

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Joice Gomide Nolasco de Assis**

**EFEITO DE UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO  
SISTEMA CARDIOVASCULAR EM IDOSOS**

**Juiz de Fora**

**2017**

**Joice Gomide Nolasco de Assis**

**EFEITO DE UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO  
SISTEMA CARDIOVASCULAR EM IDOSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração Exercício e Esporte, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Godoy Martinez  
Coorientador: Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza

**Juiz de Fora**

**2017**

**Joice Gomide Nolasco de Assis**

**EFEITO DE UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NO  
SISTEMA CARDIOVASCULAR EM IDOSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Aprovada em 02 de agosto de 2017

**BANCA EXAMINADORA**<sub>[DGM1]</sub>

---

Prof. Dr. Daniel Godoy Martinez - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza - Coorientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Pinto da Silva  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gabriela Alves Trevizani  
Universidade Presidente Antônio Carlos

Dedico este estudo a Deus, meu porto seguro, aos meus pais, por todo sacrifício por mim, à minha filha Clara, que é a luz da minha vida, ao meu filho Pedro, minha fortaleza, aos meus irmãos Gláucia e Fabinho, sempre amigos, aos meus sogros-pais e ao meu marido Paulo, grande amor da minha vida!

Muito obrigada!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço profundamente,

aos voluntários desse estudo, pois, além da participação, nos brindaram com amizade, lições de vida e alegria;

ao meu orientador Daniel Godoy Martinez, pessoa simples e muito inteligente, pela dedicação, amizade e competência, por realmente me orientar nos momentos que precisei e por me permitir essa oportunidade preciosa de estudo;

ao meu coorientador Mateus Camaroti Laterza, minha admiração pelos exemplos de responsabilidade e ética na missão do ensino, na pesquisa e na vida;

à Professora Lilian Pinto da Silva, fiquei muito feliz pelo nosso reencontro;

à amiga Mariana Balbi Seixas, pelos aprendizados e horas de trabalho;

aos companheiros do grupo de pesquisas da Unidade de Investigação Cardiovascular da UFJF, Pedro Augusto de Carvalho Mira, impressionante dedicação aos amigos e aos estudos; Natália Portela Pereira, pela amizade espontânea; Isabelle Magalhães Guedes Freitas, que em meio a tantos compromissos encontrou tempo para colaborar comigo; Diana de Medeiros Andrade, de quem gosto muito desde os tempos da graduação, pelo incentivo e apoio;

ao meu marido Paulo, pelos préstimos em TI, pelas revisões, incentivo e apoio com nossos filhos, obrigada por me ajudar a realizar sonhos!

Muito obrigada!

"Só é útil o conhecimento que nos torna melhores."

(SÓCRATES).

## RESUMO

**Introdução:** Temos presenciado um processo de envelhecimento populacional em todo o mundo. O envelhecimento traz consigo prejuízos cardiovasculares e pulmonares, tornando os idosos mais suscetíveis às doenças. Intervenções que objetivam prevenir ou tratar essas doenças têm sido realizadas na prática clínica e, dentre elas, encontra-se o treinamento muscular inspiratório. No entanto, apesar de conhecidos os efeitos benéficos do treinamento muscular inspiratório, a resposta cardiovascular frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório (EMI) precisa ser melhor elucidada. **Objetivo:** Avaliar o efeito durante e após uma sessão de EMI no sistema cardiovascular em idosos. **Método:** Foram avaliados 16 voluntários, homens, idosos, sedentários e sem diagnóstico de doença cardiovascular ou pulmonar. De forma randomizada, os voluntários participaram de duas sessões experimentais: EMI compostos de 8 séries de dois minutos com 1 minuto de repouso entre as séries e com 40% da pressão inspiratória máxima e outra sessão Sham, realizada da mesma forma, porém sem carga. Foram avaliados pressão arterial (PA) (Finometer Pro); volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC), resistência vascular periférica total (RVPT - Finometer Pro); fluxo sanguíneo muscular (Plestimógrafo Hokanson) e frequência cardíaca (FC - ECG). A resistência vascular do antebraço (RVA) foi calculada pela fórmula pressão arterial média dividida pelo fluxo sanguíneo do antebraço e reportada em unidades. A função barorreflexa espontânea foi avaliada pelo método sequencial (domínio do tempo) utilizando o software CardioSeries v2.4. Todas as variáveis foram mensuradas durante e após as sessões, por 60 minutos. Foi registrada PA de 24 horas após as sessões. Para as respostas durante e após sessões (recuperação de 60 minutos), bem como para o comportamento temporal de 24 horas, foi utilizado Anova de dois fatores com *post hoc* de Bonferroni quando necessário. Para as características hemodinâmicas dos voluntários em repouso antes das sessões experimentais (EMI ou Sham), para os valores de Borg após o exercício (EMI e Sham), assim como para as respostas de 24 horas de vigília e sono, foi realizado teste t de *Student* para amostras pareadas. **Resultados:** Durante ambas as sessões experimentais, verificamos elevação da FC, diminuição do VS, aumento pressórico não sustentado, manutenção do DC, RVA e RVPT. Nos 60 minutos de recuperação após ambas as sessões experimentais, verificamos diminuição da FC manutenção do VS, redução

do FSM, aumento pressórico e de RVA e RVPT. Após a sessão EMI observamos manutenção do DC e após sessão Sham diminuição do DC. Os índices da função barorreflexa mantiveram-se com os valores iniciais. Os valores médios de pressão arterial sistólica e diastólica de 24 horas após ambas as sessões experimentais foram similares. **Conclusão:** Conclui-se que homens idosos sem doenças cardiovasculares diagnosticadas, durante uma sessão de EMI apresentam aumento da FC, aumento não sustentado da pressão arterial, diminuição do VS e manutenção do DC e RVPT. Conclui-se ainda que idosos, nos primeiros 60 minutos de recuperação após EMI apresentam redução da FC, aumento da pressão arterial, manutenção do VS e DC, elevação da RVPT, diminuição do FSM, aumento da RVA e manutenção dos índices de função barorreflexa. Por fim, conclui-se que não há diferenças na recuperação de 24h da pressão arterial entre as sessões EMI e Sham.

**Palavras-chave:** Exercício respiratório; idoso; hemodinâmica; barorreflexo.

## ABSTRACT

**Introduction:** The world is experiencing an increase of older population. Aging brings detrimental effects to the heart and lungs, which makes elders more susceptible to diseases. Interventions aiming to prevent or treat those diseases have been conducted in clinical practices, and among them is the inspiratory muscle training (IMT). Despite the known beneficial effects of IMT, the acute cardiovascular response to the inspiratory muscular exercise (IME) needs to be better understood. **Objective:** To evaluate the effects during and after a session of IME in elderly people. **Method:** Sixteen volunteers were evaluated, all men, elderly, sedentary, with no previous diagnosis of cardiovascular or pulmonary disease. The volunteers were randomly disposed into two experimental sessions: IME was composed of eight series of two minutes each, with one minute of rest between series, and with 40% of the maximum inspiratory pressure, and then another Sham session which was conducted the same way, but without weights. The evaluated indicators were: blood pressure (BP) (Finometer Pro); stroke volume (SV), cardiac output (CO), total peripheral vascular resistance (TPVR - Finometer Pro); forearm blood flow (FBF - Hokanson Plestimograph) and heart rate (HR - ECG). The forearm vascular resistance (FVR) was calculated through the following formula: mean arterial pressure divided by the forearm blood flow, and reported in units. The spontaneous baroreflex function was evaluated through the sequential method (time domain) using the software CardioSeries v2.4. All variables were measured during the sessions, and during 60 minutes immediately after the sessions. BP was recorded for 24 hours after the sessions. For the responses during and after sessions (recovery of 60 minutes) as well as for the 24-hour temporal behavior, we used Anova of two factors with post hoc of Bonferroni when necessary. A Student's t-test over the paired sample was conducted for the volunteers' resting hemodynamic characteristics, before the experimental sessions (IME and Sham), for the Borg values after the exercises (IME and Sham), as well as for the 24 hours response. We adopted as effect size, Cohen's d. **Results:** During both experimental sessions, we found HR elevation, reduction of SV, a non-sustained rise in BP, and the non-modification of CO, FVR and TPVR values. In the 60 minutes of recovery, for both sessions, the reduction of the HR, non-modification of SV values, reduction of FBF, rise in BP, FVR e TPVR were noticed. In the IME session the non-modification of the

CO levels were observed, but in the Sham session they were reduced. In the 60 minutes of recovery the baroreflex function's indices remained unaltered. The mean values for the systolic and diastolic blood pressure of the 24 hours after both experimental sessions were very similar. **Conclusion:** Elderly men without previously diagnosed cardiovascular diseases will display raised HR, raised non-sustained BP, reduced SV, and unaltered levels of CO and TPVR during IME sessions. The study also allow us to conclude that elderly men, during the first 60 minutes after an IME session, display reduced HR, raised BP, unaltered levels of SV and CO, elevated TPVR, reduced FBF, raised FVR and unaltered indices of barorreflex function. Finally, through this study, we are able to learn that there is no difference in the 24 hour BP recovery between the sessions where IME and Sham were conducted.

**Key-words:** Breathing exercises; aged; hemodynamics; baroreflex.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fotopletismografia infravermelha digital, cinta respiratória e ECG-MC5....	29
Figura 2: Equipamento Cardiomapa e sua colocação. ....	29
Figura 3: Pletismografia de oclusão venosa.....	31
Figura 4: Sinal da onda de fluxo sanguíneo muscular do antebraço. ....	31
Figura 5: Esquema temporal do protocolo experimental .....	35
Figura 6. Comportamento da frequência cardíaca durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a frequência cardíaca aumentou de forma semelhante em ambas as sessões. †= p<0,05 vs. repouso. ....	39
Figura 7. Comportamento da pressão arterial sistólica durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante a sessão EMI a pressão arterial aumentou nas duas primeiras séries em relação ao repouso ficando maior em comparação à sessão Sham. †=p<0,05 vs. repouso; *=p<0,05 vs. Sham. ....	40
Figura 8: Comportamento da pressão arterial diastólica durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) a pressão arterial diastólica aumentou na primeira série em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso. ....	40
Figura 9: Comportamento da pressão arterial média durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) a pressão arterial média aumentou na primeira série em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso. ....	41
Figura 10: Comportamento do volume sistólico durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) o volume sistólico diminuiu a partir da terceira série em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso. ...	41
Figura 11: Comportamento do débito cardíaco durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) o débito permaneceu inalterado em todas as séries em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso.....	42
Figura 12: Comportamento da resistência vascular periférica total durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular	

Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) a resistência vascular periférica total permaneceu inalterada em todas as séries em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso. ....42

Figura 13: Comportamento da frequência respiratória antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a frequência respiratória se comportou de forma semelhante após ambas as sessões (EMI e Sham). ....44

Figura 14. Comportamento da frequência cardíaca antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a frequência cardíaca diminuiu de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. ....45

Figura 15: Comportamento da pressão arterial sistólica antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial sistólica aumentou de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. .45

Figura 16: Comportamento da pressão arterial diastólica antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial diastólica aumentou de forma semelhante após ambas as sessões após o trigésimo minuto. †=p<0,05 vs. Repouso. ....46

Figura 17: Comportamento da pressão arterial média antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial média aumentou de forma semelhante após ambas as sessões após o décimo quinto minuto. †=p<0,05 vs. Repouso. ....47

Figura 18: Comportamento do volume sistólico antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o volume sistólico permaneceu inalterado de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso...47

Figura 19: Comportamento do débito cardíaco antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o débito cardíaco foi reduzido somente após a sessão Sham. †=p<0,05 vs. Repouso.....48

Figura 20: Comportamento da resistência vascular periférica total antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a resistência vascular periférica total aumentou de forma semelhante após ambas as sessões a partir do décimo quinto minuto do período de recuperação. †=p<0,05 vs. Repouso. ....48

Figura 21: Comportamento do fluxo sanguíneo muscular antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o fluxo sanguíneo muscular diminuiu durante a fase de recuperação de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. ....	49
Figura 22: Comportamento da resistência vascular do antebraço antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a resistência vascular do antebraço aumentou de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. ....	50
Figura 23: Comportamento do ganho em subidas da função barorreflexa antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o ganho da função barorreflexa para aumento de pressão arterial permaneceu inalterada. Condição semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. ....	50
Figura 24: Comportamento do ganho em descidas da função barorreflexa antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o ganho da função barorreflexa para diminuição de pressão arterial permaneceu inalterada e de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. ....	51
Figura 25: Comportamento do ganho total da função barorreflexa antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o ganho total da função barorreflexa permaneceu inalterado e de forma semelhante após ambas as sessões. †=p<0,05 vs. Repouso. ....	51
Figura 26. Pressão arterial sistólica 24 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial sistólica de vigília foi maior que a pressão arterial sistólica no sono, porém, sem diferença entre as sessões. #=p<0,05 vs. Sono. ....	53
Figura 27. Pressão arterial diastólica 24 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial diastólica de vigília foi maior que a pressão arterial sistólica no sono, porém, sem diferença entre as sessões. #=p<0,05 vs. Sono. ....	53
Figura 28: Comportamento temporal da pressão arterial sistólica de 23 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que há queda da pressão arterial	

sistólica entre a 6ª e 15ª hora após ambas as sessões (EMI e Sham). †=p<0,05 vs. 1ª hora. ....54

Figura 29: Comportamento temporal da pressão arterial diastólica 24 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que há queda da pressão arterial diastólica entre a 6ª e 14ª hora após ambas as sessões (EMI e Sham). †=p<0,05 vs. 1ª hora. ....55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características físicas dos voluntários.....	38
Tabela 2: Características hemodinâmicas e função barorreflexa dos voluntários em repouso na sessão EMI e sessão Sham .....	38
Tabela 3: Tamanho do efeito durante as 8 séries de exercício das sessões experimentais.....	43
Tabela 4: Tamanho do efeito do período de recuperação de 60 minutos das sessões experimentais.....	52
Tabela 5: Tamanho do efeito das respostas de 24 horas de PAS das sessões experimentais.....	55
Tabela 6: Tamanho do efeito das respostas de 24 horas de PAD das sessões experimentais.....	56
Tabela 7: Sumário das respostas hemodinâmicas durante as sessões EMI e Sham. ....	56
Tabela 8: Sumário das respostas hemodinâmicas e função barorreflexa de recuperação de 60 minutos das sessões EMI e Sham. ....	57
Tabela 9: Sumário das respostas pressóricas de 24 horas das sessões EMI e Sham. ....	57

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução .....</b>	<b>18</b>
1.1 Idosos .....	18
1.2 Treinamento Muscular Inspiratório .....	20
1.3 Exercício Muscular Inspiratório .....	22
<b>2 Objetivos.....</b>	<b>25</b>
2.1 Objetivo Primário .....	25
2.2 Objetivos Secundários .....	25
<b>3 Métodos .....</b>	<b>26</b>
3.1 Aspectos éticos .....	26
3.2 Amostra .....	26
3.2.1 Critérios de inclusão .....	26
3.2.2 Critérios de exclusão .....	26
3.3 Medidas e procedimentos .....	27
3.3.1 Anamnese .....	27
3.3.2 Medidas antropométricas.....	27
3.3.3 Avaliação eletrocardiográfica.....	27
3.3.4 Avaliação de pressão arterial, volume sistólico e débito cardíaco .....	28
3.3.5 Avaliação da frequência respiratória .....	30
3.3.6 Avaliação do fluxo sanguíneo muscular do antebraço .....	30
3.3.7 Função barorreflexa.....	31
3.3.8 Avaliação da Força Muscular Respiratória.....	32
3.3.9 Familiarização e Orientações.....	33
3.4 Protocolo experimental .....	33
3.4.1 Protocolo experimental (avaliação inicial) - 1ª visita.....	34
3.4.2 Protocolo experimental - 2ª e 3ª visitas.....	34
3.5 Análise estatística .....	36
<b>4 Resultados.....</b>	<b>37</b>
4.1 Respostas durante as sessões .....	39
4.2 Respostas de recuperação de 60 minutos .....	43
4.3 Respostas de 24 horas .....	53
<b>5 Discussão .....</b>	<b>58</b>

5.1 Respostas durante as sessões	58
5.2 Respostas após sessões	61
5.3 Implicações clínicas	64
5.4 Limitações do estudo	65
<b>6 Conclusões.....</b>	<b>66</b>
<b>7 Anexos.....</b>	<b>67</b>
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	67
ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	68
<b>8 Apêndices.....</b>	<b>67</b>
APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO – ANAMNESE E EXAME FÍSICO	71
APÊNDICE B – ORIENTAÇÕES VOLUNTÁRIOS	75
APÊNDICE C – ORIENTAÇÃO DE TREINAMENTO DA RESPIRAÇÃO DIAFRAGMÁTICA	76
APÊNDICE D – ESCALA CR10 DE BORG MODIFICADA	77
<b>9 Referências.....</b>	<b>78</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 IDOSOS

O envelhecimento é um processo natural que ocorre continuamente ao longo de toda a vida do ser humano (BRASIL, 2006). Vários países utilizam diferentes padrões de idade para classificar alguém como idoso. Na maioria dos países, a velhice está relacionada com a idade de aposentadoria, mas isso varia de país para país. Cronologicamente, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, nos países desenvolvidos é considerado idoso quem tem 65 anos ou mais (UNITED NATIONS, 2007). Assim como as Nações Unidas, o Estatuto do Idoso (2003) no Brasil, em seu artigo 1º, considera como idosos aqueles que têm 60 anos ou mais, apesar das diversidades individuais e condições ambientais de vida de cada pessoa.

No âmbito mundial a expectativa de vida aumentou de 47 anos, em 1950 a 1955, para 65 anos, em 2000 a 2005, e é estimado que ela chegue a 75 anos em 2045 a 2050. Em 2005, cerca de 21% da população dos países desenvolvidos tinha 60 anos ou mais. Prevê-se que esta proporção aumente para 32% em 2050. Nos países em desenvolvimento, apenas 8% da população tinha 60 anos ou mais em 2005, mas esta percentagem deverá atingir cerca de 20% até 2050, o que significa que o número de pessoas idosas nos países em desenvolvimento quase quadruplicará entre 2005 e 2050. O aumento será muito maior que nos países desenvolvidos e nas economias em transição e espera-se que em 2050 cerca de 80% das pessoas idosas (cerca de 1,6 bilhões de pessoas) viverão nos países que hoje são considerados em desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2007).

Com a redução das taxas de fertilidade e de mortalidade em todo o mundo, temos presenciado um fenômeno de envelhecimento populacional (UNITED NATIONS, 2007). E, no Brasil, o quadro não é diferente.

De acordo com o IBGE (BRASIL, 2010) atualmente o número de pessoas com idade igual ou superior a 60 (sessenta) anos no Brasil é de, aproximadamente, 20 milhões. Este número deve aumentar para 32 milhões no ano de 2025, passando a ocupar o lugar de 6º país no mundo com maior número de

idosos. Estima-se que, em 2050, o número de pessoas idosas será igual ou maior que o de crianças e jovens de 0 a 15 anos.

No que se refere às causas de mortalidade em idosos, no Brasil, no ano de 2012, as primeiras causas de morte para pessoas a partir de 60 anos foram as doenças do aparelho circulatório, isquêmicas cardíacas e cerebrovasculares (BRASIL, 2015).

Sabe-se que a senescência traz consigo alterações cardiovasculares e autonômicas que favorecem a elevação da Pressão Arterial Sistólica (PAS), aumento da impedância aórtica (LAKATTA, 2015), redução da função barorreflexa (MONAHAN *et al.*, 2001) e da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (MELO *et al.*, 2005), bem como maior prevalência de hipotensão ortostática (MONAHAN, 2007) e disfunção endotelial (SEALS e DINENNO, 2004).

Da mesma forma, no envelhecimento, o sistema respiratório sofre alterações como a diminuição do recuo elástico dos pulmões, da complacência da caixa torácica e da força muscular respiratória (JANSSENS *et al.*, 1999; KETATA *et al.*, 2012). Neder (1999) verificou forte correlação negativa da força muscular respiratória com a idade. Estas alterações são as principais responsáveis pelo prejuízo da função respiratória do idoso, que se torna evidente durante o esforço, uma vez que há um declínio longitudinal acelerado da capacidade aeróbia em idosos saudáveis (FLEG *et al.*, 2005).

Estima-se que, em 2020, a mortalidade por doenças cardiovasculares aumentará aproximadamente em 50% nos países desenvolvidos, e em mais de 100% em países de baixos e médios rendimentos (ADVISORY BOARD OF THE FIFTH INTERNATIONAL HEART HEALTH CONFERENCE, 2004). Porém, 80% destes eventos podem ser prevenidos através do controle dos fatores de risco cardiovasculares (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005).

Já é conhecido que o sedentarismo é um dos principais fatores de risco para as doenças cardiovasculares (PAFFENBARGER *et al.*, 1978). Foi observado em metanálise que pessoas sedentárias apresentam o dobro de risco para evento coronariano quando comparadas às fisicamente ativas (POWELL *et al.*, 1987).

Assim, uma vez que o idoso está mais suscetível às doenças cardiovasculares, é de extrema importância desenvolver estratégias de eliminação e controle de fatores de risco para tais doenças.

O exercício físico já é utilizado com finalidade cardioprotetora para populações de várias faixas etárias, e é capaz de promover melhora da saúde cardiovascular e metabólica de idosos, sendo também recomendada para esta população (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; PATERSON *et al.*, 2007).

Além de treinamentos físicos com modalidades mais tradicionais, como caminhada, corrida, ciclismo, natação, musculação, entre outros, outra possibilidade de treinamento físico é o treinamento muscular inspiratório (TMI).

## 1.2 TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO

O treinamento muscular inspiratório tem sido utilizado tanto para aumentar desempenho físico em atletas (HAJGHANBARI *et al.*, 2013; ILLI *et al.*, 2012; OZMEN *et al.*, 2017), quanto como ferramenta não farmacológica para tratamento de fatores de risco e/ou doenças cardiovasculares (CHIAPPA *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, KAMINSKI *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2012; 2013).

Em jovens saudáveis, já foi verificado que o treinamento muscular inspiratório é capaz de promover o fortalecimento da musculatura inspiratória (PAIVA *et al.*, 2015; SALES *et al.*, 2016; SASAKI *et al.*, 2005), reduzir a dispneia durante o esforço (RAMSOOK *et al.*, 2017) e aumentar as concentrações plasmáticas de interleucina-6 (MILLS *et al.*, 2013).

O treinamento muscular inspiratório ainda demonstrou ser capaz de diminuir resistência insulínica (SILVA *et al.*, 2012), melhorar a capacidade funcional, melhorar a qualidade de vida e reduzir a dispneia em pessoas com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (CHUANG *et al.*, 2017; CRISAFULLI *et al.*, 2007). Além disso, já foi verificada melhora da capacidade funcional submáxima após treinamento muscular inspiratório em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca (GOMES *et al.*, 2017).

O treinamento muscular inspiratório mostrou-se igualmente benéfico em pacientes com doenças neuromusculares (McCOLL e TZELEPIS, 1995), insuficiência cardíaca congestiva (PLENTZ *et al.*, 2012), diabetes (KAMINSKI *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2012) e apneia obstrutiva do sono (VRANISH e BAILEY, 2016).

Jones *et al.* (2010) acompanhou pessoas com hipertensão essencial em treinamento muscular inspiratório por oito semanas em sessões diárias que ocorriam duas vezes ao dia. O grupo que realizou o exercício com resistência inspiratória apresentou maiores reduções pressóricas em repouso que o grupo que realizou os exercícios sem resistência inspiratória. Além disso, (JONES *et al.*, 2015) quando verificadas as respostas após exercício de preensão palmar, ambos os grupos obtiveram igualmente menores valores de PAS e frequência cardíaca (FC) além de recuperação mais rápida em relação ao grupo sem treinamento.

Ferreira *et al.* (2013) realizou um estudo com pessoas de meia idade e idosas, hipertensas. Ele verificou que o treinamento muscular inspiratório, realizado 7 vezes por semana, com 30% da pressão inspiratória máxima (PIMáx), 30 minutos por sessão, por oito semanas, diminuiu a PAS e a Pressão Arterial Diastólica (PAD). Além disso, os autores observaram aumento do componente de alta frequência e diminuição do componente de baixa frequência da VFC, o que representa aumento da atividade parassimpática e diminuição da atividade simpática cardíaca, respectivamente, havendo melhora sobre o controle autonômico cardíaco.

Em idosos, alguns estudos puderam verificar o fortalecimento da musculatura inspiratória após treinamento muscular inspiratório (AZNAR-LAIN *et al.*, 2007; MILLS *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2014) bem como aumento da espessura e mobilidade diafragmática (SOUZA *et al.*, 2014).

Além disso, igualmente em idosos, o treinamento muscular inspiratório foi capaz de aumentar a capacidade física para o exercício e aumentar o tempo de atividades físicas diárias realizadas (AZNAR-LAIN *et al.*, 2007; WATSFORD e MURPHY, 2008).

Silva *et al.* (2013) realizou um estudo com idosos que apresentavam resistência insulínica. Ele verificou que o treinamento muscular inspiratório realizado 7 vezes por semana, com 40% da PIMáx, 30 minutos por sessão, por doze semanas, melhorou os valores de glicemia, insulinemia e HOMA-IR. Além da melhora metabólica, os autores observaram aumento do componente de alta frequência (aumento do componente parassimpático) e diminuição do componente de baixa frequência (diminuição simpática) da VFC, representando melhora sobre o controle autonômico cardíaco.

Além de todos esses benefícios mencionados, o treinamento muscular inspiratório mostrou-se eficaz em reduzir a PAS de idosos com hipertensão arterial

sistólica isolada. Esses resultados foram obtidos através do TMI diário, por 8 semanas, que revelou efeito de redução da PAS tanto de repouso (SANGTHONG *et al.*, 2016) quanto após exercício (UBOLSAKKA-JONES *et al.*, 2017).

Para que possamos entender melhor os mecanismos que explicam os efeitos do treinamento muscular inspiratório (efeito crônico), torna-se relevante observar e estudar as respostas cardiovasculares frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório (EMI).

### 1.3 EXERCÍCIO MUSCULAR INSPIRATÓRIO

Quanto às respostas frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório, estudo realizado com atletas remadores (McCONNELL e GRIFFITHS, 2010) utilizando diferentes resistências inspiratórias, 50, 60, 70, 80 e 90% da PIMáx, verificou, durante o exercício muscular inspiratório, elevação da FC em todas as cargas, mas apenas a partir de 60% da PIMáx houve aumento da PAS, PAD e Pressão Arterial Média (PAM), sugerindo ativação de metaborreflexo inspiratório.

Rodrigues *et al.* (2013) investigou as respostas cardiovasculares frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório em jovens tabagistas. Ele verificou que uma sessão de exercício muscular inspiratório de baixa intensidade (30% da PIMáx) foi capaz de reduzir a PAS e melhorar a VFC nos quinze minutos da recuperação pós-exercício no grupo de tabagistas. Entretanto, no grupo de não tabagistas, composto de jovens saudáveis, a PAS e diastólica, e os índices de VFC, permaneceram inalterados tanto durante quanto após a sessão de exercício muscular inspiratório.

Por sua vez, Plentz *et al.* (2014) realizou estudo de uma sessão de EMI com jovens saudáveis. Foi verificado em seus resultados que, durante o EMI, houve alteração da modulação do sistema nervoso autonômico cardiovascular de forma dependente da sua intensidade. Nesse estudo, durante a sessão de EMI houve aumento da FC, a qual retornou aos valores de repouso logo após o término do exercício.

Duas pesquisas foram desenvolvidas com idosos a fim de investigar as respostas cardiovasculares frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório.

No estudo realizado por Ramos *et al.* (2015), idosos já participantes de um Programa de Reabilitação Cardiopulmonar participaram de uma sessão de exercício muscular inspiratório (2 séries de 15 respirações a 30% da PIMáx). Nesse estudo a PAS, PAD e FC permaneceram inalteradas durante ambas as séries de EMI e no primeiro minuto de recuperação. No entanto, esses eram em sua maioria pacientes com doenças cardiovasculares e/ou metabólicas e em uso de betabloqueador. Por outro lado, uma sessão de EMI mostrou-se segura, uma vez que não houve mudanças significativas nas variáveis durante o protocolo experimental, exceto arritmias de baixa complexidade em alguns pacientes, e raras mudanças no segmento ST.

Por sua vez, Archiza *et al.* (2013) desenvolveu um estudo com idosos saudáveis em uma sessão de EMI a 30, 60 e 80% da PIMáx. Nesse estudo, os índices parassimpáticos da VFC demonstraram valores mais baixos após sessão de EMI com uma carga de 80% da PIMáx e índices parassimpáticos maiores a 30% da PIMáx, demonstrando que as menores intensidades de carga resistiva inspiratória promoveram uma melhora ostensiva e positiva da modulação parassimpática do nodo sinusal. No entanto, nesse estudo, além da lacuna da resposta hemodinâmica, a sessão de exercício muscular inspiratório foi de 4 minutos, o que não reflete a realidade encontrada na prática, a qual totaliza, em média, de 15 a 30 minutos (AZNAR-LAIN *et al.*, 2007; MILLS *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2014; WATSFORD e MURPHY, 2008).

Desse modo, de acordo com nossa pesquisa bibliográfica, apenas esses cinco estudos investigaram as respostas cardiovasculares frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório. Além disso, dessas cinco pesquisas, apenas duas foram realizadas com idosos, sendo que em um deles a amostra de idosos era constituída de pacientes com uma ou mais afecções cardiovascular e/ou metabólica e o outro estudo não avaliou o comportamento hemodinâmico.

Além disso, há carência de estudos sobre exercício muscular inspiratório que avaliem as respostas cardiovasculares após uma sessão de exercício muscular inspiratório.

Dos estudos mencionados, o realizado por Rodrigues *et al.* (2013), verificou o período de recuperação de até 15 minutos após o exercício muscular inspiratório. Por sua vez, o estudo desenvolvido por Ramos *et al.* (2015) realizou essa verificação no primeiro minuto de recuperação.

Até o momento, apenas o estudo realizado por PLENTZ *et al.* (2014) verificou as respostas cardiovasculares frente ao exercício muscular inspiratório por um período de tempo maior. Esse estudo observou as respostas pressóricas e autonômica cardíaca nos primeiros 10 minutos, imediatamente após o exercício muscular inspiratório, e autonômica cardíaca nos últimos 10 minutos após 1 hora e, após 24 horas.

Porém, os estudos de Archiza *et al.* (2013) e McConnell e Griffiths (2010) avaliaram apenas as respostas cardiovasculares durante o exercício muscular inspiratório.

Ainda de acordo com nossa verificação, não encontramos nenhum estudo que observasse o comportamento da função barorreflexa frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório. O sistema barorreflexo tem participação no controle a curto prazo da pressão arterial, utilizando-se de resposta autonômica cardíaca e vascular. Uma vez que a realização de treinamento muscular inspiratório é capaz de reduzir valores pressóricos em algumas populações, seria interessante investigar a participação da função barorreflexa frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório.

Assim, sabendo que o envelhecimento traz consigo alterações na fisiologia humana que tornam os idosos mais susceptíveis às doenças cardiovasculares, que o treinamento muscular inspiratório oferece efeitos benéficos na saúde cardiovascular de seus praticantes, e, que não são conhecidas as respostas cardiovasculares frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório, observamos uma lacuna no conhecimento importante a ser investigada.

Deste modo, torna-se necessário investigar os mecanismos pelos quais o sistema autonômico e hemodinâmico de idosos responde frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO**

1. Avaliar o efeito de uma sessão de EMI no sistema cardiovascular em idosos.

### **2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

1. Avaliar as respostas cardiovasculares hemodinâmicas e barorreflexa durante uma sessão de EMI em idosos.

2. Avaliar as respostas cardiovasculares hemodinâmicas e barorreflexa após uma sessão de EMI em idosos.

## **3 MÉTODOS**

### **3.1 ASPECTOS ÉTICOS**

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora sob parecer nº 1.402.581. Os voluntários foram esclarecidos e orientados a respeito dos procedimentos utilizados e, aqueles que concordaram, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) redigido em duas vias de acordo com a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### **3.2 AMOSTRA**

#### **3.2.1 Critérios de inclusão**

Homem com idade igual ou superior a 60 anos, não tabagista, sem uso de medicações de ação cardiovascular, não portador de doença cardiovascular ou pulmonar previamente diagnosticada, e sedentário (não praticante de atividade física regular, menor ou igual a uma vez por semana, há um período mínimo de seis meses).

#### **3.2.2 Critérios de exclusão**

Alterações eletrocardiográficas detectadas durante a monitorização eletrocardiográfica de repouso. Índice de massa corporal (IMC) maior ou igual a 30 Kg/m<sup>2</sup>, sendo classificados como obesos.

### **3.3 MEDIDAS E PROCEDIMENTOS**

#### **3.3.1 Anamnese**

Foi realizada entrevista para investigação dos hábitos de vida, presença de fatores de risco ou doença nos sistemas cardiovascular ou pulmonar e medicações em uso.

#### **3.3.2 Medidas antropométricas**

A mensuração da massa corporal e estatura foi realizada em balança e estadiômetro da marca Líder®, com precisão de 0,1 Kg e 0,1 cm, respectivamente. Para o cálculo do índice de massa corporal (IMC) foi utilizada a fórmula peso corporal, em quilogramas, dividido pela altura, em metros, ao quadrado. A medida da circunferência abdominal foi feita com fita métrica da marca Cardiomed®, com precisão de 0,1 cm, com voluntário em ortostatismo com pés unidos, com cabeça em posição neutra, abdômen relaxado após expiração passiva, braços ao lado do corpo. A fita foi posicionada horizontalmente no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

#### **3.3.3 Avaliação eletrocardiográfica**

A avaliação eletrocardiográfica na 1ª visita foi registrada continuamente em repouso na posição supina através de 12 eletrodos posicionados de acordo com a derivação padrão (DI, DII, DIII, AVR, AVL, AVF, V1 a V6) utilizando um monitor multiparamétrico modelo Dixtal 2023® (Amazônia, Brasil).

Na 2ª e 3ª visita foram posicionados três eletrodos no tórax do voluntário na posição MC5 para registro dos batimentos cardíacos continuamente pelo sinal de

ECG. Esse sinal foi coletado e processado por meio de um sistema de aquisição de sinais biológicos (Biopac®) (FREITAS *et al.*, 2017).

### **3.3.4 Avaliação de pressão arterial, volume sistólico e débito cardíaco**

A mensuração da PA na 1ª visita, de avaliação, foi realizada pelo método auscultatório (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010) utilizando esfigmomanômetro aneróide da marca WelchAllyn®, devidamente calibrado, e estetoscópio Premium®. As fases I e V de Korotkoff foram utilizadas para identificação da PAS e PAD, respectivamente.

Nas sessões experimentais (2ª e 3ª visitas), o registro da pressão arterial foi realizado de maneira contínua, batimento a batimento, através do equipamento Finometer Pro (Finapres Medical System, Amsterdam, Holanda) pelo método de Fotopleetismografia infravermelha digital, onde um manguito posicionado em torno do dedo médio da mão direita, mantendo o braço direito apoiado na altura do ventrículo esquerdo. Desta maneira, foi captado o sinal da onda de pulso da pressão arterial e dela derivadas, automaticamente pelo software, as outras variáveis hemodinâmicas analisadas, Volume Sistólico (VS) e Débito Cardíaco (DC) (Figura 1).

Todos os sinais biológicos foram gravados no software Biopac®. A Resistência Vascular Periférica Total (RVPT) foi calculada através da equação PAM dividida pelo DC.



Figura 1: Fotopletismografia infravermelha digital, cinta respiratória e ECG-MC5.

Após as sessões experimentais, a pressão arterial foi avaliada por 24 horas pela Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial (MAPA) por meio do equipamento Cardiomapa (Cardios, Brasil). O aparelho foi programado individualmente, de acordo com as informações dos horários de dormir e acordar de cada voluntário, para realizar 4 medidas por hora na vigília e 3 medidas por hora no sono. Foi utilizada a média das medidas de cada hora para a análise dos resultados. A fim de corroborar com a avaliação dos resultados, foi solicitado aos voluntários um recordatório das atividades diárias. O exame foi realizado de acordo com as orientações do fabricante do equipamento e de acordo com a V DIRETRIZES DE MONITORIZAÇÃO AMBULATORIAL DA PRESSÃO ARTERIAL (2011).



Figura 2: Equipamento Cardiomapa e sua colocação.

### 3.3.5 Avaliação da frequência respiratória

Os sinais de frequência respiratória ( $f$ ) foram adquiridos por meio de cinta respiratória posicionada, visualmente, na região de maior expansão respiratória toracoabdominal e registrada continuamente por meio do sistema de aquisição de sinais biológicos Biopac® (PEREIRA *et al.*, 2016) (Figura1).

### 3.3.6 Avaliação do fluxo sanguíneo muscular do antebraço

O fluxo sanguíneo muscular do antebraço foi avaliado pela técnica de pletismografia de oclusão venosa (Pletismógrafo *Hokanson*®). Com o voluntário em decúbito dorsal, com o braço não dominante elevado acima do nível do coração para garantir adequada drenagem venosa. Um tubo silástico preenchido por mercúrio, conectado ao transdutor de baixa pressão e ao pletismógrafo, foi colocado ao redor do antebraço, a 5 cm de distância da articulação úmero-radial. Um manguito foi posicionado ao redor do punho e outro na parte superior do braço do voluntário. O manguito posicionado no punho foi inflado em nível de pressão supra sistólica (200 mmHg) antes de iniciarem as medidas e mantido insuflado durante todo o procedimento. Em períodos de 15 segundos, o manguito posicionado no braço foi inflado em nível de pressão supra venosa (60 mmHg) pelo período de 7 a 8 segundos e, em seguida, desinsuflado rapidamente e mantido pelo mesmo tempo. Este procedimento totalizou, no máximo, 4 ciclos por minuto, sendo utilizado o valor médio por minuto. O aumento da tensão no tubo silástico refletiu o aumento de volume do antebraço e, conseqüentemente, o aumento no fluxo sanguíneo do antebraço, avaliado em ml/min/100ml (Figura 3). O sinal da onda de fluxo sanguíneo do antebraço foi adquirido em tempo real pelo programa NIVP3 em um computador (Figura 4) (MIRA, 2016). A Resistência Vascular do Antebraço (RVA) foi calculada pela fórmula PAM dividida pelo fluxo sanguíneo do antebraço e reportada em unidades.



Figura 3: Pletismografia de oclusão venosa

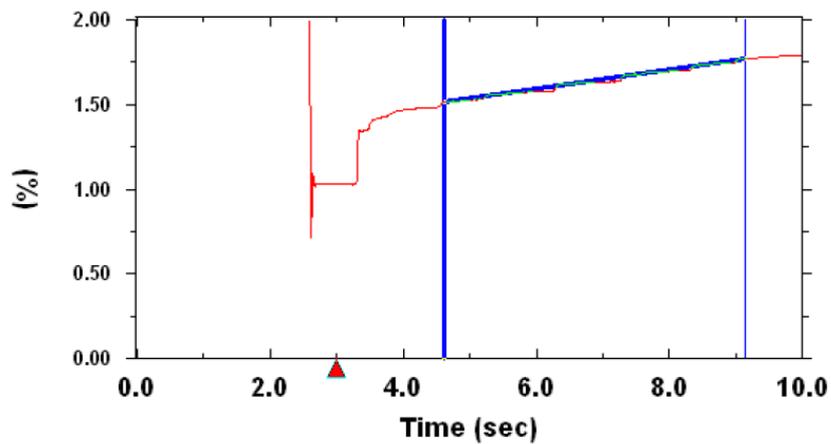


Figura 4: Sinal da onda de fluxo sanguíneo muscular do antebraço.

### 3.3.7 Função barorreflexa

Os dados biológicos utilizados para análise da função barorreflexa espontânea foram intervalo RR (IRR) do ECG do Biopac® e PAS do Finometer®, recebendo tratamento adequado (*smoothing 10 samples* e *delay 1.3 segundos*). A análise da função barorreflexa espontânea foi realizada pelo método sequencial (domínio do tempo) (BLABER *et al.*, 1995) utilizando o software CardioSeries® v2.4.

Esse método considerou a ocorrência espontânea sequencial de três ou mais batimentos cardíacos consecutivos, onde existiu um aumento da PAS com consequente aumento do intervalo RR ou uma diminuição da PAS com consequente encurtamento do intervalo RR. As modificações da PAS e do intervalo RR consideradas pelo programa foram aquelas maiores ou iguais a 1 mmHg e 3 ms, respectivamente. Foi adotado *delay* de 1 batimento e coeficiente de correlação para inclusão de 0.85. As sequências válidas foram utilizadas para o cálculo da inclinação da reta de regressão linear e posterior cálculo de valor médio.

### 3.3.8 Avaliação da Força Muscular Respiratória

As medidas de pressão inspiratória máxima (PIMáx) e pressão expiratória máxima (PEMáx) foram realizadas com o voluntário sentado confortavelmente, com os pés apoiados no chão e utilizando clip nasal eficaz.

A PIMáx foi medida por manovacuômetro digital (GlobalMed) e obtida solicitando um esforço inspiratório máximo após uma expiração completa, considerando-se o maior valor, de três tentativas, de pressão mais negativa atingida e mantida por ao menos um segundo. Foi aceita diferença máxima de 10% entre as 3 medidas, sendo realizada pausa de 1 minuto entre as tentativas (ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing, 2002; BLACK e HYATT, 1969).

Por sua vez, medida através do mesmo equipamento, a Pressão expiratória máxima (PEMáx) foi obtida solicitando um esforço expiratório máximo após uma inspiração completa, sendo considerado o maior valor, de três tentativas, de pressão mais positiva atingida e mantida por ao menos um segundo. Da mesma maneira, foi aceita diferença máxima de 10% entre as 3 medidas, sendo realizada pausa de 1 minuto entre as tentativas (ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing, 2002; BLACK e HYATT, 1969).

PIMáx e PEMáx preditos para idade foram calculadas pela fórmula, específica para homens (NEDER, 1999):

$$\text{PIMáx predita: } 155,3 - (0,80 \times \text{idade})$$

$$\text{PEMáx predita: } 165,3 - (0,81 \times \text{idade})$$

### **3.3.9 Familiarização e Orientações**

O voluntário realizou treinamento com o aparelho Power Breathe® sem carga com o objetivo de ensiná-lo a execução correta da técnica (respiração diafragmática) e o controle da frequência respiratória na faixa orientada pelo avaliador de 12 a 15 incursões por minuto (ipm). Foi realizada uma sessão de exercício muscular inspiratório semelhante à visita de protocolo experimental da sessão Sham. Além disso, o voluntário realizou uma série com a carga mínima do dispositivo a fim de que possa perceber o esforço necessário quando há resistência à inspiração.

A fim de facilitar a familiarização, os voluntários receberam orientações impressas sobre a técnica de respiração diafragmática, a ser praticada em casa antes de ser iniciada a primeira sessão experimental, porém não entre as sessões. Adicionalmente, foram orientados a absterem-se de bebidas alcoólicas e cafeinadas, não realizarem exercício físico intenso por 24 horas antes das sessões EMI e Sham, terem uma boa noite de sono antes das sessões e a ingesta de refeição leve até 1 hora antes da avaliação, evitando plenitude gástrica e vesical.

## **3.4 PROTOCOLO EXPERIMENTAL**

Todo o experimento foi realizado no Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da UFJF, Unidade Dom Bosco, pelos mesmos pesquisadores previamente treinados na aplicação do protocolo. As etapas do experimento foram divididas em três visitas, como descritas a seguir e apresentadas na Figura 5, em dias não consecutivos, na parte da tarde.

### 3.4.1 Protocolo experimental (avaliação inicial) – 1ª visita

Na primeira visita foram realizadas anamnese, medidas antropométricas, monitorização eletrocardiográfica em 12 derivações, aferição da pressão arterial pelo método auscultatório, medida da frequência respiratória, ausculta pulmonar, avaliação da força muscular inspiratória e familiarização com o exercício (Figura 5).

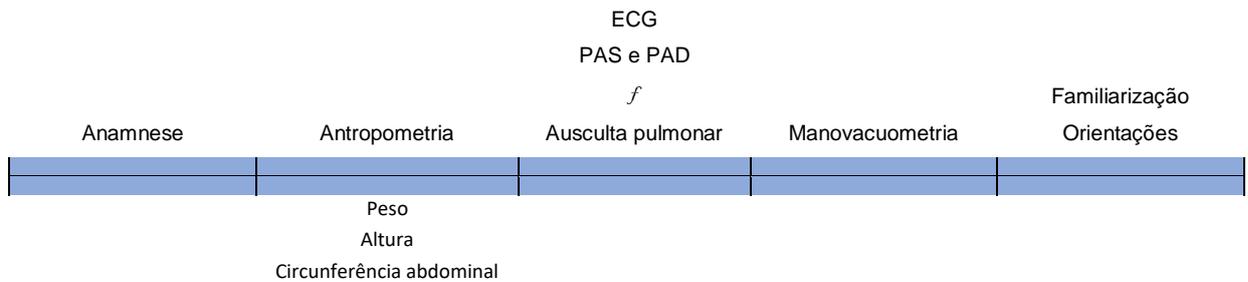
### 3.4.2 Protocolo experimental – 2ª e 3ª visitas

Todos os participantes foram randomizados para a realização de duas sessões de EMI, sendo uma sessão *Sham* (sem carga) e uma sessão de moderada intensidade (40% da PIMáx). Todas as coletas do protocolo experimental foram realizadas no período da tarde e no mesmo dia da semana. O intervalo estabelecido entre as sessões experimentais foi de 48 horas, no mínimo, e 1 semana, no máximo, quando a primeira era a sessão *Sham*, e de 72 horas, no mínimo, e 1 semana, no máximo, quando a primeira era a sessão EMI.

Inicialmente, o participante permaneceu em repouso em supino por 10 minutos para coleta das variáveis FC, PAS, PAD, PAM, VS, DC e frequência respiratória, sendo utilizado o valor médio dessas variáveis nesse período de tempo. Em seguida, ainda em repouso em supino, foi realizado por 5 minutos registro de PAS, PAD e PAM e fluxo sanguíneo muscular do antebraço esquerdo, sendo também utilizado o valor médio. Após este período de coleta em repouso, a sessão de exercício muscular inspiratório de moderada intensidade ou *Sham* foi conduzida. O protocolo das sessões de exercício muscular inspiratório foi constituído de 8 séries de 2 minutos com 1 minuto de repouso entre elas (SOUZA *et al.*, 2014). Além disso, os voluntários foram orientados a realizarem respiração diafragmática, mantendo uma frequência respiratória na faixa de 12 a 15 incursões por minuto (controle por *feedback* do avaliador). Todo o protocolo de exercício foi realizado com o paciente sentado com os pés apoiados no chão e utilizando um clipe nasal para evitar escapes de ar. PAS, PAD, PAM e FC foram medidas durante o exercício, continuamente, batimento a batimento, sendo utilizada a média dessas variáveis

durante cada série de 2 minutos de exercício muscular inspiratório. As mesmas variáveis foram registradas imediatamente após a sessão de exercício muscular inspiratório durante os 60 minutos de recuperação. Esta fase de recuperação de 60 minutos foi dividida em 4 períodos de 15 minutos, e, cada período subdividido em coletas de 10 minutos (Fotopletismografia infravermelha digital) e 5 minutos (pletismografia de oclusão venosa). Nas 24 horas após o exercício muscular inspiratório foi registrada a PA. Por isso, ao finalizar a etapa de recuperação de 60 minutos, foi colocado o equipamento cardiomapa no voluntário e dadas as orientações para a correta realização das medidas. O aparelho realizou 4 medidas por hora durante o período de vigília e 3 medidas por hora no período de sono, sendo utilizada para análise a média das medidas a cada hora. Logo após a sessão de exercício muscular inspiratório ou Sham foi feita mensuração da percepção subjetiva de esforço por meio da Escala CR10 de Borg Modificada (ZANONI, 2012). Ao final, houve a colocação do equipamento Cardiomapa e orientações pertinentes.

### 1ª visita



### 2ª e 3ª visitas (Protocolo experimental)

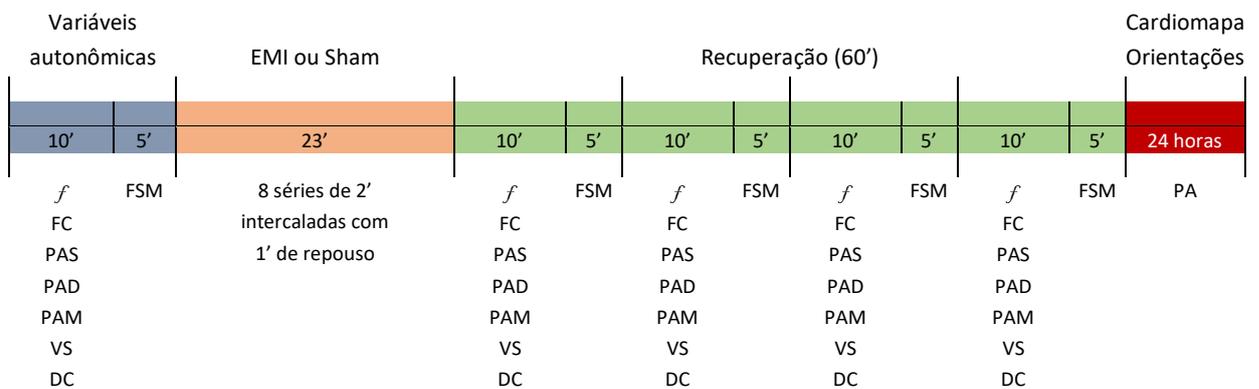


Figura 5: Esquema temporal do protocolo experimental

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados coletados foram submetidos a análise exploratória para a verificação de normalidade, através do teste de Shapiro-Wilk (normal se  $p > 0,05$ ) e verificação de assimetria e curtose (normal se valor entre -1 e +1). Em seguida foi verificada a igualdade de variância dos dados pelo teste de Levene (Variâncias iguais se  $p > 0,05$ ) e presença de *outliers* através de *boxplots*. Os dados foram demonstrados em média e erro padrão da média.

Para as respostas durante as sessões e de recuperação de 60 minutos, assim como o comportamento temporal de 24 horas da PAS e PAD, foi aplicada anova de dois fatores e verificada a esfericidade para todas as variáveis, com correção de Bonferroni para as que necessitaram de ajuste e considerado significativo se  $p < 0,05$ . Para as características hemodinâmicas dos voluntários em repouso antes das sessões experimentais (EMI ou Sham), para os valores de Borg após o exercício (EMI e Sham) assim como para as respostas pressóricas de 24 horas, foi realizado teste t de *Student* para amostras pareadas.

Para obter o tamanho do efeito calculamos a diferença das médias dividido pela média dos desvios padrão entre período de repouso de antes do exercício e de cada período durante as séries experimentais, e, da diferença das médias dividido pela média dos desvios padrão entre período de repouso de antes do exercício e de cada período de recuperação de 60 minutos, e, da diferença das médias dividido pela média dos desvios padrão de PAS entre a 1ª hora de recuperação de 24 horas e cada hora subsequente, tendo sido feito o mesmo para PAD. Adotamos como tamanho do efeito, *d* de *Cohen*, insignificante ( $< 0,19$ ), pequeno (0,20 a 0,49), médio (0,50 a 0,79), grande (0,80 a 1,29) e muito grande ( $> 1,30$ ) (ROSENTHAL, 1996).

## 4 RESULTADOS

A divulgação da pesquisa foi realizada por meio de material impresso, internet e rádio, obtendo-se um total de dezenove voluntários. Três voluntários foram excluídos do prosseguimento do estudo: um voluntário por apresentar arritmias (extra-sístoles), outro por não se adequar ao protocolo experimental no dia da coleta e outro por desistência de participar na pesquisa. Desta maneira, a amostra foi constituída de dezesseis voluntários que participaram das duas sessões experimentais (EMI e Sham).

Todos os voluntários da amostra realizaram o protocolo experimental completo de acordo com o planejado e todas as variáveis apresentaram distribuição normal e igualdade de variâncias.

As características físicas da população estudada encontram-se na Tabela 1, enquanto as características hemodinâmicas em repouso das duas sessões experimentais (EMI e Sham) estão dispostas na Tabela 2. Não houve diferença significativa para todas as variáveis hemodinâmicas entre a sessão EMI e Sham.

Tabela 1: Características físicas dos voluntários

Variável	
N	16
Idade (anos)	65
Peso (kg)	74,3
Altura (m)	1,70
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,0
Circunferência Abdominal (cm)	98
PIMáx (cmH <sub>2</sub> O)	-101
PImaxPred (%)	98
40%PIMáx (cmH <sub>2</sub> O)	-40
PEMáx (cmH <sub>2</sub> O)	108
PEmaxPred (%)	101

Resultados apresentados como valor médio. N = número de voluntários da amostra; IMC = Índice de massa corpórea; PIMáx = Pressão inspiratória máxima; %PIMáxPred = Percentagem de pressão inspiratória máxima comparada à predita para a idade em homens; 40%PIMáx = 40% da pressão inspiratória máxima em H<sub>2</sub>O; PEMáx = Pressão expiratória máxima.

Tabela 2: Características hemodinâmicas e função barorreflexa dos voluntários em repouso na sessão EMI e sessão Sham

Variável	Sessão EMI	Sessão Sham	P
f (ipm)	18±2	19±1	0,743
FC (bpm)	64±2	68±2	0,275
PAS (mmHg)	128±3	123±3	0,288
PAD (mmHg)	69±2	67±2	0,335
PAM (mmHg)	91±2	88±2	0,357
FSM (ml/min/100ml)	3,30±0,34	3,43±0,28	0,770
VS (ml)	94±5	94±5	0,972
DC (l/min)	6,0±0,3	6,0±0,4	0,460
RVA (unidades)	31,8±3,0	28,8±3,1	0,562
RVPT (mmHg/l/min)	16,0±1,1	15,0± 1,1	0,449
FBR G.UP (ms/mmHg)	6,6±1,2	5,2±0,5	0,199
FBR G.DOWN (ms/mmHg)	7,2±1,0	6,7±0,8	0,677
FBR G.ALL (ms/mmHg)	6,8±0,8	5,9±0,5	0,243

Resultados apresentados como valor médio  $\pm$  erro padrão da média.  $f$  = frequência respiratória; FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial média; PAM = pressão arterial média; FSM = fluxo sanguíneo muscular; VS = volume sistólico; DC = débito cardíaco; RVA = resistência vascular do antebraço; RVPT = resistência vascular periférica total; FBR G.UP = ganho em subidas da pressão arterial sistólica da função barorreflexa; FBR G.DOWN = ganho em descidas da pressão arterial sistólica da função barorreflexa; FBR G.ALL = ganho total da função barorreflexa.

#### 4.1 RESPOSTAS DURANTE AS SESSÕES

Durante as oito séries das sessões (EMI ou Sham) foram coletados os dados biológicos: FC, PAS, PAD e derivados PAM, VS, DC e RVPT. Todos estes dados foram comparados com os valores iniciais do voluntário em repouso.

A FC apresentou aumento significativo em todas as séries de exercício em relação ao repouso em ambas as sessões (EMI e Sham) não havendo diferença entre elas (Figura 5).

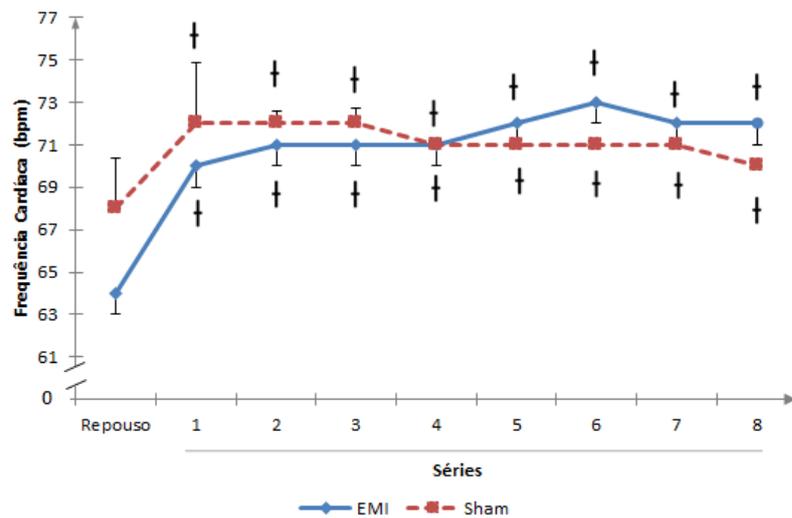


Figura 6. Comportamento da frequência cardíaca durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a frequência cardíaca aumentou de forma semelhante em ambas as sessões. † =  $p < 0,05$  vs. repouso. Fonte: A autora (2017).

A PAS apresentou elevação significativa na 1ª e 2ª séries da sessão EMI com diferença significativa para a sessão Sham. Da 3ª à 8ª séries da sessão EMI, os valores pressóricos retornaram aos valores iniciais de repouso (Figura 7).

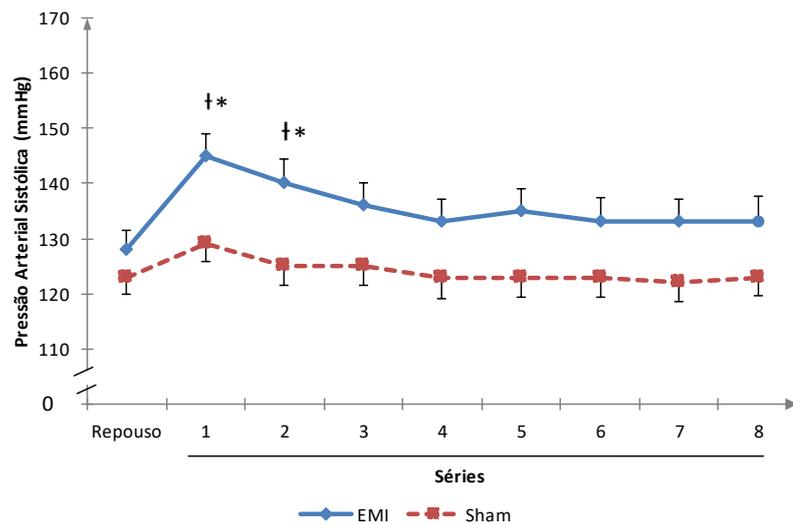


Figura 7. Comportamento da pressão arterial sistólica durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante a sessão EMI a pressão arterial aumentou nas duas primeiras séries em relação ao repouso ficando maior em comparação à sessão Sham. †= $p < 0,05$  vs. repouso; \*= $p < 0,05$  vs. Sham. Fonte: A autora (2017).

A PAD apresentou aumento significativo na 1ª série de ambas as sessões (EMI e Sham), retornando aos valores iniciais de repouso (Figura 8).

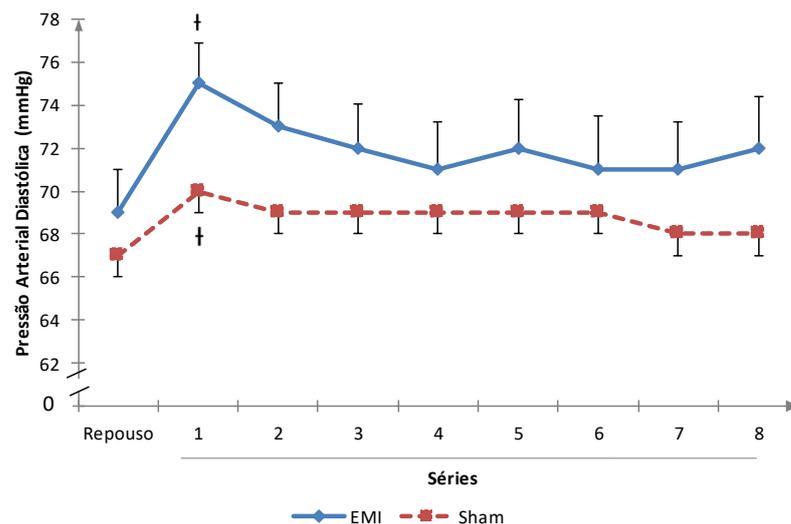


Figura 8: Comportamento da pressão arterial diastólica durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) a pressão arterial diastólica aumentou na primeira série em relação ao repouso. †= $p < 0,05$  vs. repouso. Fonte: A autora (2017).

A PAM apresentou aumento significativo na 1ª série de ambas as sessões (EMI e Sham), retornando aos valores iniciais de repouso (Figura 9).

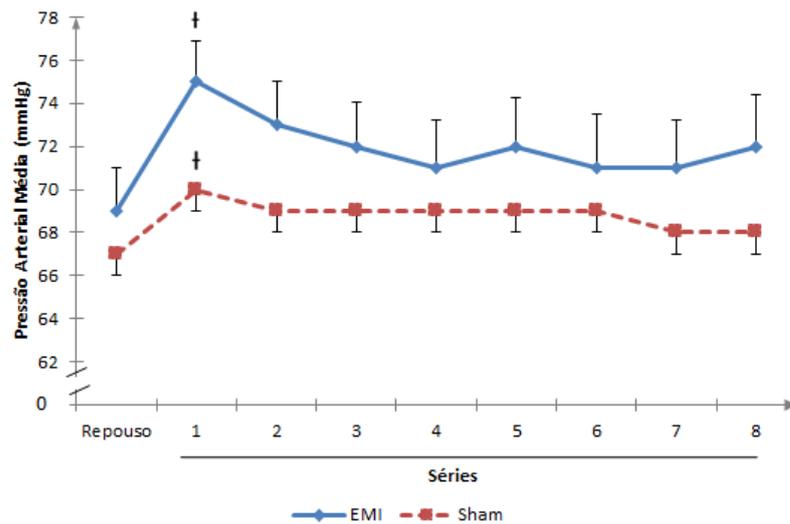


Figura 9: Comportamento da pressão arterial média durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) a pressão arterial média aumentou na primeira série em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso. Fonte: A autora (2017).

O VS apresentou diminuição significativa a partir da 3ª série em ambas as sessões (EMI e Sham) (Figura 10).

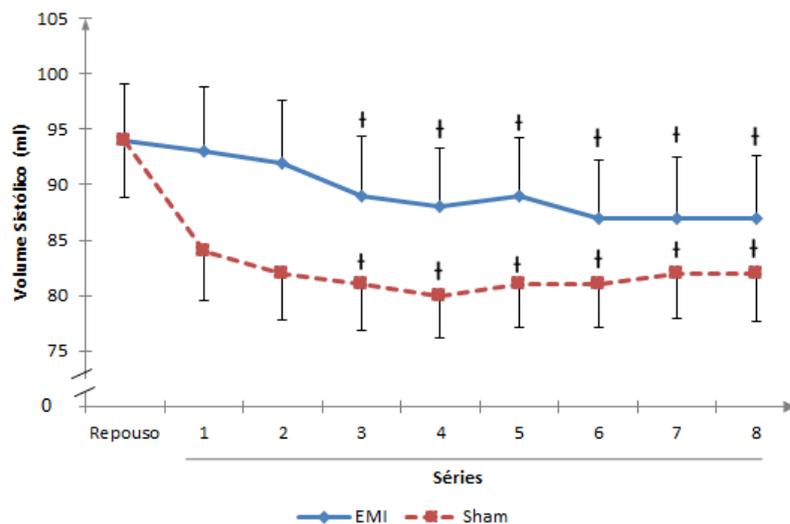


Figura 10: Comportamento do volume sistólico durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) o volume sistólico diminuiu a partir da terceira série em relação ao repouso. †=p<0,05 vs. repouso. Fonte: A autora (2017).

O DC manteve-se constante em todas as séries para ambas as sessões (EMI e Sham) (Figura 11).

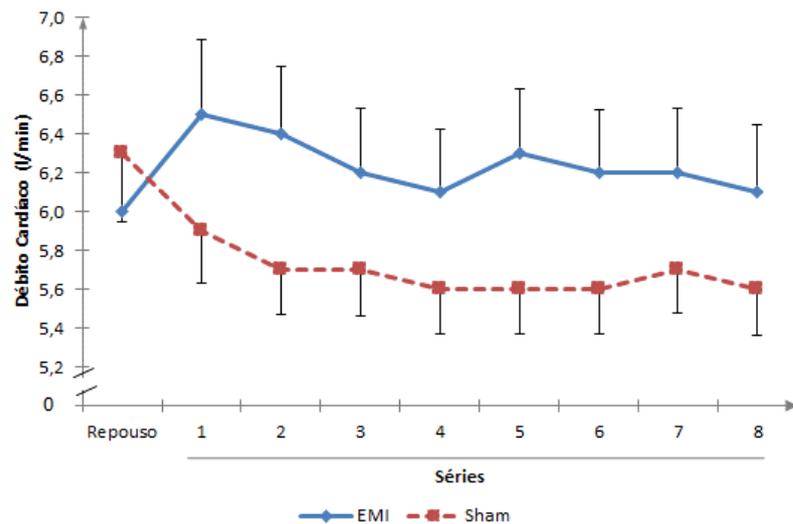


Figura 11: Comportamento do débito cardíaco durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) o débito permaneceu inalterado em todas as séries em relação ao repouso.  $\dagger = p < 0,05$  vs. repouso. Fonte: A autora (2017).

A resistência vascular periférica total manteve-se constante em todas as séries para ambas as sessões (EMI e Sham) (Figura 12).

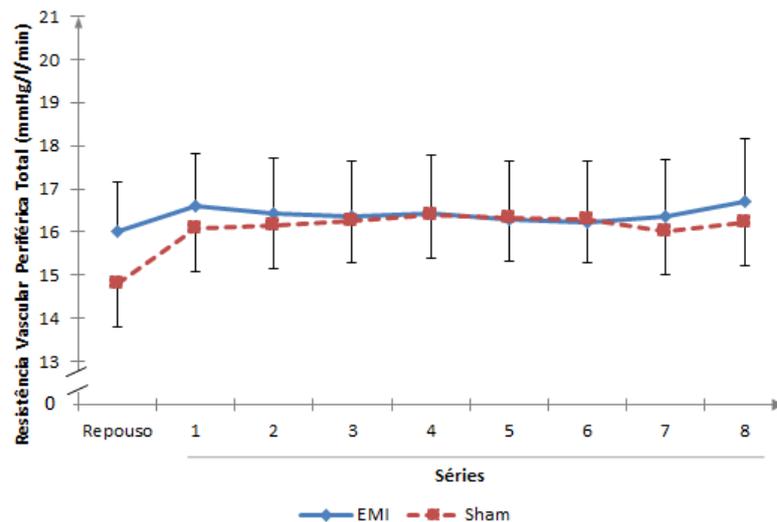


Figura 12: Comportamento da resistência vascular periférica total durante sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que durante ambas as sessões (EMI e Sham) a resistência vascular periférica total permaneceu inalterada em todas as séries em relação ao repouso.  $\dagger = p < 0,05$  vs. repouso. Fonte: A autora (2017).

A tabela a seguir apresenta o tamanho de efeito de cada variável estudada durante a execução das 8 séries dos protocolos experimentais EMI e Sham (Tabela 3).

Tabela 3: Tamanho do efeito durante as 8 séries de exercício das sessões experimentais.

VARIÁVEL		1	2	3	4	5	6	7	8
FC	EMI	-0,80	-0,82	-0,86	-0,88	-0,99	-1,08	-1,01	-0,96
	Sham	-0,38	-0,38	-0,41	-0,37	-0,31	-0,30	-0,30	-0,26
PAS	EMI	-1,10	-0,76	-0,48	-0,32	-0,45	-0,31	-0,30	-0,31
	Sham	-0,49	-0,15	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06
PAD	EMI	-0,79	-0,59	-0,42	-0,33	-0,41	-0,33	-0,34	-0,38
	Sham	-0,54	-0,38	-0,40	-0,34	-0,31	-0,31	-0,21	-0,25
PAM	EMI	-0,98	-0,71	-0,47	-0,34	-0,46	-0,35	-0,35	-0,37
	Sham	-0,44	-0,23	-0,23	-0,17	-0,14	-0,15	-0,05	-0,09
VS	EMI	0,04	0,10	0,21	0,29	0,25	0,31	0,31	0,34
	Sham	0,51	0,66	0,71	0,79	0,73	0,71	0,66	0,63
DC	EMI	-0,37	-0,32	-0,22	-0,14	-0,25	-0,23	-0,17	-0,11
	Sham	0,32	0,48	0,52	0,59	0,59	0,57	0,55	0,55
RVPT	EMI	-0,12	-0,09	-0,07	-0,08	-0,05	-0,04	-0,07	-0,14
	Sham	-0,32	-0,34	-0,38	-0,41	-0,39	-0,39	-0,32	-0,36

Valores de tamanho do efeito da diferença das médias dividido pela média dos desvios padrão entre período de repouso de antes do exercício e de cada período durante as séries experimentais. I = insignificante (< 0,19), P = pequeno (0,20 a 0,49), M = médio (0,50 a 0,79), G = grande (0,80 a 1,29).

## 4.2 RESPOSTAS DE RECUPERAÇÃO DE 60 MINUTOS

Após as sessões experimentais (EMI e Sham), foi avaliada a percepção subjetiva de esforço. Observamos que após sessão EMI, a percepção subjetiva de esforço foi maior em relação à sessão Sham ( $3,0 \pm 0,5$  vs.  $2,0 \pm 0,4$ ,  $p < 0,001$ , respectivamente).

A  $f$  não apresentou diferença estatística em relação ao repouso e seu comportamento foi semelhante entre as sessões experimentais (EMI e Sham) (Figura 13).

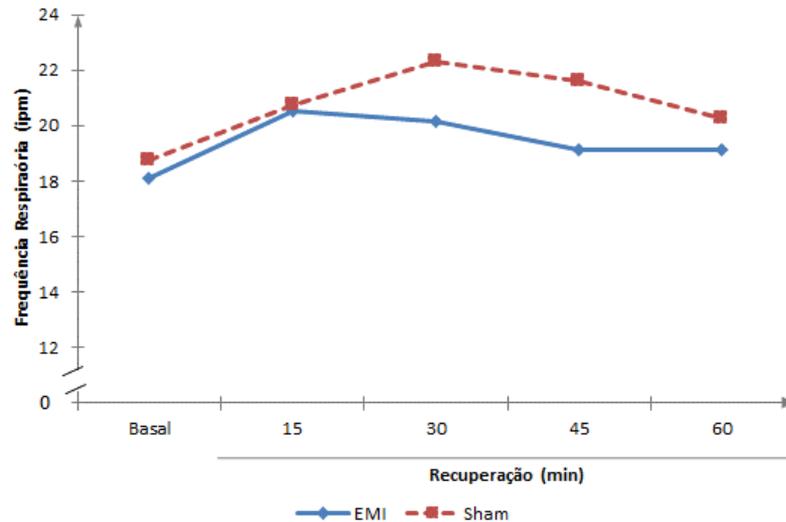


Figura 13: Comportamento da frequência respiratória antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a frequência respiratória se comportou de forma semelhante após ambas as sessões (EMI e Sham). Fonte: A autora (2017).

Em ambas as sessões experimentais (EMI e Sham), durante todo o período de recuperação de 60 minutos, a FC diminuiu significativamente quando comparada ao período de repouso, porém de forma semelhante entre as sessões (Figura 14).

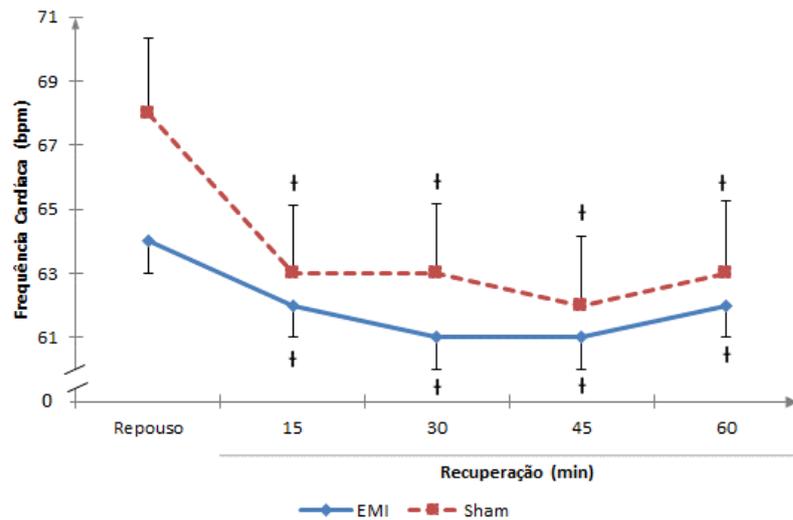


Figura 14. Comportamento da frequência cardíaca antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a frequência cardíaca diminuiu de forma semelhante após ambas as sessões. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

A PAS aumentou de forma significativa e semelhante após ambas as sessões experimentais (Figura 15).

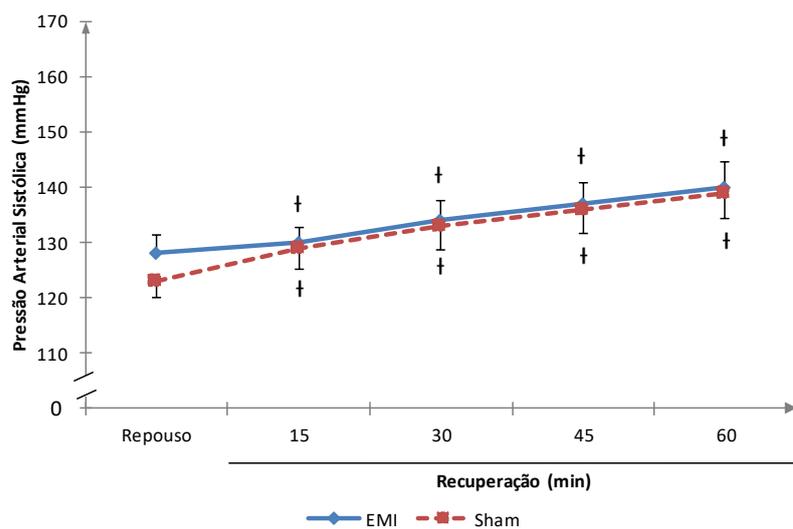


Figura 15: Comportamento da pressão arterial sistólica antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial sistólica aumentou de forma semelhante após ambas as sessões. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

A PAD aumentou de forma significativa e semelhante nos períodos de 45 e 60 minutos de recuperação após ambos os protocolos experimentais (EMI e Sham) (Figura 16).

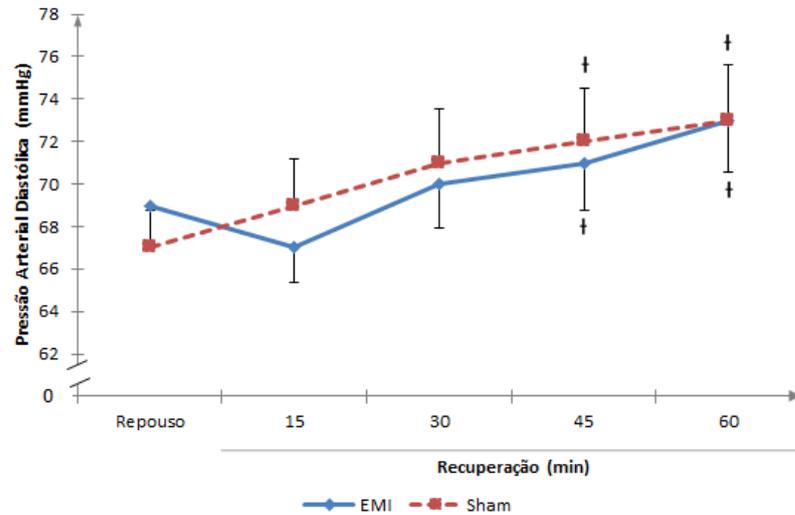


Figura 16: Comportamento da pressão arterial diastólica antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial diastólica aumentou de forma semelhante após ambas as sessões após o trigésimo minuto. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

A PAM aumentou de forma significativa e semelhante nos períodos de 30, 45 e 60 minutos de recuperação após ambos os protocolos experimentais (EMI e Sham) (Figura 17).

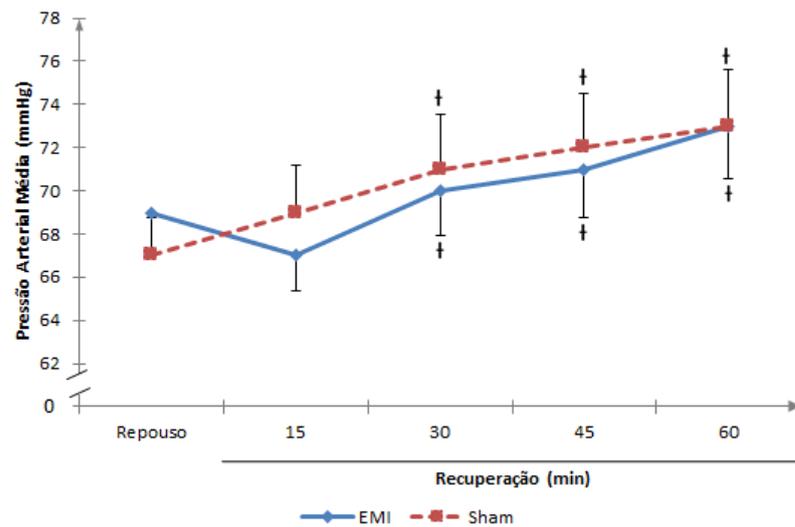


Figura 17: Comportamento da pressão arterial média antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial média aumentou de forma semelhante após ambas as sessões após o décimo quinto minuto. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

Durante todo o período de recuperação não foram observadas alterações no VS em ambas as sessões experimentais. Além disso, os valores de VS foram semelhantes durante as sessões EMI e Sham (Figura 18).

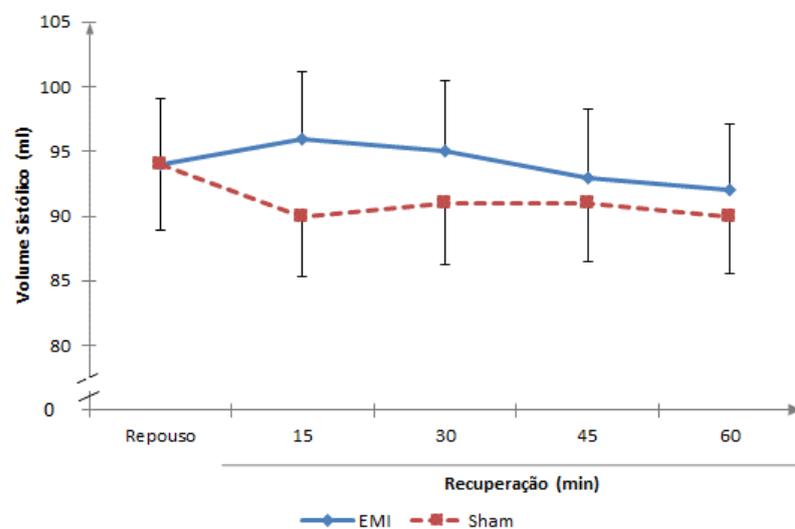


Figura 18: Comportamento do volume sistólico antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o volume sistólico permaneceu inalterado de forma semelhante após ambas as sessões. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

O DC diminuiu durante todo o período de recuperação após a sessão Sham, fato não observado na sessão EMI (Figura 19).

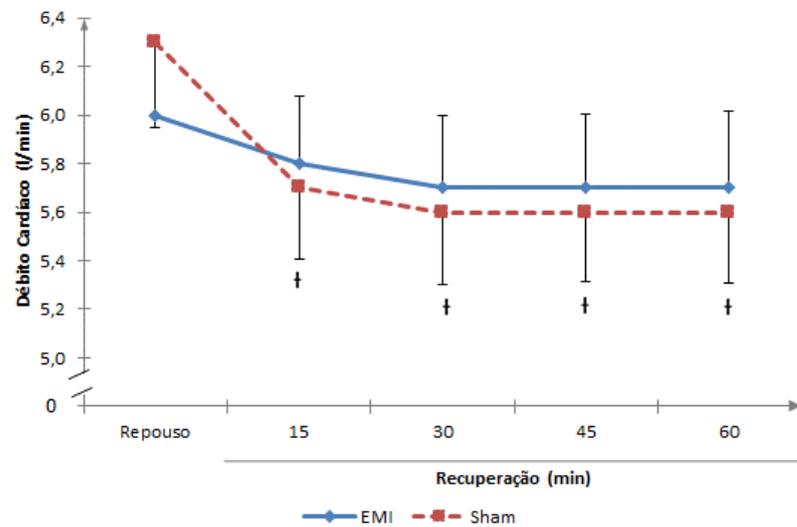


Figura 19: Comportamento do débito cardíaco antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o débito cardíaco foi reduzido somente após a sessão Sham. †=p<0,05 vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

A RVPT aumentou de forma significativa nos períodos de recuperação de 30, 45 e 60 minutos de forma semelhante entre as sessões experimentais (EMI e Sham) (Figura 20).

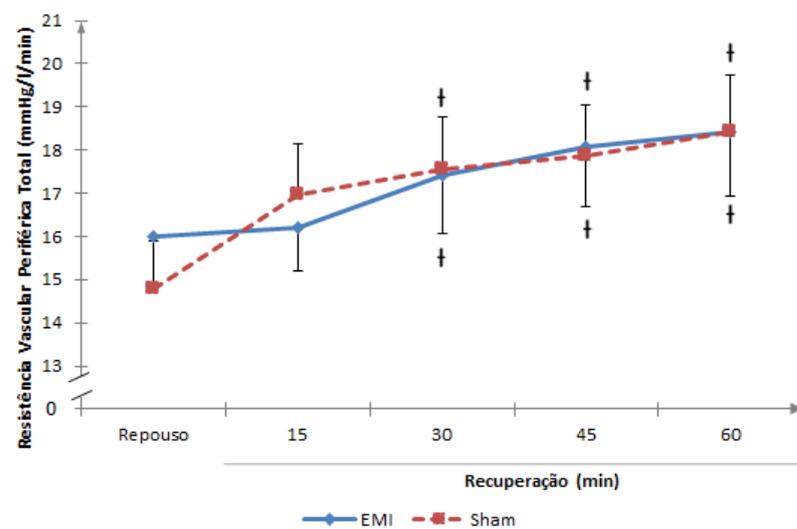


Figura 20: Comportamento da resistência vascular periférica total antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a resistência vascular periférica total aumentou de forma semelhante após ambas as sessões a partir do

décimo quinto minuto do período de recuperação. †= $p<0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

O fluxo sanguíneo muscular do antebraço diminuiu de forma significativa durante todo o período de recuperação após ambas as sessões experimentais (EMI e Sham). Além disso, os valores de fluxo sanguíneo muscular do antebraço foram semelhantes entre as sessões experimentais (Figura 21).

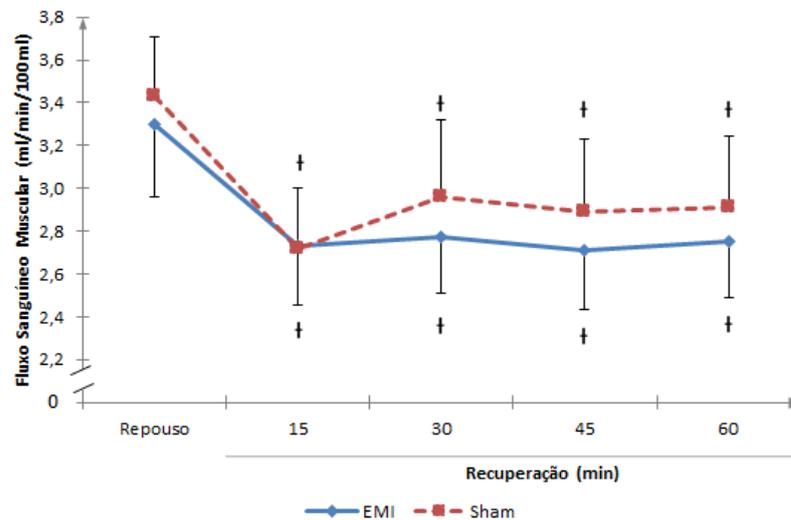


Figura 21: Comportamento do fluxo sanguíneo muscular antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o fluxo sanguíneo muscular diminuiu durante a fase de recuperação de forma semelhante após ambas as sessões. †= $p<0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

Em ambas as sessões (EMI e Sham), a resistência vascular do antebraço apresentou elevação durante todo o período de recuperação em relação ao repouso de forma semelhante em ambas as sessões experimentais (Figura 22).

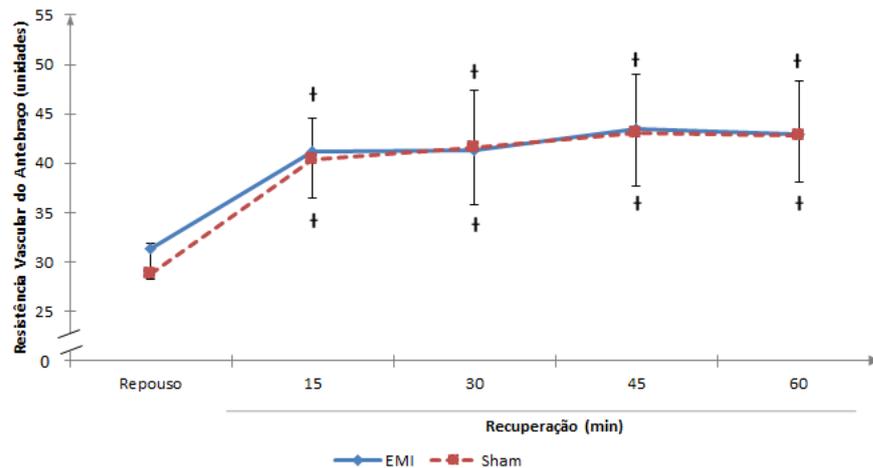


Figura 22: Comportamento da resistência vascular do antebraço antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a resistência vascular do antebraço aumentou de forma semelhante após ambas as sessões. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

Não foram observadas alterações na função barorreflexa espontânea durante ambas as sessões de exercício muscular inspiratório (EMI ou Sham), tanto para ativação dos barorreceptores (Figura 23), desativação dos barorreceptores (Figura 24) como para o ganho (potência) total da função barorreflexa (Figura 25). Além disso, os valores para tais variáveis foram semelhantes após ambas as sessões experimentais.

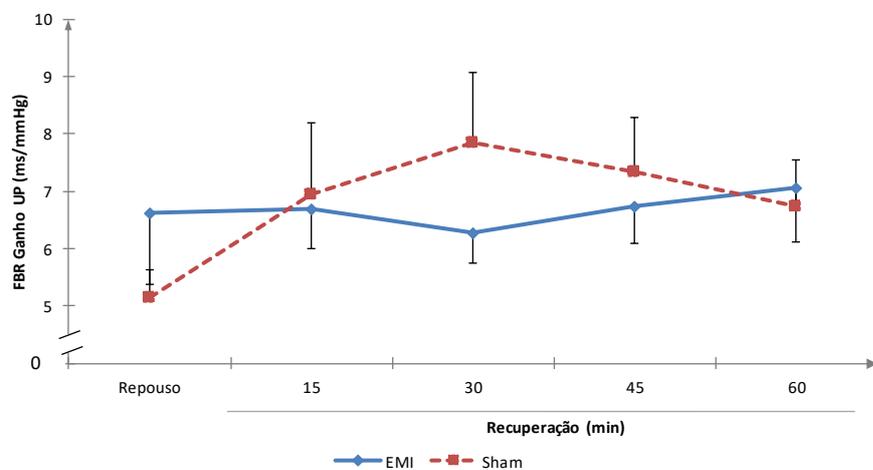


Figura 23: Comportamento do ganho em subidas da função barorreflexa antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o ganho da função barorreflexa para aumento de pressão arterial permaneceu inalterada. Condição semelhante após ambas as sessões. †= $p < 0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

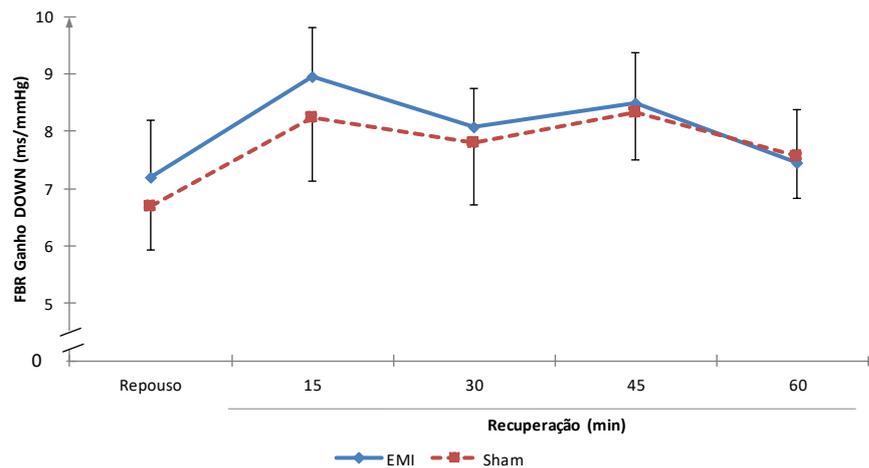


Figura 24: Comportamento do ganho em descidas da função barorreflexa antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o ganho da função barorreflexa para diminuição de pressão arterial permaneceu inalterada e de forma semelhante após ambas as sessões.  $\dagger=p<0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

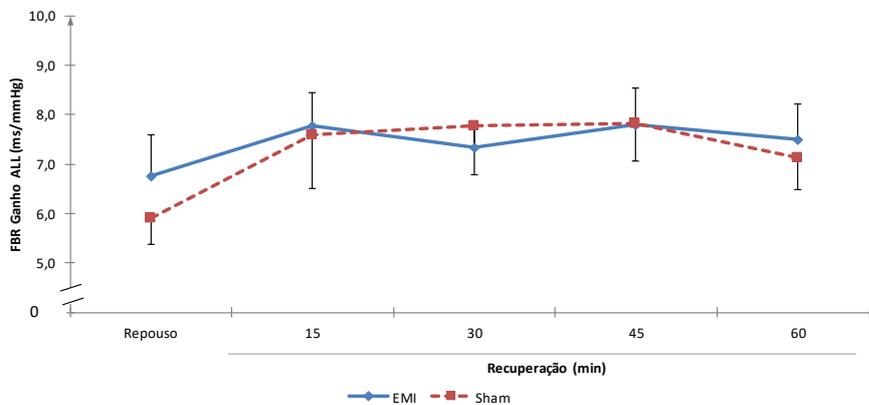


Figura 25: Comportamento do ganho total da função barorreflexa antes e após (recuperação) as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que o ganho total da função barorreflexa permaneceu inalterado e de forma semelhante após ambas as sessões.  $\dagger=p<0,05$  vs. Repouso. Fonte: A autora (2017).

O tamanho de efeito de cada variável estudada na fase de recuperação de 60 minutos após a execução dos protocolos experimentais EMI e Sham estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Tamanho do efeito do período de recuperação de 60 minutos das sessões experimentais.

VARIÁVEL		15	30	45	60
<i>f</i>	EMI	-0,36	-0,36	-0,19	-0,17
	Sham	-0,35	-0,57	-0,54	-0,32
FC	EMI	0,35	0,52	0,48	0,32
	Sham	0,47	0,54	0,58	0,50
PAS	EMI	-0,11	-0,39	-0,62	-0,75
	Sham	-0,42	-0,65	-0,86	-0,99
PAD	EMI	0,15	-0,12	-0,33	-0,48
	Sham	-0,34	-0,48	-0,62	-0,79
PAM	EMI	0,01	-0,29	-0,51	-0,66
	Sham	-0,41	-0,57	-0,75	-0,92
VS	EMI	-0,09	-0,04	0,03	0,07
	Sham	0,19	0,18	0,15	0,22
DC	EMI	0,10	0,22	0,26	0,23
	Sham	0,48	0,52	0,53	0,53
RVPT	EMI	-0,04	-0,28	-0,41	-0,46
	Sham	-0,49	-0,60	-0,67	-0,75
FSM	EMI	0,46	0,44	0,48	0,46
	Sham	0,64	0,37	0,44	0,43
RVA	EMI	-0,63	-0,58	-0,69	-0,73
	Sham	-0,80	-0,73	-0,79	-0,82
GANHO UP	EMI	-0,02	0,10	-0,04	-0,11
	Sham	-0,52	-0,80	-0,77	-0,62
GANHO DOWN	EMI	-0,47	-0,26	-0,35	-0,06
	Sham	-0,41	-0,30	-0,51	-0,29
GANHO ALL	EMI	-0,34	-0,22	-0,33	-0,24
	Sham	-0,51	-0,61	-0,74	-0,51

Valores de tamanho do efeito da diferença das médias dividido pela média dos desvios padrão entre período de repouso de antes do exercício e do período de recuperação 60 minutos. I = insignificante (< 0,19), P = pequeno (0,20 a 0,49), M = médio (0,50 a 0,79), G = grande (0,80 a 1,29).

### 4.3 RESPOSTAS DE 24 HORAS

Comparando a PAS e PAD nos períodos separadamente de vigília e sono, não observamos diferença estatística entre as sessões experimentais (EMI e Sham). Porém, observamos diminuição da PAS e PAD ( $p < 0,001$  para ambas) no período noturno e de forma semelhante entre as sessões (Figura 26, Figura 27,).

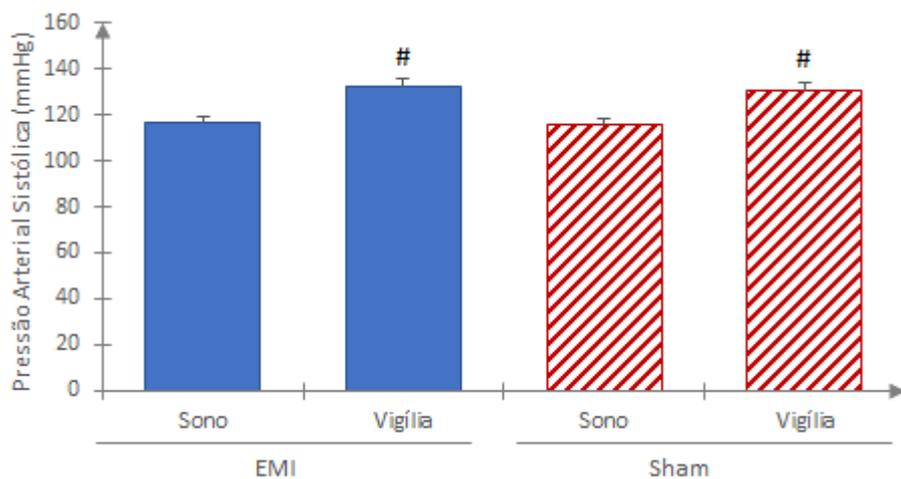


Figura 26. Pressão arterial sistólica 24 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial sistólica de vigília foi maior que a pressão arterial sistólica no sono, porém, sem diferença entre as sessões. #= $p < 0,05$  vs. Sono. Fonte: A autora (2017).

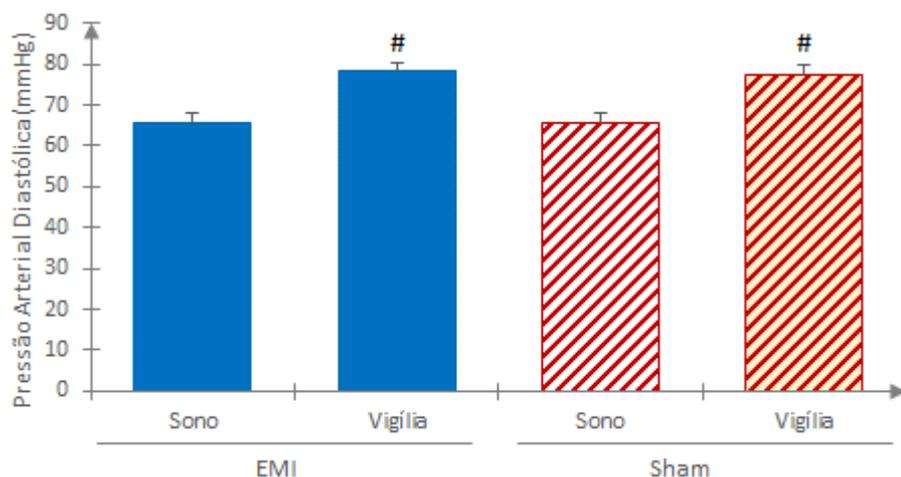


Figura 27. Pressão arterial diastólica 24 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que a pressão arterial diastólica de vigília foi maior que a

pressão arterial sistólica no sono, porém, sem diferença entre as sessões.  $\# = p < 0,05$  vs. Sono. Fonte: A autora (2017).

Não observamos diferenças nas respostas de PAS e PAD de forma temporal entre as sessões experimentais EMI ou Sham. Observamos diminuição semelhante da PAS entre a 6<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> [DGM2] hora após ambas as sessões (Figura 28) e diminuição semelhante da PAD entre a 6<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup> [DGM3] hora após ambas as sessões (Figura 29).

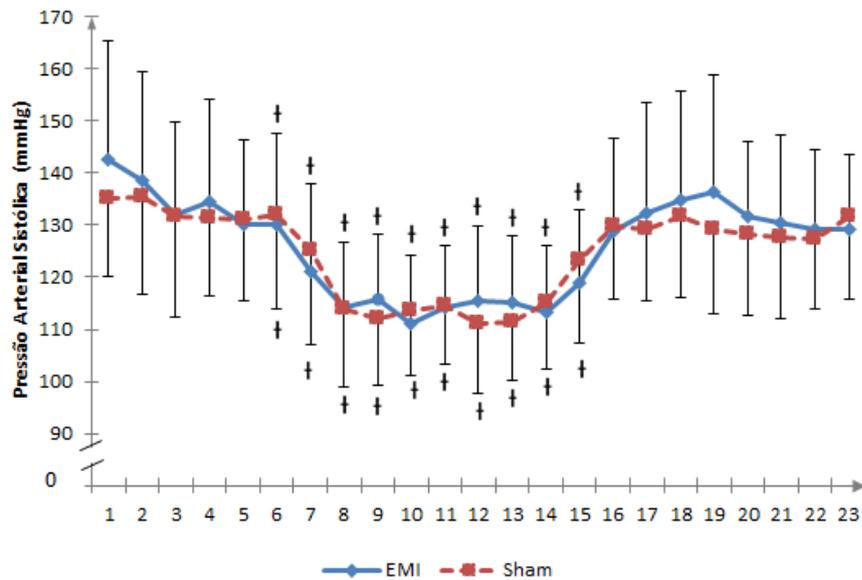
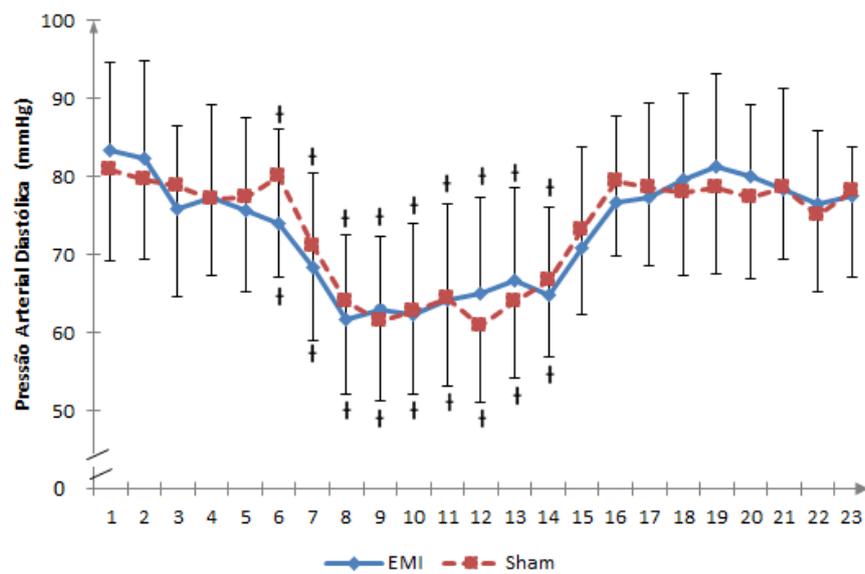


Figura 28: Comportamento temporal da pressão arterial sistólica de 23 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que há queda da pressão arterial sistólica entre a 6<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> hora após os ambas as sessões (EMI e Sham).  $\dagger = p < 0,05$  vs. 1<sup>a</sup> hora. Fonte: A autora (2017).



[DGM4]

Figura 29: Comportamento temporal da pressão arterial diastólica 24 horas após as sessões de Exercício Muscular Inspiratório (EMI) com 40% PIMáx e Exercício Muscular Inspiratório sem carga (Sham). Note que há queda da pressão arterial diastólica entre a 6ª e 14ª hora após ambas as sessões (EMI e Sham). †=p<0,05 vs. 1ª hora. Fonte: A autora (2017).

O tamanho de efeito da PAS e PAD na fase de recuperação de 24 horas após a execução dos protocolos experimentais EMI e Sham estão apresentados na Tabela 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5: Tamanho do efeito das respostas de 24 horas de PAS das sessões experimentais.

VARIÁVEL		2	3	4	5	6
PAS	EMI	0,19	0,52	0,38	0,65	1,09
	Sham	-0,01	0,20	0,25	0,27	0,60

VARIÁVEL		7	8	9	10	11	12	13
PAS	EMI	1,62	1,53	1,76	1,65	1,48	1,55	1,66
	Sham	1,43	1,67	1,58	1,56	1,70	1,80	1,42

VARIÁVEL		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
PAS	EMI	1,29	0,68	0,47	0,37	0,28	0,60	0,62	0,71	0,72	0,30
	Sham	0,76	0,35	0,42	0,22	0,39	0,46	0,48	0,55	0,23	0,41

Valores de tamanho do efeito da diferença das médias de PAS dividido pela média dos desvios padrão entre a 1ª hora de recuperação de 24 horas e cada hora de subsequente. I = insignificante (< 0,19), P = pequeno (0,20 a 0,49), M = médio (0,50 a 0,79), G = grande (0,80 a 1,29), MG = muito grande (> 1,30).

Tabela 6: Tamanho do efeito das respostas de 24 horas de PAD das sessões experimentais.

VARIÁVEL		2	3	4	5	6
PAD	EMI	0,09	0,69	0,52	0,67	1,28
	Sham	0,11	0,17	0,34	0,31	0,83

VARIÁVEL		7	8	9	10	11	12	13
PAD	EMI	1,96	1,97	1,84	1,63	1,56	1,45	1,65
	Sham	1,42	1,76	1,62	1,44	1,84	1,55	1,32

VARIÁVEL		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
PAD	EMI	1,03	0,60	0,51	0,34	0,17	0,32	0,41	0,67	0,67	0,41
	Sham	0,68	0,14	0,22	0,26	0,20	0,32	0,22	0,55	0,25	0,34

Valores de tamanho do efeito da diferença das médias de PAD dividido pela média dos desvios padrão entre a 1ª hora de recuperação de 24 horas e cada hora de subsequente. I = insignificante (< 0,19), P = pequeno (0,20 a 0,49), M = médio (0,50 a 0,79), G = grande (0,80 a 1,29), MG = muito grande (> 1,30).

Assim, podemos sumarizar nossos resultados durante os protocolos experimentais EMI e Sham na tabela 7, na recuperação de 60 minutos na tabela 8 e na recuperação de 24 horas na tabela 9.

Tabela 7: Sumário das respostas hemodinâmicas durante as sessões EMI e Sham.

Variável	Sessão EMI	Sessão Sham
FC	↑	↑
PAS	↑ ↔	↔
PAD	↑ ↔	↑ ↔
PAM	↑ ↔	↑ ↔
VS	↓	↓
DC	↔	↔
RVPT	↔	↔

↑ = Aumento em relação ao valor de repouso inicial; ↓ = Diminuição em relação ao valor de repouso inicial; ↔ = Manutenção em relação ao valor de repouso inicial

Tabela 8: Sumário das respostas hemodinâmicas e função barorreflexa de recuperação de 60 minutos das sessões EMI e Sham.

Variável	Sessão EMI	Sessão Sham
$f$	↔	↔
FC	↓	↓
PAS	↑	↑
PAD	↑	↑
PAM	↑	↑
VS	↔	↔
DC	↔	↓
RVPT	↑	↑
FSM	↓	↓
RVA	↑	↑
GANHO (UP, DOWN, ALL)	↔	↔

↑ = Aumento em relação ao valor de repouso inicial; ↓ = Diminuição em relação ao valor de repouso inicial; ↔ = Manutenção em relação ao valor de repouso inicial.

Tabela 9: Sumário das respostas pressóricas de 24 horas das sessões EMI e Sham.

Variável	Sessão EMI	Sessão Sham
PAS vigília	↔	↔
PAS sono	↓	↓
PAD vigília	↔	↔
PAD sono	↓	↓

↑ = Aumento em relação ao valor de repouso inicial; ↓ = Diminuição em relação ao valor de repouso inicial; ↔ = Manutenção em relação ao valor de repouso inicial.

## 5 DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo referem-se ao aumento da FC e diminuição do VS durante a sessão de EMI. Além disso, observamos após a sessão, diminuição da FC e do FSM com aumento da RVP. Nas respostas de 24 horas, não observamos diferença entre PAS e PAD entre os protocolos estudados (EMI e Sham).

Para facilitar, optamos por dividir a discussão em períodos de resposta (durante as sessões e após as sessões).

### 5.1 RESPOSTAS DURANTE AS SESSÕES

Nos resultados do presente estudo, observamos aumento da FC durante as sessões EMI e Sham em todas as séries de exercício. Podemos observar que a elevação da FC na sessão experimental EMI apresentou grande tamanho de efeito e na sessão Sham, pequeno tamanho de efeito.

Apesar de não ser objetivo do presente estudo avaliar os possíveis mecanismos de aumento da FC, podemos inferir alguns. Sabidamente, durante qualquer exercício físico, temos a influência do comando central, dos mecanorreceptores e metaborreceptores da musculatura exercitada enviando estímulos para áreas de comando central de controle cardiovascular que respondem com aumento da FC e pressão arterial. Especificamente, durante o exercício físico com cargas inspiratórias, além do comando central, podemos citar os mecanorreceptores e metaborreceptores da musculatura respiratória, em especial do diafragma. Dempsey *et. al* (2002) demonstraram aumento da atividade eletromiográfica do músculo diafragma e aumento da atividade nervosa simpática muscular durante exercício com resistência inspiratória. Assim, o aumento da FC

nos nossos achados poderia ser explicado devido a uma possível maior ativação mecanorreflexa e metaborreflexa diafragmática.

Somado a isso, sabe-se que durante a inspiração ocorre leve aumento da FC quando comparado a expiração (SHABETAI *et al.*,1963). O aumento da FC pode ser explicado pelo reflexo de *Bainbridge*, isto é, quando há um aumento do retorno venoso e, conseqüentemente, maior enchimento do átrio direito, o estímulo por estiramento dos receptores cardíacos de baixa pressão do tipo B, que segue em aferência ao bulbo, responde diminuindo a atividade parassimpática cardíaca e aumentando a atividade simpática cardíaca, resultando em aumento da FC (CRYSTAL e SALEM, 2012).

Adicionalmente, o aumento da FC durante o EMI e Sham, observada no presente estudo, está de acordo com o estudo de McConnell e Griffiths (2010).

Nesse estudo o exercício muscular inspiratório foi aplicado em atletas remadores. Foram comparadas as respostas frente a diferentes resistências inspiratórias, de 50, 60, 70, 80 e 90% da PIMáx. Os autores observaram elevação da FC durante o exercício muscular inspiratório em todas as cargas (MCCONNELL e GRIFFITHS, 2010).

Especificamente na população idosa, Archiza *et al.* (2013) realizaram sessão de EMI com idosos, a 30, 60 e 80% da PIMáx, por 4 minutos em cada intensidade. Nesse estudo, os índices parassimpáticos da VFC apresentaram menores valores durante EMI 80% da PIMáx em comparação a 30% da PIMáx. Não foram observadas alterações na VFC nos índices simpáticos em todas as cargas estudadas. Assim, a maior intensidade de carga (80% da PIMáx) promoveu maior retirada parassimpática sem alteração da atividade simpática. Nesse estudo, não foram encontradas diferenças de efeito do EMI nos índices de VFC entre as cargas de 30 e 60% da PIMáx. Isso nos mostra que a diferença entre as cargas aplicadas no EMI (40% PIMáx) e Sham (resistência mínima do aparelho) no nosso estudo pode não ter sido suficiente para promover diferença estatística nas respostas de frequência cardíaca.

Em nosso estudo, observamos diminuição do VS durante ambos os protocolos experimentais. Além disso, o tamanho do efeito na sessão EMI foi de pequena magnitude e na sessão Sham foi de média magnitude.

Corroborando com esse achado, temos o estudo de Karam *et al.* (1984), em que 15 jovens saudáveis realizaram inspiração em uma peça bucal contra

resistência de -24 cmH<sub>2</sub>O durante 10 minutos. Nesse estudo verificou-se que durante a inspiração houve diminuição do volume sistólico do ventrículo esquerdo ( $p < 0,001$ ).

O entendimento desse cenário é possível pelo conhecimento do mecanismo de resposta cardiovascular diante do aumento da negatividade pleural durante a inspiração fisiológica.

Na inspiração espontânea há um aumento da negatividade da pressão pleural em comparação à fase expiratória (CLAESSEN *et al.*, 2014; CRYSTAL e SALEM, 2012; KARAM *et al.*, 1984; RAGOSTA, 2008; SHABETAI *et al.*, 1963; WOODS, 2005). A contração do músculo diafragma promove movimento de expansão da caixa torácica, resultando em maior pressão negativa entre as pleuras parietal e visceral. Com isso, essa maior negatividade se transpassa ao interior dos pulmões, o ar é direcionado para o seu interior, ocorrendo a inspiração.

Quando a inspiração é realizada com uso de máscara contra resistência inspiratória, a pressão pleural fica ainda mais negativa em relação à inspiração normal. Neste caso o mecanismo de aumento do retorno venoso às câmaras direitas cardíacas torna-se mais pronunciado (LURIE *et al.*, 2000; LURIE *et al.*, 2002).

Durante a inspiração, essa maior negatividade entre as pleuras pulmonares é transpassada para o coração. Com isso, a pressão atrial cardíaca direita cai para valores menores que os de pressão média de enchimento sistêmico, gerando delta de pressão favorável ao retorno venoso. Com o aumento do retorno venoso ao átrio cardíaco direito, há, da mesma maneira, elevação do volume sanguíneo que sai do coração em direção aos pulmões (CLAESSEN *et al.*, 2014; RAGOSTA, 2008; WOODS, 2005). Assim acontece um fenômeno de bomba respiratória da circulação sanguínea sistêmica, fundamentada no mecanismo de Frank-Starling.

No entanto, já foi verificado que, apesar do aumento do retorno venoso para o coração direito, durante a fase inspiratória da respiração, ocorre redução do volume sistólico do ventrículo esquerdo na fase inspiratória (BRENNER e WAUGH, 1978; BUDA *et al.*, 1979; CLAESSEN *et al.*, 2014; RUSKIN *et al.*, 1973).

Existem alguns mecanismos que podem explicar essa diminuição de VS na fase inspiratória da respiração.

Já comentamos que, durante a inspiração, a quantidade de sangue que vai dos pulmões para o átrio cardíaco esquerdo diminui devido ao aumento da pressão negativa entre as pleuras.

Além disso, durante a expansão pulmonar inspiratória, há aumento da pressão extramural, que gera resistência à pressão transmural cardíaca, comprimindo o coração e dificultando a diástole ventricular, diminuindo assim o volume diastólico final e, conseqüentemente, o VS (ANGELL, 1971).

Apesar de redução do VS, verificamos aumento da FC e com conseqüente manutenção dos valores do DC.

Semelhantemente, observamos que os valores da RVPT permaneceram inalterados durante todo o exercício (EMI e Sham).

Verificamos aumento pressórico durante as primeiras séries de exercício do presente estudo. No entanto, durante a maior parte durante o exercício, verificamos manutenção dos valores de PAS, PAD e PAM. A pequena alteração na PA durante EMI e Sham pode ser explicada considerando o conceito fisiológico de pressão arterial que é o produto do DC pela RVPT. Como não foram observadas alterações significativas no DC e na RVPT, poucas alterações foram observadas nas pressões arteriais.

Nossos resultados quanto a pressão arterial, estão em conformidade com dois estudos McConnel e Griffiths (2010) e Ramos *et al.* (2015).

McConnel e Griffiths (2010) verificaram que, durante uma sessão de EMI utilizando cargas abaixo de 60% da PIMáx, os valores de PAS, PAD e PAM permaneceram iguais aos valores de repouso.

Adicionalmente, Ramos *et al.* (2015) realizaram em idosos, uma sessão de EMI com 2 séries de 15 respirações a 30% da PIMáx. Nesse estudo foi observada manutenção dos valores de PAS e PAD durante o exercício muscular inspiratório.

## 5.2 RESPOSTAS APÓS SESSÕES

Nas duas sessões experimentais (EMI e Sham), durante todo o período de recuperação de 60 minutos, a frequência cardíaca encontrou-se

significativamente abaixo dos valores de repouso iniciais. Apesar de não ser o foco do presente estudo analisar o comportamento autonômico, podemos extrapolar como mecanismo para redução da FC, a uma reentrada parassimpática cardíaca e retirada simpática cardíaca. Esta redução da FC no período de recuperação após exercício é extremamente importante do ponto de vista clínico, sendo inclusive preditor de morte súbita (JOUVEN, 2005).

Já se sabe que a FC de repouso, mesmo para pessoas saudáveis, é um importante fator de risco para morbidade e mortalidade cardiovascular (GOLDBERG *et al.*, 1996). A rapidez com que se recupera a FC após o exercício tem sido há muito tempo encontrada como preditor de mortalidade cardiovascular (COLE *et al.*, 1999).

Verificamos em nossos resultados que os valores de VS apresentaram, durante o período de recuperação de 60 minutos, manutenção dos valores iniciais de repouso, em ambas as sessões (EMI e Sham).

Uma vez cessado o aumento da negatividade pleural, provavelmente ocorrido, durante EMI e Sham, a redução do VS verificada durante as sessões, retornou aos valores de repouso e se manteve nos 60 minutos de recuperação.

Na sessão Sham, o DC apresentou redução significativa de seus valores em comparação ao mesmo período de repouso. Já, na sessão EMI, o DC manteve valores estatisticamente iguais aos iniciais de repouso. Assim, podemos observar a influência da diminuição da FC no DC após a sessão Sham.

Em nossos resultados, nas duas sessões (EMI e Sham), encontramos aumento da RVPT, RVA, PAS, PAD e PAM no período de recuperação.

Essas foram, realmente, as respostas mais inesperadas. Na verdade, imaginávamos que fôssemos encontrar hipotensão pós exercício ou manutenção dos valores pressóricos iniciais de repouso. Da mesma forma, RVP e RVA, as quais imaginávamos que encontraríamos redução ou manutenção dos valores iniciais de repouso. Não verificamos hipotensão após exercício muscular inspiratório.

Sheel *et al.* (2002) realizaram um estudo utilizando estimulação magnética do nervo frênico de homens jovens por uma média de 8 minutos. Eles verificaram que, utilizando resistência inspiratória a 60% da PIMáx, houve aumento da resistência vascular e diminuição do FSM, ambos tempo-dependentes, e aferidos em membro inferior. Esse resultado iniciou a partir do segundo minuto de protocolo e perdurou por 30 segundos após seu término. Já a PAM aumentou ao final do

protocolo. Esse estudo demonstrou o desvio de fluxo sanguíneo da periferia para o diafragma, principalmente, ao final do experimento.

Se considerarmos que nossa amostra foi composta de idosos, e que o tempo de trabalho inspiratório em nosso estudo foi o dobro do utilizado por Sheel et al. (2002), podemos mencionar que, da mesma maneira, possa ter havido sequestro de fluxo sanguíneo periférico, através do aumento da RVPT na recuperação de 60 minutos do nosso estudo, para os músculos inspiratórios. Porém, pensamos que, nesse caso, a RVPT iria diminuindo com o passar do tempo de recuperação, e não aumentando, conforme verificado.

Além disso, a resposta de elevação da resistência vascular, bem como as pressóricas encontradas no período de recuperação, pode ter ocorrido devido ao estresse dos voluntários perante o ambiente hospitalar e os métodos investigativos inabituais vivenciados.

No entanto, o tamanho do efeito da FC, PAS, PAD, PAM, RVPT, FSM, RVA foi mais acentuado na sessão sham que na sessão EMI. Assim, após uma sessão de EMI com carga (40% da PIM<sub>áx</sub>) as variáveis cardiovasculares avaliadas apresentaram menores tamanhos de efeito que após uma sessão Sham, indicando melhor resposta na recuperação de 60 minutos.

Nenhum dos índices da FBR apresentou qualquer diferença estatística na recuperação de 60 minutos em relação ao repouso inicial em ambas as sessões (EMI e Sham). Porém, observamos que o tamanho de efeito foi um pouco maior após sessão Sham que após EMI. Isso faz sentido, uma vez que após a sessão Sham houve maior tamanho de efeito no aumento da RVPT, RVA, PAS, PAD e PAM, e maior tamanho de efeito na diminuição da FC.

Através do estudo de Fadel (2008) compreendemos que as alterações induzidas pelo barorreflexo carotídeo na pressão arterial média, tanto durante o exercício quanto durante o repouso, são principalmente mediadas por alterações no tônus vascular, com apenas contribuições mínimas da FC e débito cardíaco. Além disso, as alterações mediadas pelo barorreflexo na PAM se dão principalmente por alterações na condutância vascular, com apenas contribuições mínimas de DC. Além disso, quando houve alteração do débito cardíaco, este se dá mais pela variação na frequência cardíaca do que no volume sistólico. Mais estudos controlados e randomizados poderiam ser realizados para constatar e explicar os possíveis mecanismos desse fato.

Não observamos diferença estatística na função barorreflexa. Imaginamos que, talvez, o  $n$  do nosso estudo tenha sido pequeno para observar alguma diferença, ou então, o método de análise a ser utilizado pudesse ter sido outro. No entanto, foi possível perceber alguma diferença através do tamanho do efeito.

Apesar de termos verificado aumento pressórico como resposta nos 60 minutos de recuperação após as sessões EMI e Sham, os valores médios de PAS e PAD de 24 horas foram similares e encontravam-se dentro de valores de normalidade. Além disso, verificamos descenso noturno fisiológico da PAS e PAD após ambas as sessões experimentais.

Da mesma forma, ao compararmos o comportamento pressórico ao longo do tempo de 24 horas após ambas as sessões experimentais, observamos a mesma similaridade.

Pelo cálculo do tamanho do efeito observamos as mesmas similaridades.

O estudo de PLENTZ *et al.* (2014) foi o único que encontramos que verificou a resposta cardiovascular de 24 horas frente a uma sessão de exercício muscular inspiratório. No entanto, eles observaram apenas a resposta autonômica cardíaca, e não hemodinâmica, que seria de maior interesse para nós.

Mas, podemos lembrar que o efeito de hipotensão pós exercício é mais presente em pessoas hipertensas ou pré-hipertensas. Esse não foi o caso dos nossos voluntários, que eram normotensos. Além disso, talvez seja interessante para os próximos estudos realizarmos a medida de 24 horas de PA em sessão experimental sem EMI, seja com ou sem carga.

### **5.3 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS**

O EMI durante as sessões não causou estresse cardiovascular expressivo nos voluntários avaliados. A queda do VS durante o exercício pode ser interessante para algumas populações como, por exemplo, para pacientes com hipertensão arterial sistêmica.

Outra implicação clínica interessante é a queda da FC após o exercício, o que, de certa forma, pode significar um trabalho cardíaco diminuído. Além disso,

os valores médios e comportamento pressórico em 24 horas após a sessão de EMI, nos mostra que o EMI pode ser uma ferramenta não farmacológica segura a ser utilizada.

#### 5.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma limitação do nosso estudo foi a ausência de avaliação do volume total ventilado durante os protocolos de exercício inspiratório (EMI ou Sham). Tentando minimizar esse possível viés, orientamos os voluntários a manterem a frequência respiratória entre 12 e 15 ipm durante os protocolos experimentais. Além disso, mostramos manutenção da  $f$  na fase de recuperação de 60 minutos. Porém, o volume corrente não foi mensurado. Assim, em estudos futuros seria interessante conhecer e/ou controlar o volume de ar inspirado durante o exercício muscular inspiratório.

No entanto, alguns autores sugerem que o principal fator que interfere no efeito de treinamento muscular inspiratório sobre a pressão arterial é a pressão intratorácica e não o volume pulmonar trabalhado (VRANISH e BAILEY, 2015).

Deste modo, mesmo com possíveis diferenças no fluxo ventilatório em nosso estudo, ainda podemos acreditar que as sessões EMI foram de maior estímulo para maiores pressões negativas intratorácicas que as sessões Sham e de maior trabalho muscular inspiratório.

Assim, o EMI realizado cronicamente poderia aumentar a força muscular inspiratória que, sabidamente, é uma variável de melhor prognóstico para diversas patologias (CARLUCCI, 2009; IONESCU, 1998; McKENZIE, 2009; MEYER, 2001; SCHNAIDER, 2010)

## 6 CONCLUSÕES<sup>[DGM5]</sup>

Conclui-se que homens idosos sem doenças cardiovasculares diagnosticadas, durante uma sessão de 23 minutos de exercício muscular inspiratório com resistência de 40% da pressão inspiratória máxima, apresentam aumento da FC, aumento não sustentado da PA, diminuição do VS e manutenção do DC e RVPT.

Conclui-se ainda que, esta mesma população, nos primeiros 60 minutos de recuperação, apresenta redução da FC, aumento da PA, manutenção VS e DC, elevação da RVPT, diminuição do FSM, aumento da RVA e manutenção dos índices de FBR.

Por fim, conclui-se que não há diferenças na recuperação de 24 horas da PA entre as sessões EMI e Sham.

## 7 ANEXOS

### ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Respostas hemodinâmicas e autonômicas de idosos submetidos ao exercício muscular inspiratório

**Pesquisador:** Lilian Pinto da Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 52021215.3.0000.5133

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.402.581

## ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP HU/UFJF  
JUIZ DE FORA – MG – BRASIL

FACULDADE DE FISIOTERAPIA UFJF/ HU CAS (Unidade Dom Bosco)  
Pesquisadora Responsável: Lilian Pinto da Silva  
Endereço: Rua Flores de Ouro Preto, 421  
CEP: 36030-790 Juiz de Fora – MG  
Fone: (32) 99105.5053  
E-mail: [lilian.pinto@ufjf.edu.br](mailto:lilian.pinto@ufjf.edu.br)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Respostas hemodinâmicas e autonômicas de idosos submetidos ao exercício muscular inspiratório”. Neste estudo pretendemos avaliar os efeitos imediatos de variáveis hemodinâmicas e autonômicas de idosos submetidos a uma sessão de exercício muscular inspiratório de moderada intensidade. O motivo que nos leva a estudar este tema é que, embora o comportamento de variáveis cardiovasculares (pressão arterial, frequência cardíaca, fluxo sanguíneo e sistema barorreflexo, que controla a pressão arterial) durante e após uma sessão de exercício muscular inspiratório possa sofrer alterações decorrentes do processo de envelhecimento fisiológico, ainda não existem estudos conclusivos nesta área do conhecimento.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: avaliação inicial e duas sessões de exercício muscular inspiratório com medidas de variáveis hemodinâmicas (pressão arterial, batimentos cardíacos e fluxo de sangue do antebraço) e autonômicas (intervalos entre batimentos cardíacos e sistema de controle da pressão arterial), todas de forma não invasiva, imediatamente após e nas 24 horas posteriores ao exercício. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos e limita-se a algum desconforto ou cansaço físico decorrente da prática do exercício proposto, considerando-se que os participantes podem não ter experiência

prévia com esta modalidade de exercício. A pesquisa contribuirá para um melhor conhecimento do comportamento fisiológico em resposta à uma sessão de exercício muscular inspiratório, contribuindo para uma mais adequada prescrição deste tipo de exercício para a população idosa.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Setor Métodos Gráficos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos do estudo “Respostas hemodinâmicas e autonômicas de idosos submetidos ao exercício muscular inspiratório” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_.

_____ Nome e assinatura do(a) participante	_____ Data
_____ Nome e assinatura do(a) pesquisador	_____ Data
_____ Nome e assinatura da testemunha	_____ Data

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o CEP HU – Comitê de Ética em Pesquisa HU/UFJF Hospital universitário Unidade Dom Bosco - Sala 297 CEP 36.038-330 E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

## 8 APÊNDICES

### APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO – ANAMNESE E EXAME FÍSICO

#### ANEXO: FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL

#### FICHA DE AVALIAÇÃO - ANAMNESE E EXAME FÍSICO

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

##### 1) Identificação

Nome: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ Telefone(s): \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) M ( ) F Profissão: \_\_\_\_\_

##### 2) Hábitos de Vida

( ) Fumante Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ Quantidade diária: \_\_\_\_\_

( ) Não fumante ( ) Ex – fumante: há quanto tempo parou de fumar? \_\_\_\_\_

Etilista: ( ) Sim ( ) Não Qual(is) bebida(s) faz uso: \_\_\_\_\_

Quantidade: \_\_\_\_\_ Frequência: \_\_\_\_\_

Bebe café ou chá: \_\_\_\_\_/dia

##### 3) Fatores de Risco para Doença Aterosclerótica Coronariana

HAS: Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo foi diagnosticado? \_\_\_\_\_

Diabetes: Sim ( ) Não ( ) Tipo 1 ( ) Tipo 2 ( )

Dislipidemia: Sim ( ) Não ( )

Obesidade: Sim ( ) Não ( ) Grau: \_\_\_\_\_ Obs.: utilizar medidas coletadas no item 9.

Estresse: Sim ( ) Não ( )

Sedentarismo: Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Tipo de exercício/frequência/intensidade: \_\_\_\_\_

##### 4) Sinais e Sintomas Relacionados com Alterações do Sistema Cardiorrespiratório

Lipotímia: ( ) Sim ( ) Não Em quais situações: \_\_\_\_\_

Síncope: ( ) Sim ( ) Não Em quais situações: \_\_\_\_\_

Palpitação: ( ) Sim ( ) Não Em quais situações: \_\_\_\_\_

Dor Precordial: ( ) Sim ( ) Não Em quais situações: \_\_\_\_\_

Dispnéia: ( ) Sim ( ) Não Em quais situações: \_\_\_\_\_

5) Alguma Doença do Sistema Cardiovascular: ( ) Sim ( ) Não

Qual (is) \_\_\_\_\_

6) Alguma Doença do Sistema Respiratório: ( ) Sim ( ) Não

Qual (is) \_\_\_\_\_

7) História patológica pregressa:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Exclusivo para Mulheres**

Menopausa: Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

Reposição hormonal: Sim ( ) Não ( ) Obs.: em caso afirmativo, descrever medicação no item 8.

8) Medicações em uso

Nome	Concentração	Posologia	Classificação

9) Exame Físico

- Massa corporal: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

- Circunferência abdominal: \_\_\_\_\_

10) Monitorização Eletrocardiográfica (repouso supino):

DI: \_\_\_\_\_

DII: \_\_\_\_\_

DIII: \_\_\_\_\_

AVR: \_\_\_\_\_

AVL: \_\_\_\_\_

AVF: \_\_\_\_\_

V1: \_\_\_\_\_

V2: \_\_\_\_\_

V3: \_\_\_\_\_

V4: \_\_\_\_\_

V5: \_\_\_\_\_

V6: \_\_\_\_\_

Qualidade do traçado: ( ) ótima ( ) boa ( ) regular ( ) ruim

**11) Sinais Vitais (supino):**

FC: \_\_\_\_\_ bpm FR: \_\_\_\_\_ irpm PA: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ mmHg AP: \_\_\_\_\_

**12) Avaliação da Força Muscular Respiratória**

TENTATIVAS	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
PIMáx								
Pemáx								

Resultado:

PIMáx: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O % predito: \_\_\_\_\_Pemáx: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O % predito: \_\_\_\_\_Carga 40% PIMáx: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O

Pesquisador: \_\_\_\_\_

Nome:

Randomização:

Dia 2: _____		Dia 3: _____	
ID: _____		ID: _____	
MOMENTO	TEMPO	MOMENTO	TEMPO
Início coleta basal		Início coleta basal	
Final coleta basal		Final coleta basal	
Início 1 <sup>o</sup> série		Início 1 <sup>o</sup> série	
Repouso 1		Repouso 1	
Início 2 <sup>a</sup> série		Início 2 <sup>a</sup> série	
Repouso 2		Repouso 2	
Início 3 <sup>a</sup> série		Início 3 <sup>a</sup> série	
Repouso 3		Repouso 3	
Início 4 <sup>a</sup> série		Início 4 <sup>a</sup> série	
Repouso 4		Repouso 4	
Início 5 <sup>a</sup> série		Início 5 <sup>a</sup> série	
Repouso 5		Repouso 5	
Início 6 <sup>a</sup> série		Início 6 <sup>a</sup> série	
Repouso 6		Repouso 6	
Início 7 <sup>a</sup> série		Início 7 <sup>a</sup> série	
Repouso 7		Repouso 7	
Início 8 <sup>a</sup> série		Início 8 <sup>a</sup> série	
Recuperação – Baro 1		Recuperação – Baro 1	
Recuperação – Fluxo 1		Recuperação – Fluxo 1	
Recuperação – Baro 2		Recuperação – Baro 2	
Recuperação – Fluxo 2		Recuperação – Fluxo 2	
Recuperação – Baro 3		Recuperação – Baro 3	
Recuperação – Fluxo 3		Recuperação – Fluxo 3	
Recuperação – Baro 4		Recuperação – Baro 4	
Recuperação – Fluxo 4		Recuperação – Fluxo 4	

**APÊNDICE B – ORIENTAÇÕES VOLUNTÁRIOS****Orientações voluntários**

1. Vir de banho tomado, pois usaremos um equipamento que não pode ter contato com água. Ele ficará ligado a você por 24h para medir a pressão e registrar os batimentos do seu coração.
2. Vir de camisa ou blusa curta e com manga que não seja muito apertada.
3. Não usar cremes, óleos ou hidratantes na pele no dia agendado.
4. Não ingerir bebidas alcoólicas ou cafeinadas (ex.: cafezinho preto, chá mate, coca cola) 24 h antes da avaliação.
5. Não realizar exercício físico intenso.
6. Ter uma boa noite de sono.
7. Ingerir refeição leve até 1 h antes da avaliação.

Você deve voltar \_\_\_\_/\_\_\_\_ às \_\_\_\_\_h

Em caso de dúvidas entrem em contato:

Mariana: 98807-0448

Joice: 98844-2147

Obrigada por participar!

## APÊNDICE C – ORIENTAÇÃO DE TREINAMENTO DA RESPIRAÇÃO DIAFRAGMÁTICA

### Treinamento da Respiração Diafragmática

É muito importante que você pratique em casa a respiração diafragmática que acabamos de aprender e fazer no hospital, para que nos próximos retornos você já esteja treinado e habituado com essa respiração.

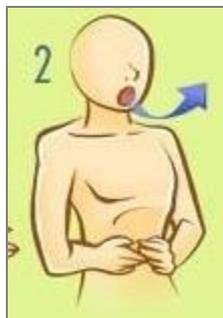
Pedimos que faça, pelo menos, 2 minutos de respiração diafragmática 2 vezes ao dia até o dia marcado para o retorno.

Como é mesmo a técnica?

- 1) Sente-se de maneira confortável, com as costas apoiadas e coloque as mãos na barriga para sentir o movimento respiratório.
- 2) Puxe o ar pela boca e encha bem a sua barriga, estufando-a.



- 3) Solte lentamente o ar pela boca, esvaziando completamente a barriga, murchando-a.



- 4) Reinicie os movimentos de puxar o ar estufando a barriga e soltar o ar murchando a barriga por 2 minutos.
- 5) Tente fazer este treino, pelo menos 2 vezes ao dia.

**APÊNDICE D – ESCALA CR10 DE BORG MODIFICADA**

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

## 9 REFERÊNCIAS

ADVISORY BOARD OF THE FIFTH INTERNATIONAL HEART HEALTH CONFERENCE. **The Milan Declaration: Positioning technology to serve global heart health**, May 18 2004.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510-30, Jul 2009.

ANGELL, J. J. E. The effects of changes of extramural, 'intrathoracic', pressure on aortic arch baroreceptors. **The Journal of physiology**, v. 214, p. 89–103, Apr 1 1971.

ARCHIZA, B. *et al.* Acute effects of different inspiratory resistive loading on heart rate variability in healthy elderly patients. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 4, p. 401-408, Aug 2013.

ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 4, p. 518-624, Aug 15 2002.

AZNAR-LAIN, S. *et al.* Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: a randomized controlled pilot trial. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, p.1025–1029, Dec 2007.

BLABER, A.P.; YAMAMOTO, Y.; HUGHSON, R.L. Methodology of spontaneous baroreflex relationship assessed by surrogate data analysis. **The American journal of physiology**. v. 268, n. 4 pt 2, p. 1682-7, Apr 1995.

BLACK, L. F.; HYATT, R. E. Maximal pressures: Normal values relationship to age and sex. **American Review of Respiratory Disease**, v. 99, n. 5, p. 696-702, May 1969.

BRASIL, Lei nº 1074/2003. **Estatuto do Idoso**. Brasília. DF. Outubro de 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério da saúde. **Saúde Brasil 2014: uma análise da situação de saúde e das causas externas**. Brasília. DF. 2015.

\_\_\_\_\_. Portaria n. 2.528, de 19 de outubro de 2006. **Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa**. Diário Oficial da União em 19 de outubro de 2006.

\_\_\_\_\_. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados do Censo demográfico 2010. (On-line) Disponível em:  
<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> Acesso em 12/02/2017.

BRENNER, J. I.; WAUGH, R. A. Effect of phasic respiration on left ventricular dimension and performance in a normal population. An echocardiographic study. **Circulation**, v. 57, n.1, p. 122–127, Jan 1978.

BUDA, A. J. *et al.* Effect of intrathoracic pressure on left ventricular performance. **New England Journal of Medicine**, v. 301, n. 9, p. 453–459, Aug 30 1979.

CARLUCCI, A. *et al.* Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. **Critical Care**, v. 13, n. 3, R. 97, Jun 23 2009.

CHIAPPA, G.R. *et al.* Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 51, n. 17, p. 1663-71, Apr 29 2008.

CHUANG, Han-Yue *et al.* The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary (COPD) disease: A randomized experimental study. **Journal of Clinical Nursing**, DOI: 10.1111/jocn.13841, Apr 5 2017.

CLAESSEN, G. *et al.* Interaction between respiration and right versus left ventricular volumes at rest and during exercise: a real-time cardiac magnetic resonance study. **American journal of physiology. Heart and circulatory physiology**, v. 306, n. 6, H. 816-24, Mar 15 2014.

COLE, C. R. *et al.* Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **The New England Journal Medicine**, v. 341, n. 18, p. 1351-7, Oct 28 1999.

CONVERTINO, V. A. *et al.* Effects of inspiratory impedance on the carotid-cardiac baroreflex response in humans. **Clinical Autonomic Research**, v. 14, n. 4, p. 240-248, Aug 2004.

CRISAFULLI, E. *et al.* Respiratory muscles training in COPD patients. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, v. 2, n. 1, p. 19-25, 2007.

CRYSTAL, G. J.; SALEM, M. R. The Bainbridge and the "reverse" Bainbridge reflexes: history, physiology, and clinical relevance. **Anesthesia and analgesia**, v. 114, n. 3, p. 520-32, Mar. 2012.

DEMPSEY, J. A. *et al.* Respiratory influences on sympathetic vasomotor outflow in humans. **Respiratory physiology and neurobiology**, v. 130, n. 1, p. 3-20, Mar 2002.

FADEL, P. J. Arterial baroreflex control of the peripheral vasculature in humans: rest and exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 40, n. 12, p. 2055-62, Dec 2008.

FERREIRA, J. B. *et al.* Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. **International Journal of Cardiology**, v. 166, n. 1, p. 61–67, Jun 5 2013.

FLEG, J. L. *et al.* Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. **Circulation**, v. 112, n. 5, p. 674-82. Aug 2 2005

FREITAS, I. M. G. *et al.* Baroreflex gain and vasomotor sympathetic modulation in resistant hypertension. **Clinical Autonomic Research**, v. 27, n. 3, p. 175-184, Jun 2017.

GOLDBERG, R.; LARSON, M.; LEVY, D. Factors associated with survival to 75 years of age in middle-age men and women: the Framingham study. **Archives of Internal Medicine**, v. 156, n. 5, p. 505-9, Mar 11 1996.

GOMES, N. M. *et al.* Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. **Clinical rehabilitation**. V. 31, n. 4, p. 454-464, Apr 2017.

HAJGHANBARI, B. *et al.* Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. **Journal of strength and conditioning research**, v. 27, n. 6, p. 1643-63, Jun 2013.

ILLI, S. K. *et al.* Effect of Respiratory Muscle Training on Exercise Performance in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 42, n. 8, p. 707-724, Aug 1 2012.

IONESCU, A. A. *et al.* Inspiratory muscle function and body composition in cystic fibrosis. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 158, n. 4, p. 1271–1276, 1998.

JANSSENS, J. P.; PACHE, J. C.; NICOD, L. P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **The European respiratory journal**, v. 13, n. 1, p. 197-205, Jan 1999.

JONES, C. U.; SANGTHONG, B.; PACHIRAT, O. An inspiratory load enhances the antihypertensive effects of home-based training with slow deep breathing: a randomised trial. **Journal of Physiotherapy**, v. 56, n. 3, p. 179-86, 2010.

\_\_\_\_\_. Slow breathing training reduces resting blood pressure and the pressure responses to exercise. **Physiological Research**, v. 64, n. 5, p. 673-82, 2015.

JOUVEN, X. *et al.* Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. **The New England journal of medicine**, v. 352, n. 19, p. 1951-8, May 12 2005.

KAMINSKI, D.M. *et al.* Inspiratory muscle training in patients with diabetic autonomic neuropathy: a randomized clinical trial. **Clinical Autonomic Research**, v. 25, n. 4, p. 263-266, Aug 2015.

KARAM, M. *et al.* Mechanism of decreased left ventricular stroke volume during inspiration in man. **Circulation**, v. 69, n. 5, p. 866-873, May 1984.

KETATA, W. *et al.* Aging of the respiratory system: anatomical changes and physiological consequences. **Revue de pneumologie Clinique**, v. 68, n. 5, p. 282-9. Oct 2012.

LAKATTA, E. G. So! What's aging? Is cardiovascular aging a disease? **Journal of molecular and cellular cardiology**, v. 83, p. 1-13, Jun 2015.

LURIE, K. G. *et al.* Augmentation of ventricular preload during treatment of cardiovascular collapse and cardiac arrest. **Critical Care Medicine**, v. 30 (4 Suppl), S. 162-5, Apr 2002.

\_\_\_\_\_. Use of an inspiratory impedance threshold valve during cardiopulmonary resuscitation: a progress report. **Resuscitation**, v. 44, n. 3, p. 219-30, May 2000.

McCOLL, F. D.; TZELEPIS, G. E. Inspiratory muscle training in the patient with neuromuscular disease. **Physical Therapy**, v.75, p. 1006-1014, Nov 1995.

McCONNELL, A. K.; GRIFFITHS, L. A. Acute cardiorespiratory responses to inspiratory pressure threshold loading. **Medicine and science in sports and exercise**. v.42, n. 9, p.1696-703, Sep 2010.

McKENZIE, D. K.; BUTLER, J. E.; GANDEVIA, S. C.; Respiratory muscle function and activation in chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of applied physiology**, v. 107, n. 2, p. 621-629, Aug 2009.

MELO, R. C. *et al.* Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 9, p. 1331-1338, Sept 2005.

MEYER, F. J. *et al.* Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. **Circulation**, v. 103, n. 17, p. 2153-8, May 2001.

MILLS, D. E. *et al.* The effects of inspiratory muscle training in older adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 47, n. 4, p. 691-7, Apr 2015.

\_\_\_\_\_. The effects of inspiratory muscle training on plasma interleukin-6 concentration during cycling exercise and a volitional mimic of the exercise hyperpnea. **Journal of applied physiology**, v. 115, n. 8, p. 1163-72, Oct 2013.

MIRA, P.A. *et al.* Blunted muscle vasodilatory response during mental stress in predialysis nondiabetic patients: a cross-sectional study. **Blood Pressure Monitoring**, v. 21, n. 6, p. 368-370, Dec 2016.

MONAHAN, K. D. Effect of aging on baroreflex function in humans. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 293, n. 1, R3-R12, Jul 2007.

MONAHAN, K. D. *et al.* Age-associated changes in cardiovagal baroreflex sensitivity are related to central arterial compliance. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 281, n. 1, H284-9, Jul 2001.

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

OZMEN, T. *et al.* Effect of respiratory muscle training on pulmonary function and aerobic endurance in soccer players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 5, p. 507-513, May 2017.

PAFFENBARGER, R. S. Jr. *et al.* Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **The New England journal of medicine**, v. 314, n. 10, p. 605-13, Mar 6 1986.

PAIVA, D. N. *et al.* Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective? **Revista portuguesa de pneumologia**, v. 21, n. 2, p. 76-81, Mar-Apr 2015.

PATERSON, D. H.; JONES, G. R.; RICE, C. L. Aging and physical activity data on which to base recommendations for exercise in older adults. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 32, Suppl. 2F, S75-S171, 2007.

PEREIRA, N. P. *et al.* Atividade Física Reduz a Resistência Vascular Periférica e a Frequência Cardíaca de Hipertensos Resistentes. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 29, p. 92-92, 2016.

PLENTZ, R. D. M. *et al.* Inspiratory Muscle Training in Patients with Heart Failure: Meta- Analysis of Randomized Trials. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 99, n. 2, p. 762-771, Aug 2012.

\_\_\_\_\_. Efeito agudo do treinamento muscular inspiratório com diferentes sobrecargas sobre o controle autonômico de indivíduos saudáveis: um estudo randomizado cruzado. **Salud i Ciencia**, v. 21, p. 28-34, 2014.

POWELL, K. E. *et al.* Physical activity and the incidence of coronary heart disease. **Annual review of public health**, v. 8, p. 253-87, May 1987.

RAGOSTA, M. **Textbook of Clinical Hemodynamics**, Elsevier Saunders; Philadelphia, Cap. 8, p. 128, 2008.

RAMOS, P.S. *et al.* Acute hemodynamic and electrocardiographic responses to a session of inspiratory muscle training in cardiopulmonary rehabilitation. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 51, n. 6, p. 773-9, Dec 2015.

RAMSOOK, A. H. *et al.* Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle electromyography and dyspnea during exercise in healthy men. **Journal of applied physiology**, v. 122, n. 5, p. 1267-1275, May 1 2017.

RODRIGUES, F. *et al.* Autonomic changes in young smokers: acute effects of inspiratory exercise. **Clinical Autonomic Research**. v. 23, n. 4, p. 201-7, Aug 2013.

ROSENTHAL, J. A. Qualitative Descriptors of Strength of Association and Effect Size. **Journal of social service research**, v. 21, n. 4, 1996.

RUSKIN, J. *et al.* Pressure-flow studies in man: effect of respiration on left ventricular stroke volume. **Circulation**, v. 48, n. 1, p. 79-85, Jul 1973.

SALES, A. T. *et al.* Respiratory muscle endurance after training in athletes and non-athletes: A systematic review and meta-analysis. **Physical therapy in sport**, v. 17, p. 76-86, Jan 2016.

SASAKI, M.; KUROSAWA, H.; KOHZUKI, M. Effects of inspiratory and expiratory muscle training in normal subjects. **Journal of the Japanese Physical Therapy Association**, v. 8, n. 1, p. 29-37, 2005.

SANGTHONG, B. *et al.* Breathing Training for Older Patients with Controlled Isolated Systolic Hypertension. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 9, p. 1641-7, Sep 2016.

SCHNAIDER, J. *et al.* Influência da força muscular respiratória pré-operatória na evolução clínica após cirurgia de revascularização do miocárdio. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 1, p. 52-57, Jan/Mar 2010.

SEALS, D. R.; DINENNO, F. A. Collateral damage: cardiovascular consequences of chronic sympathetic activation with human aging. **American journal of physiology. Heart and circulatory physiology**, v. 287, n. 5, H1895-905, Nov 2004.

SHABETAI, R.; NOBLE, O. F.; MOSCHE, G. The effects of respiration on aortic pressure and flow. **American Heart Journal**, v. 65, n. 4, p. 525-533, Apr 1963.

SILVA, M. S.; MOSTARDA, C.; LOPES, G. S. Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Modulation in Elderly Patients with Insulin Resistance. **Journal of Diabetes Science and Technology**, v. 7, n. 6, p. 1654-1656, Nov 2013.

SILVA, M.S. *et al.* Inspiratory training increases insulin sensitivity in elderly patients. **Geriatrics & gerontology international**, v.12, n. 2, p. 345–351, Apr 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. VI Diretrizes brasileiras de hipertensão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 1, supl 1, p. 1-51, 2010.

SOUZA, H. *et al.* Effects of Inspiratory Muscle Training in Elderly Women on Respiratory Muscle Strength, Diaphragm Thickness and Mobility. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 69, n. 12, p. 1545-53, Dec 2014.

UBOLSAKKA-JONES, C. *et al.* The effect of slow-loaded breathing training on the blood pressure response to handgrip exercise in patients with isolated systolic hypertension. **Hypertension research: official journal of the Japanese Society of Hypertension**, doi: 10.1038/hr.2017.54., Apr 20, 2017.

UNITED NATIONS. **World economic and social survey 2007: development in an ageing world**. New York: United Nations; R. 1, 2007.

V DIRETRIZES DE MONITORIZAÇÃO AMBULATORIAL DA PRESSÃO ARTERIAL (MAPA) e III Diretrizes de Monitorização Residencial da Pressão Arterial (MRPA) **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**; v. 97, n. 3, supl. 3, p. 1-24, Sep 2011

VRANISH, J. R.; BAILEY, E. F. Inspiratory Muscle Training Improves Sleep and Mitigates Cardiovascular Dysfunction in Obstructive Sleep Apnea. **Sleep**, v. 39, n. 6, p. 1179-85, Jun 1 2016.

\_\_\_\_\_. Daily respiratory training with large intrathoracic pressures, but not large lung volumes, lowers blood pressure in normotensive adults. **Respiratory physiology and neurobiology**, v. 216, p. 63-9, Sep 15 2015.

WATSFORD, M.; MURPHY, A. The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. **Journal of aging and physical activity**, v.16, n. 3, p. 245-60, Jul 2008.

WOODS, S. L. *et al.* **Enfermagem em cardiologia**. 4. ed. Barueri, SP. Manole, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Technical report series 894: "**Obesity: preventing and managing the global epidemic**". World Health Organization technical report series, Geneva, 2000.

\_\_\_\_\_. **What can I to avoid a heart attack or stroke?** Disponível em: <<http://www.who.int/features/qa/27/en/>, 2005>. Acesso em 06 jan 2017.

ZANONI, C. T. Efeitos do treinamento muscular inspiratório em universitários tabagistas e não tabagistas. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 147-52, Apr/Jun 2012