparação com o repouso, em diferentes populações e posições e utilizando diferentes instrumentos de medida<sup>6,8,9,12</sup>. No entanto, a literatura é mais consistente ao reportar aumento do  $T_i$  durante a realização do EI-V, comparado ao repouso. O aumento do  $T_i$  durante a realização desse instrumento só não foi observado durante a realização do EI no grupo de idosos no estudo de Lunardi *et al.*<sup>7</sup> e justificado pelas mudanças fisiológicas nos pulmões e sistema respiratório observadas com o envelhecimento. Tomich *et al.*<sup>9</sup>, Paisani *et al.*<sup>6</sup> e Lunardi *et al.*<sup>7</sup> não observaram aumento do  $T_i$  durante a realização do EI-F, comparado ao repouso. Apesar desses autores terem orientado a realização de uma inspiração lenta<sup>7</sup> ou de uma inspiração lenta e profunda<sup>6,9</sup>, não foi mencionado se os participantes conseguiram elevar as esferas de forma lenta e suave para gerar aumento do  $T_i$ .

Todos os exercícios aumentaram o  $VC_{pt}/T_i$ , em relação ao repouso de forma similar ao observado em estudos prévios<sup>6,7,8</sup>. Além disso, durante a execução do EI-F foi observado maior  $VC_{pt}/T_i$  comparado ao EI-V. Tomich *et al.*<sup>8</sup> também observaram maior  $VC_{pt}/T_i$  durante a realização do EI-F com a elevação de duas esferas. Acreditamos que estes achados estejam relacionados ao melhor *feedback* proporcionado pelo EI-V, que facilita a execução de uma inspiração profunda ao mesmo tempo em que se controla a velocidade do fluxo. O mesmo resultado não foi observado para indivíduos após gastroplastia<sup>9</sup>, ou para adultos e idosos realizando EI-F na posição sentada<sup>6</sup>, onde os espirômetros aumentaram igualmente o  $VC_{pt}/T_i$ . Similar ao reportado por Parreira *et al.*<sup>32</sup> e Tomich *et al.*<sup>9</sup> os valores medidos para o fluxo inspiratório nesse estudo (740ml/s) foram inferiores aos que seriam necessários para se elevarem três esferas de acordo com o fabricante (1200ml/s).

A geração de um fluxo lento associado ao aumento do  $T_i$  e à pausa pós-inspiratória pode possibilitar a redistribuição de ar para regiões mais periféricas e o recrutamento de alvéolos hipoventilados. De acordo com Egan<sup>33</sup>, a geração de um fluxo laminar é fundamental para conseguir atingir o objetivo de reexpansão pulmonar, uma vez que vias aéreas mais periféricas, onde normalmente se iniciam as atelectasias, são sensíveis a

este tipo de fluxo. Sendo assim, podemos considerar que o EI-V foi o exercício que conseguiu seguir de maneira mais eficiente os princípios propostos pela técnica.

Estudos prévios demonstraram que o EI-F impõe maior trabalho respiratório, quando comparado ao EI-V<sup>3,5</sup>. Usando um modelo artificial de pulmão, Mang e Obermayer<sup>5</sup> compararam seis modelos diferentes de EI-F e EI-V e observaram que o EI-F impôs maior trabalho respiratório quando comparado aos modelos de EI-V. Esses autores concluíram ainda que o aumento do trabalho respiratório pelo EI-F foi proporcional ao aumento do fluxo inspiratório. Weindler *et al.*<sup>3</sup> avaliaram o desempenho de pacientes em pós operatório, que apresentavam risco de complicações pulmonares, durante a realização do EI-F e do EI-V. O trabalho imposto pelo EI-F foi duas vezes maior do que o imposto pelo EI-V. Mais tarde, Tomich *et al.*<sup>8</sup> e Paisani *et al.*<sup>6</sup>, por meio da eletromiografia, observaram maior atividade do músculo esternocleidomastoideo durante a execução do EI-F comparado ao EI-V. No presente estudo, a atividade eletromiográfica dos músculos acessórios não foi avaliada, mas o EI-F foi o recurso que apresentou maiores valores para percepção de cansaço e esforço de acordo com a escala de Borg, quando comparado aos demais exercícios, sugerindo que este espirômetro foi o que mais aumentou a demanda sobre o sistema respiratório.

Todos os exercícios aumentaram a  $V_{ctp}\%$  e reduziram a  $V_{ab}\%$  quando comparados ao repouso. Este resultado corrobora com os achados de Paisani *et al.*<sup>6</sup>, Lunardi *et al.*<sup>7</sup> e Vieira *et al.*<sup>12</sup>, que observaram aumento da  $V_{ctp}\%$  durante a realização dos EI e durante o EIMS, quando comparados ao repouso. Vieira *et al.*<sup>12</sup> ainda observaram redução da  $V_{ab}\%$  durante o EIMS, semelhante aos nossos resultados. A execução dos exercícios propostos nesse estudo não requer direcionamento de ar para regiões específicas da CT. No entanto, os participantes eram orientados a atingirem a capacidade máxima dos seus pulmões o que explica o aumento da  $V_{ctp}\%$ . Previamente, foi demonstrado que a postura influencia o movimento toracoabdominal com maior participação do AB em posturas mais horizontalizadas de tronco<sup>34,35</sup>. Na postura com inclinação de tronco de 45°, em repouso, o AB tem maior participação para o VC. Durante a realização dos exercícios, o ar foi direcionado para a CT reduzindo consequentemente a  $V_{ab}\%$ . Paisani *et al.*<sup>6</sup> e Lunardi *et al.*<sup>7</sup>, de forma contrária aos nossos achados, observaram aumento da  $V_{ab}\%$  para o volume corrente durante a realização dos EI quando comparado ao repouso. Estas diferenças podem ser justificadas pelo fato dos exercícios terem sido realizados na postura sentada onde esse compartimento contribui menos para o VC em repouso. Com a realização do exercício e consequente aumento da ventilação de forma geral, o ar também foi direcionado para o compartimento abdominal. Tomich *et al.*<sup>8;9</sup> não observaram diferenças para  $V_{ctp}\%$  e  $V_{ab}\%$

durante a execução da EI, na posição supina com 30° de inclinação de tronco, quando comparados ao repouso. Acreditamos que esta diferença se justifique pelo fato de os participantes terem sido orientados a executarem os exercícios com o deslocamento do AB no momento da inspiração, promovendo redistribuição do ar entre todos os compartimentos da parede torácica sem predominância de algum deles.

Alguns estudos<sup>8,9,19</sup> orientam a realização da espirometria de incentivo, priorizando o deslocamento do AB durante a inspiração. Acreditamos que isso se deva ao fato de estudos prévios demonstrarem que, durante respirações profundas, o aumento da  $V_{ab}\%$  estaria fortemente relacionado à maior excursão diafragmática<sup>19,35</sup>. Esta informação é especialmente importante quando consideramos indivíduos que passam por cirurgia abdominal alta. A inibição diafragmática provocada pela anestesia, associada à redução do deslocamento do compartimento abdominal devido à dor, resulta em redução da ventilação em regiões basais, predispondo a complicações pulmonares secundárias<sup>17,36,37</sup>. Sendo assim, nessa população, o estímulo à realização de respirações profundas associado ao direcionamento de ar para o AB parece ser fundamental para reversão desse padrão respiratório alterado. No entanto, essa orientação não está prevista no *guideline* para realização da espirometria de incentivo<sup>13</sup>. Além disso, a fisioterapia dispõe do exercício diafragmático que é um exercício específico para aumentar o direcionamento de ar para esse compartimento<sup>12,17</sup>.

O assincronismo toracoabdominal foi avaliado neste estudo por meio do PhAng e da PhRIB. O PhAng é o índice mais utilizado na literatura<sup>6,7,8</sup> no entanto, para seu cálculo, é assumido o pressuposto que todas as curvas do ciclo respiratório são senoidais e dessa forma, curvas não senoidais podem comprometer sua quantificação<sup>12</sup>. Diferente dos resultados observados por Tomich *et al.* tanto para indivíduos saudáveis<sup>8</sup>, quanto para indivíduos após gastroplastia<sup>9</sup>, o uso dos recursos em nosso estudo não aumentou o PhAng entre a CT e o AB. No entanto, os indivíduos foram avaliados na posição supina com 30° de inclinação de tronco e o instrumento de medida utilizado foi diferente do desse estudo, o que dificulta a comparação dos resultados. Por outro lado, nossos achados foram semelhantes aos encontrados por Vieira *et al.*<sup>12</sup> para a comparação do EIMS com o repouso e por Paisani *et al.*<sup>6</sup> para a comparação dos EI com o repouso utilizando o mesmo instrumento desse estudo: POE. Entre os compartimentos da CTP x CTA, o EIMS foi o único que não reduziu a assincronia para o PhAng. Dentro do nosso conhecimento, apenas o estudo de Vieira *et al.*<sup>12</sup> realizou comparação entre estes compartimentos e os resultados foram semelhantes aos nossos.

Para quantificação da assincronia respiratória sem a necessidade de assumir que as curvas têm comportamento senoidal, a PhRIB é utilizada. Ao contrário do que foi observado por Tomich *et al.*<sup>9</sup>, que encontraram aumento significativo da PhRIB para o EI-F entre os compartimentos da CT x AB em relação ao repouso, em nosso estudo não foram encontradas diferenças. Vieira *et al.*<sup>12</sup>, em contrapartida, apresentou resultados semelhantes aos nossos, quando analisou o PhRIB entre CT x AB durante o EIMS e não encontrou diferenças com relação ao repouso. Dentro do nosso conhecimento, o estudo de Tomich *et al.*<sup>9</sup> foi o único que avaliou a influência dos instrumentos para essa variável. No entanto, o instrumento de medida foi a pletismografia por indutância e os pacientes estavam posicionados com maior inclinação de tronco.

Braker *et al.*<sup>38</sup> avaliaram o efeito da imposição de cargas inspiratórias sobre o padrão respiratório de indivíduos saudáveis. Os autores observaram associações entre aumento de carga e respostas involuntárias geradas pelos indivíduos como recurso de adaptação do centro respiratório à imposição de demandas externas. Dessa forma, sugere-se que a realização de exercícios respiratórios aumente a demanda sobre o sistema respiratório ocasionando assincronia. No entanto, esse comportamento vem sendo observado mesmo em indivíduos saudáveis, sugerindo que a assincronia possa ser uma resposta a uma demanda e não necessariamente algo patológico e associado ao esforço respiratório.

Vários estudos envolvendo a avaliação de exercícios respiratórios já foram publicados anteriormente<sup>7,12,16,17,36,39,40,41</sup>. No entanto, grande parte deles se dedica a estudar os efeitos desses exercícios na prevenção de complicações pulmonares pós-operatórias<sup>42,43</sup> e apenas um pequeno número de estudos<sup>6,7,8,9,12</sup> se propõem a investigar os mecanismos envolvidos na realização dos exercícios e as diferenças entre eles. Adicionalmente, observa-se grande variabilidade nas orientações dadas para a execução dos exercícios, no posicionamento dos sujeitos e nos instrumentos de medida utilizados.

Nossos resultados confirmaram mais uma vez a superioridade do EI-V comparado ao EI-F para  $T_i$  e  $VC_{pt}/T_i$ . Dessa forma, sugere-se que esse recurso possa ser o mais adequado para promover uma inspiração mais lenta e profunda, respeitando a proposta da técnica. Esses resultados possivelmente devem-se ao *feedback* visual proporcionado pelo instrumento para acompanhamento da qualidade de fluxo, permitindo assim o controle da respiração com consequente promoção de um fluxo inspiratório mais lento. Apesar da literatura ser consistente em reportar a superioridade do EI-V comparado ao EI-F, ainda observa-se um amplo uso desse último na prática clínica dos fisioterapeutas. Talvez isso se justifique pelo fato de o EI-V custar até quatro vezes mais que o EI-F (R\$120 vs R\$30) e esse pode ser um

fator decisivo para aquisição tanto pelos pacientes quanto para as instituições. Na tentativa de apresentar uma alternativa sem custos para uso clínico em substituição ao EI-F, esse estudo se propôs a investigar os mecanismos envolvidos na realização do EIMS e a comparar seus efeitos com aqueles promovidos pelos espirômetros.

De forma inesperada nossos resultados demonstraram que o EIMS também foi equivalente ao EI-V e, dessa forma, seria uma alternativa interessante para uso clínico nos casos de impossibilidade de aquisição de ambos os equipamentos. No entanto, o *feedback* visual proporcionado pelos instrumentos deve ser considerado e estudos futuros avaliando a adesão e preferência dos pacientes ao realizarem exercícios com ou sem recursos devem ser realizados.

Apesar dos resultados desfavoráveis a cerca do EI-F em relação ao EI-V<sup>3,5,6,7,8,9</sup>, mais estudos em torno desse instrumento devem ser realizados. Chang *et al.*<sup>15</sup> sugeriram que a utilização de fluxos inspiratórios mais baixos seja mais determinante para o movimento toracoabdominal do que o tipo de recurso utilizado, uma vez que fluxos inspiratórios mais baixos estiveram associados a maior deslocamento do abdômen do que fluxos mais altos. Além disso, eles relataram que a geração de fluxos mais altos, e não o dispositivo utilizado, pode resultar em ativação de musculatura acessória, ao passo que fluxos mais baixos podem ativar mais seletivamente o diafragma. Dessa forma, estudos futuros a fim de comparar os efeitos da elevação de um número menor de esferas e as diferenças sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal devem ser conduzidos. Ressaltamos que neste estudo a orientação para elevação de três esferas durante realização do EI-F seguiu as recomendações do manual do fabricante, mas durante o exercício era reforçada a realização de uma inspiração lenta e profunda enquanto elevavam-se as esferas de forma suave e uniforme. Isto pode ter contribuído para que os resultados encontrados não tenham sido tão desfavoráveis em comparação ao EI-V.

Esse estudo serve para nortear a prática clínica dos fisioterapeutas com relação à utilização mais direcionada dos recursos instrumentais e dos exercícios respiratórios. Apesar de os exercícios terem sido aplicados em indivíduos saudáveis, o comportamento das variáveis analisadas pode ser semelhante em pacientes em pós-operatório, já que apesar das particularidades desse período, esses normalmente apresentam função pulmonar normal previamente.

O número de participantes coletados não foi suficiente para contemplar o cálculo amostral para todas as variáveis avaliadas ( $VC_{pt}$  e  $V_{cp}\%$ ), o que pode ser considerado uma limitação do estudo para os resultados apresentados para essas variáveis.



## CONCLUSÃO

O EI-F, o EI-V e o EIMS são técnicas capazes de promover aumento do  $VC_{pt}$ , do VE e do  $T_i$ , além de redução da  $f$ . O EI-V demonstrou ser superior ao EI-F para  $T_i$  e  $VC_{pt}/T_i$ . O EI-F foi responsável pelos maiores valores de percepção de cansaço e esforço, segundo a escala de Borg. Durante a realização dos exercícios maior porcentagem do ar foi direcionada para a CT e não foi observada assincronia em relação ao repouso. A partir dos nossos resultados, concluímos que o EIMS foi equivalente aos espirômetros e pode ser uma alternativa nos casos de impossibilidade de aquisição de ambos os equipamentos. Esses achados podem auxiliar os fisioterapeutas na prática clínica quanto à escolha do recurso mais adequado.

TABELA 1 - Dados demográficos, antropométricos e espirométricos dos 16 indivíduos avaliados.

VARIÁVEIS	Media (DP)
<b>Sexo</b>	8H/8M
<b>Idade (anos)</b>	28 (5)
<b>IMC (<math>Kg/m^2</math>)</b>	23 (3,13)
<b>VEF<sub>1</sub> (L)</b>	3,87 (0,59)
<b>VEF<sub>1</sub> (% previsto)</b>	97,58 (5,83)
<b>CVF (% previsto)</b>	95,30 (5,66)
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	0,85 (0,06)
<b>PAH</b>	91,14 (3,18)

Dados apresentados como média e desvio padrão (DP), entre parênteses, exceto sexo. H: homens; M: mulheres; IMC: índice da massa corporal; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>/CVF: razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; PAH: perfil de atividade humana.

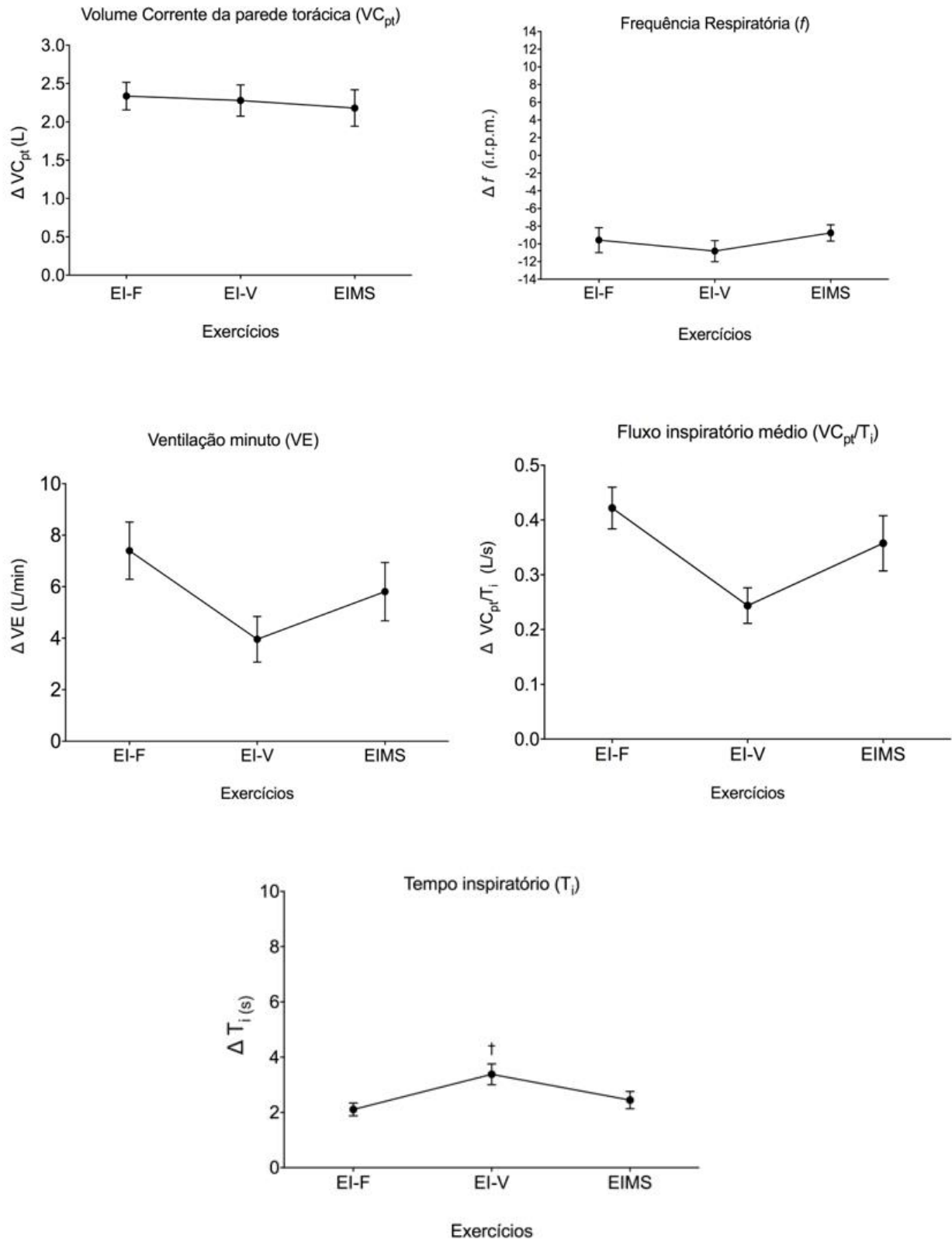


TABELA 2 ó Análises das variáveis do padrão respiratório, movimento toracoabdominal e assincronia em repouso e durante a realização dos exercícios respiratórios.

VARIÁVEIS	REPOUSO PRÉ EI-F	EI-F	p	REPOUSO PRÉ EI-V	EI-V	p	REPOUSO PRÉ EIMS	EIMS	p
<b>VC<sub>pt</sub> (L)</b>	0,57 (0,07)	2,91 (1,19)	< 0,0001	0,54 (0,05)	2,82 (0,19)	< 0,0001	0,55 (0,04)	2,73 (0,23)	< 0,0001
<b>VE (L/min)</b>	7,33 (0,44)	14,73 (0,86)	< 0,0001	7,20 (0,31)	11,16 (0,74)	< 0,0001	6,70 (0,31)	12,51 (1,17)	< 0,0001
<b>Ti (L/min)</b>	1,90 (0,20)	4,01 (0,25)	< 0,0001	1,85 (0,16)	5,23 (0,35)	< 0,0001	2,08 (0,22)	4,52 (0,33)	< 0,0001
<b>f (irpm)</b>	14,81 (1,35)	5,24 (0,28)	< 0,0001	14,98 (1,21)	4,16 (0,32)	< 0,0001	13,46 (1,05)	4,70 (0,27)	< 0,0001
<b>VC<sub>pt</sub>/Ti (L/s)</b>	0,32 (0,02)	0,74 (0,03)	< 0,0001	0,31 (0,02)	0,56 (0,03)	0,001	0,29 (0,01)	0,65 (0,06)	< 0,0001
<b>V<sub>ctp</sub>%</b>	38,79 (3,26)	50,21 (1,13)	0,004	39,28 (3,15)	49,38 (1,56)	0,017	39,09 (3,71)	49,34 (1,75)	0,023
<b>V<sub>cta</sub>%</b>	8,50 (0,66)	11,19 (0,51)	0,003	8,73 (0,93)	9,81 (0,54)	0,196	8,86 (0,80)	11,24 (0,79)	0,008
<b>V<sub>ab</sub>%</b>	52,72 (3,77)	38,64 (1,30)	0,003	52,01 (3,84)	40,84 (1,87)	0,015	52,06 (4,15)	39,46 (2,24)	0,013
<b>PhAng</b>									
<b>CT x AB</b>	12,97 (2,05)	8,90 (1,17)	0,070	12,12 (1,91)	8,63 (1,23)	0,098	12,53 (1,70)	12,04 (1,87)	0,469
<b>CTA x CTP</b>	8,96 (1,04)	4,25 (0,53)	0,001	8,97 (1,79)	4,37 (0,51)	0,023	8,34 (1,98)	5,29 (0,74)	0,179
<b>PhRIB</b>									
<b>CT x AB</b>	11,71 (1,75)	9,69 (1,02)	0,518	13,03 (1,79)	10,00 (1,51)	0,163	10,37 (1,23)	8,07 (0,90)	0,278
<b>CTA x CTP</b>	12,52 (2,19)	5,66 (0,78)	0,004	11,57 (1,88)	5,72 (0,90)	0,001	11,85 (1,63)	6,47 (1,46)	0,007

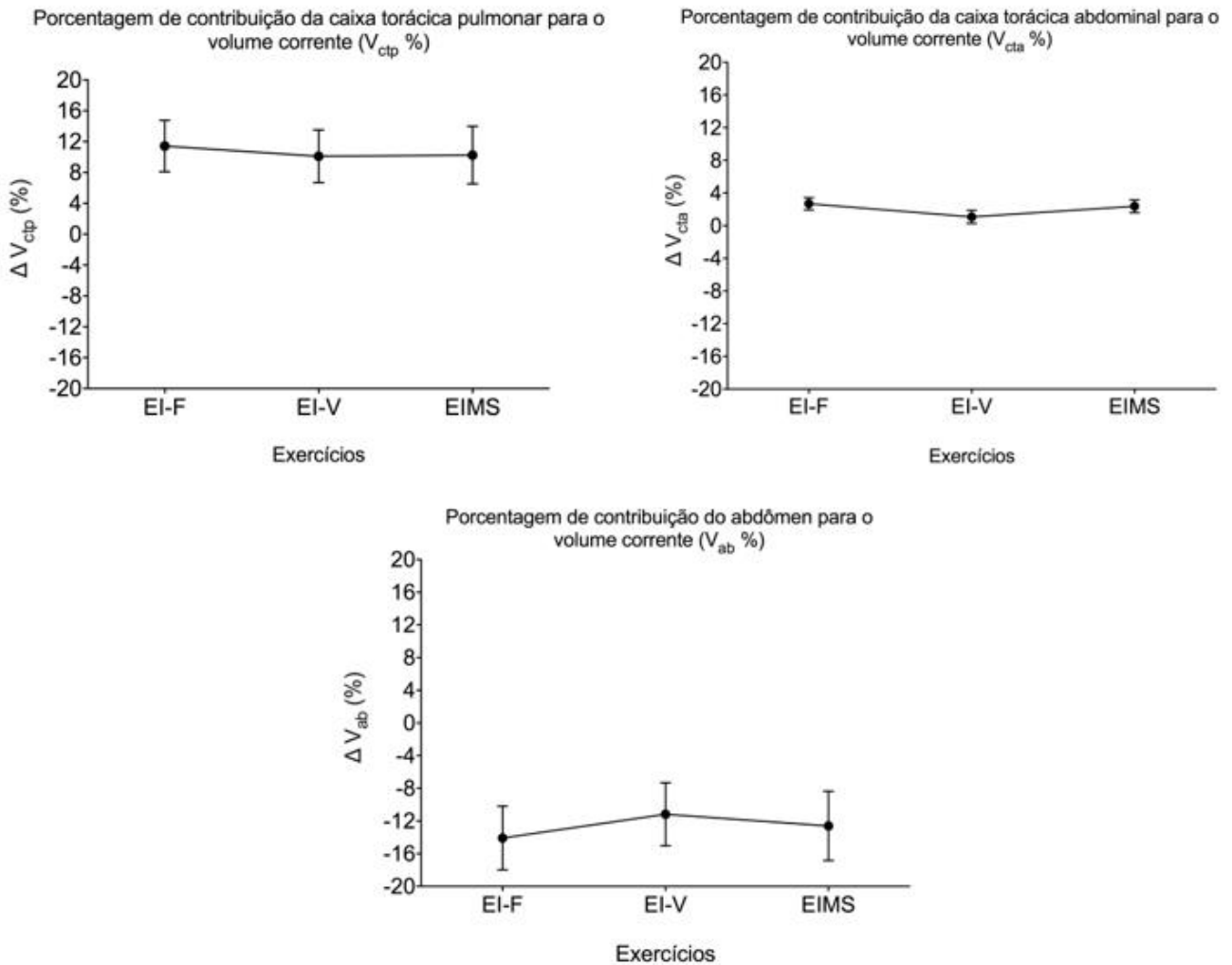
Dados apresentados como média (desvio padrão). VC<sub>pt</sub>: volume corrente da parede torácica; VE: volume minuto; Ti: tempo inspiratório; f: frequência respiratória; VC<sub>pt</sub>/Ti: fluxo inspiratório médio; V<sub>ctp</sub>%: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente; V<sub>cta</sub>%: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente e V<sub>ab</sub>%: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente; PhAng: ângulo de fase; PhRIB: relação de fase inspiratória; CT: caixa torácica; AB: abdômen; CTA :caixa torácica abdominal; CTP: caixa torácica pulmonar. p: nível de significância (<0,05).

FIGURA 1 - Diferenças entre os exercícios para as variáveis do padrão respiratório



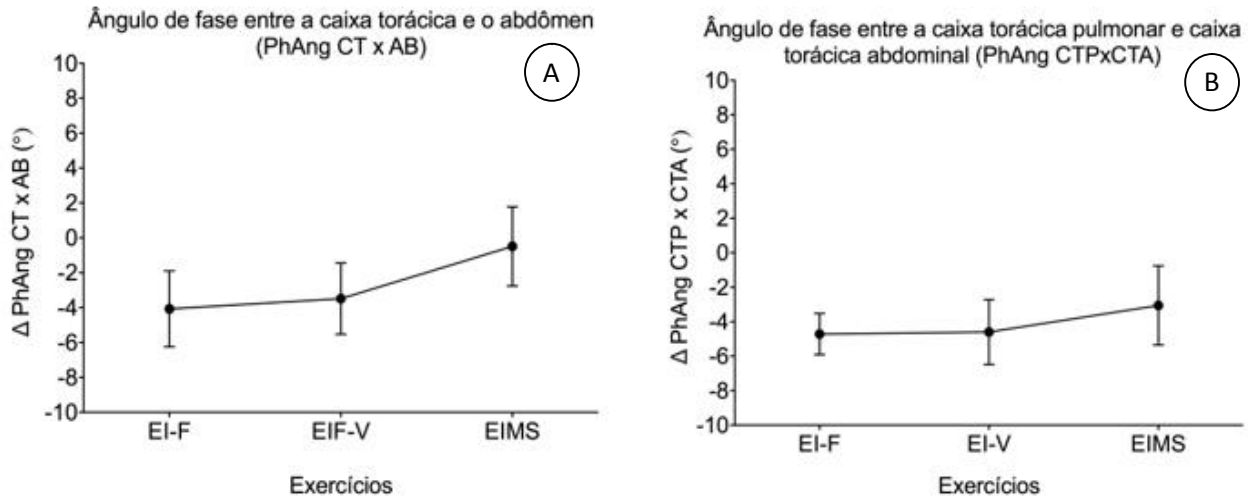
Dados apresentados como média e desvio padrão.  $VC_{pt}$ : volume corrente da parede torácica;  $f$ : frequência respiratória; VE: ventilação minuto e  $VC_{pt}/T_i$ : fluxo inspiratório médio. «  $p < 0,05$  para EI-F x EI-V.

FIGURA 2 - Dados referentes às diferenças entre os exercícios para os percentuais de contribuição de cada compartimento da parede torácica para o volume corrente.



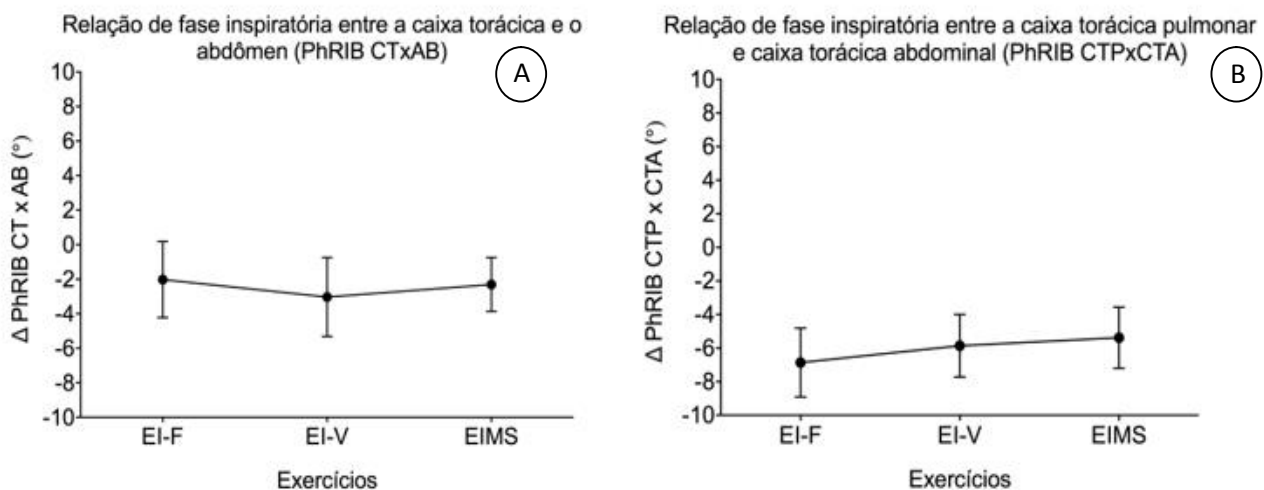
Dados apresentados como média e desvio padrão.  $V_{ctp}$  %: porcentagem de contribuição da caixa torácica pulmonar para o volume corrente;  $V_{cta}$  %: porcentagem de contribuição da caixa torácica abdominal para o volume corrente;  $V_{ab}$  %: porcentagem de contribuição do abdômen para o volume corrente.

FIGURA 3 - Diferenças entre os exercícios para o Ângulo de fase (PhAng) entre os compartimentos da caixa torácica e abdômen (A) e entre a caixa torácica pulmonar e a caixa torácica abdominal (B).



Dados apresentados como média e desvio padrão. CT: caixa torácica; AB: abdômen; CTP: caixa torácica pulmonar; CTA: caixa torácica abdominal.

FIGURA 4 - Diferenças entre os exercícios para a relação de fase inspiratória (PhRIB) entre os compartimentos da caixa torácica e abdômen (A) e entre a caixa torácica pulmonar e a caixa torácica abdominal (B).



Dados apresentados como média e desvio padrão. CT: caixa torácica; AB: abdômen; CTP: caixa torácica pulmonar; CTA: caixa torácica abdominal.

## REFERÊNCIAS

- 1 FELTRIM, M. I. Z.; JARDIM, J. R. B. Movimento toracoabdominal e exercícios respiratórios: revisão da literatura. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 11, n. 2, p. 105-113, 2004.
- 2 PRESTO, B. **Fisioterapia Respiratória**. Elsevier Health Sciences, 2009. Disponível em: < [https://books.google.com.br/books?id=b5VG53nF\\_vgC](https://books.google.com.br/books?id=b5VG53nF_vgC) >.
- 3 WEINDLER, J.; KIEFER, R.-T. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. **CHEST Journal**, v. 119, n. 6, p. 1858-1864, 2001.
- 4 BARTLETT, R. H.; GAZZANIGA, A. B.; GERAGHTY, T. R. Respiratory maneuvers to prevent postoperative pulmonary complications: a critical review. **Jama**, v. 224, n. 7, p. 1017-1021, 1973.
- 5 MANG, H.; OBERMAYER, A. Imposed work of breathing during sustained maximal inspiration: comparison of six different incentive spirometers. **Respiratory Care**, v. 34 p. 1122-1128, 1989.
- 6 PAISANI DE, M. *et al.* Volume rather than flow incentive spirometry is effective in improving chest wall expansion and abdominal displacement using optoelectronic plethysmography. **Respir Care**, v. 58, n. 8, p. 1360-6, 2013.
- 7 LUNARDI, A. C. *et al.* Effect of volume-oriented versus flow-oriented incentive spirometry on chest wall volumes, inspiratory muscle activity, and thoracoabdominal synchrony in the elderly. **Respir Care**, v. 59, n. 3, p. 420-6, 2014.
- 8 TOMICH, G. M. *et al.* Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 40, p. 1409-1417, 2007. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-879X2007001000015&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2007001000015&nrm=iso) >.
- 9 TOMICH, G. M. *et al.* Effects of breathing exercises on breathing pattern and thoracoabdominal motion after gastropasty. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, p. 197-204, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132010000200007&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132010000200007&nrm=iso) >.

- 10 ARMSTRONG, C. O. Post-op incentive spirometry: Why, when, & how. **Nursing**, v. 47, n. 6, p. 54-57, 2017.
- 11 BRITTO, R. R.; BRANT, T. C. S.; PARREIRA, V. F. **Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória-rev. e ampl**: MANOLE 2014.
- 12 VIEIRA, D. S. *et al.* Breathing exercises: influence on breathing patterns and thoracoabdominal motion in healthy subjects. **Braz J Phys Ther**, v. 18, n. 6, p. 544-52, 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25590447> >.
- 13 RESTREPO, R. D. *et al.* Incentive Spirometry: 2011. **Respiratory Care**, v. 56, n. 10, p. 1600-1604, 2011.
- 14 O'DONOHUE, W. J. National survey of the usage of lung expansion modalities for the prevention and treatment of postoperative atelectasis following abdominal and thoracic surgery. **Chest**, v. 87, n. 1, p. 76-80, 1985. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3880695> >.
- 15 CHANG, A. T. *et al.* Inspiratory flow rate, not type of incentive spirometry device, influences chest wall motion in healthy individuals. **Physiother Theory Pract**, v. 26, n. 6, p. 385-92, 2010.
- 16 KUMAR, A. S. *et al.* Comparison of Flow and Volume Incentive Spirometry on Pulmonary Function and Exercise Tolerance in Open Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. **J Clin Diagn Res**, v. 10, n. 1, p.01-6, 2016.
- 17 ALAPARTHI, G. K. *et al.* Comparison of Diaphragmatic Breathing Exercise, Volume and Flow Incentive Spirometry, on Diaphragm Excursion and Pulmonary Function in Patients Undergoing Laparoscopic Surgery: A Randomized Controlled Trial. **Minim Invasive Surg**, v. 2016, p. 1967532, 2016.
- 18 SANTOS, T. V. *et al.* Influence of forward leaning and incentive spirometry on inspired volumes and inspiratory electromyographic activity during breathing exercises in healthy subjects. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 22, n. 6, p. 961-7, 2012.
- 19 YAMAGUTI, W. P. D. S. *et al.* Mobilidade diafragmática durante espirometria de incentivo orientada a fluxo e a volume em indivíduos sadios. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, p. 738-745, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-37132010000600011&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132010000600011&nrm=iso) >.



- 20 DE CASTRO PEREIRA, C. A.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007.
- 21 ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch Chest Dis**, v. 59, n. 1, p. 12-6, 2003.
- 22 DELLACA', R. L. *et al.* Measurement of total and compartmental lung volume changes in newborns by optoelectronic plethysmography. **Pediatr Res**, v. 67, n. 1, p. 11-6, 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19755932> >.
- 23 CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J Appl Physiol (1985)**, v. 81, n. 6, p. 2680-9, 1996.
- 24 VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 60, n. 9, p. 723-9, 2005. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15964912> >.
- 25 VIEIRA, D. S. *et al.* Optoelectronic plethysmography: intra-rater and inter-rater reliability in healthy subjects. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 189, n. 3, p. 473-476, 2013.
- 26 PARREIRA, V. F. *et al.* Optoelectronic plethysmography: a review of the literature. **Rev Bras Fisioter**, v. 16, n. 6, p. 439-53, 2012. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23184278> >.
- 27 SOUZA, A. C.; DE CASTRO MAGALHÃES, L.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 12, p. 2623-2636, 2006.
- 28 BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, v. 14, n. 5, p. 377-81, 1982. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7154893> >.
- 29 BORG, G. Administração das escalas de Borg. **Escala De Borg Para a Dor E O Esforço Percebido. São. Paulo: Manole**, 2000.

- 30 ALIVERTI, A. *et al.* Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann Biomed Eng**, v. 29, n. 1, p. 60-70, 2001. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11219508> >.
- 31 BAKOW, E. D. Sustained maximal inspiration--a rationale for its use. **Respir Care**, v. 22, n. 4, p. 379-82, 1977.
- 32 PARREIRA, V. F. *et al.* Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, p. 1105-1112, 2005. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-879X2005000700014&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2005000700014&nrm=iso) >.
- 33 WILKINS, R. L.; STOLLER, J. K.; KACMAREK, R. M. **EGAN Fundamentos da Terapia Respiratória**. ed. 9, 2009.
- 34 ROMEI, M. *et al.* Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 172, n. 3, p. 184-91, 2010.
- 35 WANG, H. K. *et al.* Relationship between chest wall motion and diaphragmatic excursion in healthy adults in supine position. **J Formos Med Assoc**, v. 108, n. 7, p. 577-86, 2009.
- 36 ALAPARTHI, G. K. *et al.* Comparison of flow and volume oriented incentive spirometry on lung function and diaphragm movement after laparoscopic abdominal surgery: a randomized clinical pilot trial. **International Journal of Physiotherapy and Research**, v. 1, n. 5, p. 274-278, 2013.
- 37 CHUTER, T. A. M. *et al.* Diaphragmatic Breathing Maneuvers and Movement of the Diaphragm After Cholecystectomy. **CHEST**, v. 97, n. 5, 1990.
- 38 BRACK, T.; JUBRAN, A.; TOBIN, M. J. Effect of resistive loading on variational activity of breathing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 157, n. 6, p. 1756-1763, 1998.
- 39 FERNANDEZ-BUSTAMANTE, A.; SCHOEN, J.; MELO, M. F. V. Incentive Spirometry After Bariatric Surgery: The Importance of Patient Compliance. **Jama Surgery**, v. 152, n. 10, p. 984-985, 2017.

- 40 LUNARDI, A. C. *et al.* Comparison of lung expansion techniques on thoracoabdominal mechanics and incidence of pulmonary complications after upper abdominal surgery: a randomized and controlled trial. **Chest**, v. 148, n. 4, p. 1003-1010, 2015.
- 41 OVEREND, T. J. *et al.* The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. **Chest**, v. 120, n. 3, p. 971-8, 2001. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11555536> >.
- 42 DO NASCIMENTO JUNIOR, P. *et al.* Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. **Cochrane Database Syst Rev**, n. 2, p. CD006058, 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24510642> >.
- 43 FREITAS, E. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. 2012.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos da espirometria de incentivo à fluxo (EI-F), da espirometria de incentivo à volume (EI-V) e do exercício respiratório inspiração máxima sustentada (EIMS) sobre o padrão respiratório e o movimento toracoabdominal de indivíduos saudáveis.

A espirometria de incentivo vem sendo utilizada há mais de 40 anos, primariamente com o objetivo de reverter o processo fisiopatológico das complicações pós-operatórias. Dessa forma, a espirometria de incentivo teria por objetivo manter os alvéolos insuflados, imitando o mecanismo de suspiros que ocorre na fisiologia respiratória normal.

Observa-se grande variabilidade nos estudos acerca da espirometria de incentivo com relação as orientações dadas para a execução dos exercícios, ao posicionamento dos sujeitos e aos instrumentos de medida utilizados. Apesar disso, a literatura é consistente em reportar as desvantagens do EI-F comparado ao EI-V.

Na tentativa de apresentar uma alternativa sem custos para uso clínico em substituição ao EI-F, esse estudo se propôs a investigar os mecanismos envolvidos na realização do EIMS e a comparar seus efeitos com aqueles promovidos pelos espirômetros.

O objetivo do estudo foi alcançado, uma vez que o EIMS demonstrou ser uma opção interessante para uso clínico nos casos de impossibilidade de aquisição de instrumentos. Além disso, de forma inesperada, esse exercício demonstrou também ser equivalente ao EI-V. No entanto, o *feedback* visual proporcionado pelos instrumentos deve ser considerado e estudos futuros avaliando a adesão e preferência dos pacientes ao realizarem exercícios com ou sem recursos devem ser realizados.

Nossos resultados confirmaram mais uma vez a superioridade do EI-V comparado ao EI-F para  $T_i$  e  $VC_{pt}/T_i$ . Dessa forma, sugere-se que esse recurso possa ser o mais adequado dentre os espirômetros para promover uma inspiração mais lenta e profunda, respeitando a proposta da técnica.

Dessa forma, os resultados apresentados servem para nortear a prática clínica dos fisioterapeutas com relação à utilização mais direcionada dos recursos instrumentais e dos exercícios respiratórios.

## REFERÊNCIAS

- 1 PRESTO, B. **Fisioterapia Respiratória**. Elsevier Health Sciences, 2009.
- 2 FELTRIM, M. I. Z.; JARDIM, J. R. B. Movimento toracoabdominal e exercícios respiratórios: revisão da literatura. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 11, n. 2, p. 105-113, 2004.
- 3 WEINDLER, J.; KIEFER, R.-T. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. **CHEST Journal**, v. 119, n. 6, p. 1858-1864, 2001.
- 4 BARTLETT, R. H.; GAZZANIGA, A. B.; GERAGHTY, T. R. Respiratory maneuvers to prevent postoperative pulmonary complications: a critical review. **Jama**, v. 224, n. 7, p. 1017-1021, 1973.
- 5 O'DONOHUE, W. J. National survey of the usage of lung expansion modalities for the prevention and treatment of postoperative atelectasis following abdominal and thoracic surgery. **Chest**, v. 87, n. 1, p. 76-80, 1985. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3880695>> .
- 6 TOMICH, G. M. *et al.* Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 40, p. 1409-1417, 2007.
- 7 TOMICH, G. M. *et al.* Effects of breathing exercises on breathing pattern and thoracoabdominal motion after gastropasty. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, p. 197-204, 2010.
- 8 SANTOS, T. V. *et al.* Influence of forward leaning and incentive spirometry on inspired volumes and inspiratory electromyographic activity during breathing exercises in healthy subjects. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 22, n. 6, p. 961-7, 2012.
- 9 KUMAR, A. S. *et al.* Comparison of Flow and Volume Incentive Spirometry on Pulmonary Function and Exercise Tolerance in Open Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. **J Clin Diagn Res**, v. 10, n. 1, p. 01-6, 2016.
- 10 ALAPARTHI, G. K. *et al.* Comparison of Diaphragmatic Breathing Exercise, Volume and Flow Incentive Spirometry, on Diaphragm Excursion and Pulmonary Function in Patients Undergoing Laparoscopic Surgery: A Randomized Controlled Trial. **Minim Invasive Surg**, v. 2016, 2016.
- 11 ALAPARTHI, G. K. *et al.* Comparison of flow and volume oriented incentive spirometry on lung function and diaphragm movement after laparoscopic abdominal surgery: a randomized clinical pilot trial. **International Journal of Physiotherapy and Research**, v. 1, n. 5, p. 274-278, 2013.

- 12 YAMAGUTI, W. P. D. S. *et al.* Mobilidade diafragmática durante espirometria de incentivo orientada a fluxo e a volume em indivíduos saudáveis. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, p. 738-745, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180637132010000600011&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180637132010000600011&nrm=iso)>.
- 13 UDAYAMALA, E. *et al.* Comparison of Diaphragmatic Excursion During Diaphragmatic Breathing Exercise, Volume and Flow Oriented Incentive Spirometer in Healthy Subjects: A Randomized Cross Over Trial. **Online J Health Allied Scs**, v. 15, n. 3, p. 7, 2016.
- 14 PAISANI DDE, M. *et al.* Volume rather than flow incentive spirometry is effective in improving chest wall expansion and abdominal displacement using optoelectronic plethysmography. **Respir Care**, v. 58, n. 8, p. 1360-6, 2013.
- 15 LUNARDI, A. C. *et al.* Effect of volume-oriented versus flow-oriented incentive spirometry on chest wall volumes, inspiratory muscle activity, and thoracoabdominal synchrony in the elderly. **Respir Care**, v. 59, n. 3, p. 420-6, 2014.
- 16 LUNARDI, A. C. *et al.* Comparison of lung expansion techniques on thoracoabdominal mechanics and incidence of pulmonary complications after upper abdominal surgery: a randomized and controlled trial. **Chest**, v. 148, n. 4, p. 1003-1010, 2015.
- 17 PARREIRA, V. F. *et al.* Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, p. 1105-1112, 2005. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100879X2005000700014&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100879X2005000700014&nrm=iso)>.
- 18 RENAULT, J. A. *et al.* Comparação entre exercícios de respiração profunda e espirometria de incentivo no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, p. 165-172, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010276382009000200012&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010276382009000200012&nrm=iso)>.
- 19 RESTREPO, R. D. *et al.* Incentive Spirometry: 2011. **Respiratory Care**, v. 56, n. 10, p. 1600-1604, 2011.
- 20 ARMSTRONG, C. O. Post-op incentive spirometry: Why, when, & how. **Nursing**, v. 47, n. 6, p. 54-57, Jun 2017.
- 21 MANG, H.; OBERMAYER, A. Imposed work of breathing during sustained maximal inspiration: comparison of six different incentive spirometers. **Respiratory Care**, v. 34 p. 1122-1128, 1989.
- 22 BRITTO, R. R.; BRANT, T. C. S.; PARREIRA, V. F. **Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória**. Manole, 2014.

- 23 VIEIRA, D. S. *et al.* Breathing exercises: influence on breathing patterns and thoracoabdominal motion in healthy subjects. **Braz J Phys Ther**, v. 18, n. 6, p. 544-52, 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25590447>>.
- 24 CHANG, A. T. *et al.* Inspiratory flow rate, not type of incentive spirometry device, influences chest wall motion in healthy individuals. **Physiother Theory Pract**, v. 26, n. 6, p. 385-92, 2010.
- 25 ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Arch Chest Dis**, v. 59, n. 1, p. 12-6, 2003.
- 26 DE CASTRO PEREIRA, C. A.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007.
- 27 PARREIRA, V. F. *et al.* Optoelectronic plethysmography: a review of the literature. **Rev Bras Fisioter**, v. 16, n. 6, p. 439-53, 2012. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23184278>>.
- 28 BIOENGINEERING, B. Optoelectronic plethysmography compendium marker setup. **A Handbook About Marker Positioning on Subjects in Standing and Supine Positions**. 2011.
- 29 VIEIRA, D. **Estratégias de aumento da tolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.
- 30 ALIVERTI, A. *et al.* Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Ann Biomed Eng**, v. 29, n. 1, p. 60-70, 2001. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11219508>>.
- 31 MENDES, L. P. S.; PARREIRA, V. F.; VIEIRA, D. S. R. **Influência da postura, do sexo e da idade sobre o padrão respiratório e movimento toracoabdominal em indivíduos saudáveis no repouso**. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 75f., 2015.
- 32 DELLACA', R. L. *et al.* Measurement of total and compartmental lung volume changes in newborns by optoelectronic plethysmography. **Pediatr Res**, v. 67, n. 1, p. 11-6, 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19755932>>.
- 33 VOGIATZIS, I. *et al.* Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 60, n. 9, p. 723-9, 2005. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15964912>>.
- 34 CALA, S. J. *et al.* Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **J Appl Physiol (1985)**, v. 81, n. 6, p. 2680-9, 1996.

- 35 VIEIRA, D. S. *et al.* Optoelectronic plethysmography: intra-rater and inter-rater reliability in healthy subjects. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 189, n. 3, p. 473-476, 2013.
- 36 SOUZA, R. B. D.; PEREIRA, C. Diretrizes para testes de função pulmonar. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. 3, p. 155-65, 2002.
- 37 MALACHIAS, M. V. B. *et al.* 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 2 - Diagnosis and Classification. **Arq Bras Cardiol**, v. 107, n. 3 Suppl 3, p. 7-13, 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27819381>>.
- 38 DAVIDSON, M.; DE MORTON, N. A systematic review of the Human Activity Profile. **Clinical Rehabilitation**, v. 21, n. 2, p. 151-162, 2007.
- 39 SOUZA, A. C.; DE CASTRO MAGALHÃES, L.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 12, p. 2623-2636, 2006.
- 40 BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**, v. 14, n. 5, p. 377-81, 1982. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7154893>>.
- 41 BORG, G. Administração das escalas de Borg. **Escalas De Borg Para a Dor EO Esforço Percebido**. São. Paulo: Manole, 2000.



## APÊNDICE

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O(A) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do estudo:

#### **RECURSOS INSTRUMENTAIS E EXERCÍCIO RESPIRATÓRIO: INFLUÊNCIA SOBRE O PADRÃO RESPIRATÓRIO E MOVIMENTO TORACOABDOMINAL**

Se o(a) Sr(a). aceitar participar deste estudo o(a) Sr(a). vai responder algumas perguntas pessoais e um questionário para sabermos sobre seu nível de atividade física. Em seguida, o (a) Sr(a). fará algumas avaliações respiratórias. Abaixo está detalhado como isto acontecerá.

#### **Justificativa e objetivo:**

Esta é uma pesquisa importante para a prática dos fisioterapeutas, pois tem como objetivo auxiliar na compreensão do comportamento dos volumes pulmonares e movimentos do tórax e abdômen durante a realização de alguns exercícios respiratórios frequentemente utilizados na prática clínica. Apesar de já serem utilizados, ainda se sabe pouco sobre a resposta do organismo durante a realização desses exercícios. Sua contribuição será importante para embasar a aplicação dessas técnicas em condições que acometem diferentes regiões dos pulmões.

#### **Responsáveis:**

- 1) Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Verônica Franco Parreira do Departamento de Fisioterapia/ UFMG.
- 2) Liliane Patrícia de Souza Mendes, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), nível doutorado.
- 3) Layza Jaqueline da Cruz, aluna da Graduação em Fisioterapia da UFMG.
- 4) Luana Santos Teixeira, aluna da Graduação em Fisioterapia da UFMG.

**Antes de autorizar sua participação neste Projeto de Pesquisa é necessário compreender as explicações sobre os procedimentos, benefícios, riscos e informações adicionais sobre a pesquisa.**

Caso aceite participar desta pesquisa, você irá submeter-se aos seguintes:

**PROCEDIMENTOS:**

O(A) Sr(a). deverá comparecer ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG por duas vezes. Na primeira, o(a) Sr(a). receberá informações sobre a pesquisa e sua altura e peso serão medidos utilizando uma balança. Em seguida o(a) Sr(a). irá responder a um questionário que avalia sua condição geral de saúde. A partir de então o(a) Sr(a). será submetido(a) a uma avaliação para medir a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões (análise de volumes e capacidades dos pulmões). Após esse teste será aplicado um questionário que avaliará seu nível de atividade física e, logo em seguida, o (a) Sr(a). aprenderá a realizar três exercícios respiratórios, dois deles com a ajuda de um aparelho.

No segundo dia, o avaliador fixará inicialmente 89 marcadores nas regiões anterior e posterior de seu tronco com fita adesiva antialérgica e depois as câmeras ao seu redor serão ajustadas. O (A) Sr(a). irá respirar tranquilamente na posição sentada durante 5 minutos. Em seguida o (a) Sr(a). realizará nesta posição os exercícios respiratórios que foram aprendidos no primeiro dia. Durante todos os procedimentos haverá monitoração da respiração e dos batimentos cardíacos.

**Riscos e desconforto:**

O estudo não oferece riscos significativos, já que não há nenhum procedimento invasivo ou muito desgastante para os participantes. Durante a realização dos exercícios respiratórios podem ocorrer alterações na respiração e mínimo cansaço. Se o(a) Sr(a). sentir qualquer sintoma diferente do habitual ou qualquer desconforto, o procedimento será interrompido.

**Benefícios esperados:**

Os resultados encontrados com o estudo poderão ser utilizados para orientação de outros profissionais na prática, beneficiando, dessa forma, a população geral que necessite de cuidados para a respiração.

**Forma de acompanhamento e assistência:**

Os procedimentos do estudo serão realizados pelas alunas, Layza Jaqueline da Cruz e Luana Santos Teixeira no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório. A supervisão dos testes será realizada pela pesquisadora responsável, Liliane Patrícia de Souza Mendes.

**Garantia de esclarecimento:**

O(A) Sr(a). tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos procedimentos que serão realizados em qualquer momento do estudo.

**Garantia de sigilo:**

Os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e não serão usados para outros fins.

**Direito de recusa:**

O(A) Sr (a). como voluntário, pode recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer penalização ou prejuízo.

**Ressarcimento e indenização:**

O(A) Sr(a). não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação na pesquisa.

**CONSENTIMENTO:** Declaro que li e entendi as informações acima e que todas as dúvidas referentes à minha participação neste estudo foram esclarecidas.

Desta forma, eu \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ concordo em participar desse estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

Belo Horizonte, \_\_\_/ \_\_\_/ \_\_\_\_.

**Telefones e endereços para contato:**

Professora Verônica Franco Parreira

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 ó Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 3409- 4783 / 3221- 0523

Liliane Patrícia de Souza Mendes

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 ó Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 3582- 4142 / 99267- 8036

Layza Jaqueline da Cruz

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 ó Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 99984-4915

Luana Santos Teixeira

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 ó Pampulha, Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Telefone: 99724-0015

- Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II ó 2º andar. Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte.

Telefone: 3409-4592

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

### PERFIL DE ATIVIDADE HUMANA

Este folheto contém itens que descrevem atividades comuns que as pessoas realizam em suas vidas diárias. Para cada questão, peça que o paciente responda **õainda faço a atividadeõ** se ainda conseguir realizar tal atividade sozinho quando precisa ou quando tem oportunidade. Solicite que ele indique **õparei de fazerõ** a atividade se ele conseguia realizá-la no passado, mas, provavelmente, não consegue realizá-la hoje, mesmo se tivesse oportunidade. E, finalmente, que responda **õnunca fizõ** se ele, por qualquer motivo, nunca realizou tal atividade.

ATIVIDADES	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais que um minuto			
7. Ficar de pé por mais que cinco minutos			
8. Vestir e tirar roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			

19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por $\pm$ 2 horas (160 quilômetros ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus sem parar			
29. Subir nove degraus			
30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus sem parar			
38. Subir 12 degraus sem parar			
39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar 2 quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar			

46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros			
48. Arrumar a cama trocando lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quarteirões no plano			
56. Caminhar seis quarteirões no plano, sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus, sem parar			
62. Subir 36 degraus, sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm 20$ minutos)			
64. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm 20$ minutos), sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, õvoleyö, õbaseballö			
66. Dançar socialmente			
67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros ( $\pm 40$ minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar ( $\pm 40$ minutos)			
71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			

73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos, sem parar			
74. Subir 50 degraus (2 andares e meio), sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm 1$ hora) ou jogar 18 buracos de golfe			
76. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm 1$ hora), sem parar			
77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros, sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (4 quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar			
82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros, sem parar			
88. Correr 800 metros, sem parar			
89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetros (4 quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetros (6 quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos			



- EMA (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de O<sub>2</sub> que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.
- EEA (Escore Ajustado de Atividade): EMA ó nº de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz.

<b>Classificação</b>	<b>EAA</b>
Debilidado (inativo)	< 53
Moderadamente ativo	53 ó 74
Ativo	> 74

## INSTRUÇÕES PARA ESCALA DE BORG MODIFICADA

Desejamos que você nos fale sobre sua percepção de esforço durante o exercício, ou seja, como você percebeu o cansaço para realizar os exercícios.

Queremos que você use essa escala, que vai de 0 a 10, sendo 0 nenhum esforço e 10 esforço máximo.

É muito importante que você responda o que realmente percebeu, e não o que acredita que deveria responder. Não existe resposta correta, seja o mais honesto possível.

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima