

**ROSEANE SANTO RODRIGUES**

**RELAÇÃO DA EFICIÊNCIA VENTILATÓRIA E DA FUNÇÃO  
PULMONAR DE REPOUSO COM A CAPACIDADE  
FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA  
CARDÍACA**

**Belo Horizonte**

**2014**

**ROSEANE SANTO RODRIGUES**

**RELAÇÃO DA EFICIÊNCIA VENTILATÓRIA E DA FUNÇÃO  
PULMONAR DE REPOUSO COM A CAPACIDADE  
FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA  
CARDÍACA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Área de concentração:** Desempenho Funcional Humano

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Rodrigues Britto

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giane Amorim  
Ribeiro Samora

**Belo Horizonte**

**2014**

*Aos meus grandes mestres:*

*Ivahy e Sônia Mary*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar minha caminhada e estar sempre presente nas incertezas da minha vida, colocando em meu caminho pessoas que são o reflexo dessa conquista!

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Rodrigues Britto, pela confiança, paciência, apoio e ensinamentos. Mesmo por um período à distância, me trouxe serenidade nos momentos de dificuldades e se fez presente na minha jornada. Obrigada por ter acreditado em mim desde a graduação e por ter me possibilitado despertar o interesse pela pesquisa. Levarei sempre comigo o seu exemplo de profissional capacitada e conduta ética.

A minha coorientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giane Amorim Ribeiro Samora, pela competência, amizade e incentivo constante. Obrigada pelas valiosas lições acadêmicas e de vida. Você tem uma grande admiradora!

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Danielle Aparecida Gomes Pereira, que sempre me acolheu e contribuiu para minha formação. Obrigada pela colaboração constante!

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Verônica Parreira, pelo auto-astrol e incentivo a busca pelos sonhos. Obrigada por tudo!

Ao prof. Dr. Marcelo Velloso, pelo semblante sempre tranquilo e ajuda dispensada desde o início.

As *labgilrs* Dayane Montemezzo, Fabiana Damasceno, Mariana Coutinho, Ana Carolina Ferreira, Bruna Vieira, Aline Andrioni, Otávia Vieira, Liliane Mendes, Luisa Amaral, Mariana Hoffmann e as associadas do LabCare Raquel Lana e Janaine Cunha, pela boa convivência, por me socorrerem em momentos de sufoco e participarem também de boas risadas. Ao Hugo Alves, pelo empenho, disposição em ajudar e parceria nas coletas de dados.

Aos colegas de mestrado, em especial a Cintia Jardim, amiga desde a graduação e que sempre esteve ao meu lado, me apoiando em questões pessoais e relacionadas ao meu projeto de mestrado. Obrigada pelo carinho, parceria e descontração!

Aos voluntários da pesquisa, obrigada pela disponibilidade e paciência, durante nossos encontros. Vocês foram fundamentais neste processo!

Aos funcionários da Escola, principalmente a Marilane, Eni, Margaret e Toninha pela atenção e ajuda constante. Meu muito obrigada!

Ao cardiologista, Dr. João Antônio da Silva Júnior, pela disponibilidade, contribuição e dedicação para este trabalho. Com sua ajuda foi possível vencer muitas barreiras!

A Leandra de Albuquerque, por ter facilitado o meu encontro com muitos dos pacientes. A Ana Carolina Starke, pela disponibilidade e por acelerar o enfrentamento de alguns obstáculos nos serviços vinculados a Universidade.

A minha família: mamãe, papai, minhas lindas irmãs Li e Taty, e meu “cunhado-irmão” Glayd, obrigada pela torcida e apoio constante, amor e participação nas minhas escolhas e conquistas. Desculpem-me pela ausência em tantos momentos... Amo muito vocês!

Ao meu amor, Alexandre, por tentar tornar cada dificuldade um pequeno detalhe. Você foi quem mais ouviu cada dificuldade a superar para chegar até aqui e isso mostra o quão importante você é para mim!

Aos amigos da vida, em especial Jordana e Gustavo, Luiza e Thiago, Lene e Henrique, Virgínia e Luis Filipe, Nele e Filipe, Renata e Bete, vocês sempre fizeram meu dia a dia e também meus momentos de descanso mais divertidos.

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, muito obrigada!

*“As coisas que são impossíveis aos homens são possíveis para o Senhor Deus.” (Passagem Bíblica\_Lucas 18:27)*

## RESUMO

O prejuízo da função cardíaca, representado pela redução do débito cardíaco, é considerado um importante determinante da intolerância ao exercício, ineficiência ventilatória e dispneia observada em indivíduos com insuficiência cardíaca (IC). O padrão ouro para avaliação do estado funcional e comprometimento ventilatório em pacientes com IC é o teste de esforço cardiopulmonar (TECP). Na impossibilidade de se realizar esse teste, o estado funcional é também avaliado por teste ergométrico, testes de esforço submáximo ou mesmo estimado por meio de questionários. No entanto, na ausência do TECP, a avaliação do comprometimento ventilatório geralmente não é realizada. Com a intenção de identificar possíveis instrumentos que também contribuam para essa avaliação, os objetivos deste estudo foram: 1) identificar a associação das variáveis ventilatórias fornecidas pelo TECP com a capacidade funcional máxima de forma a eleger as variáveis mais sugestivas de relação com a capacidade de exercício, 2) avaliar a relação entre variáveis obtidas por diferentes métodos de avaliação da capacidade funcional (máxima e submáxima), desempenho estimado e capacidade ventilatória (função pulmonar, incluindo a força muscular inspiratória, e eficiência durante o exercício) em pacientes com IC, comparando com indivíduos saudáveis e 3) a partir do objetivo anterior, identificar outros instrumentos e medidas que apresentam boa relação com variáveis ventilatórias obtidas pelo método padrão ouro. Vinte e oito indivíduos com IC classes I a III da *New York Heart Association* (grupo IC - GIC) e 28 saudáveis (grupo controle - GC), média de idade  $44,93 \pm 9,69$  e  $40,18 \pm 10,78$  anos, respectivamente, realizaram TECP em esteira eletrônica com protocolo em rampa (teste máximo) e teste de caminhada de seis minutos (teste submáximo). Em um estudo piloto, 15 destes voluntários (8 GIC e 7 GC) foram submetidos também a avaliação pela espirometria, manovacuometria digital e responderam o questionário *Duke Activity Status Index*. Para comparação entre os grupos, foram utilizados os testes *t* de Student ou *Mann Whitney*. Foram realizadas correlações de *Pearson* ou *Spearman*. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (Parecer CAAE-14833213.3.0000.5149). Conforme esperado, foram encontrados piores índices de capacidade funcional máxima e submáxima e de eficiência ventilatória no GIC

( $p < 0,001$ ). Foram observadas correlações da capacidade funcional máxima com as variáveis equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) ( $r = -0,48$ ;  $p = 0,009$ ), eficiência do consumo de oxigênio (*oxygen uptake efficiency slope*\_OUES) ( $r = 0,83$ ;  $p < 0,0001$ ), pulso de oxigênio ( $VO_2/FC$ ) ( $r = 0,60$ ;  $p = 0,001$ ) e pressão parcial expirada de dióxido de carbono ( $PETCO_2$ ) ( $r = 0,42$ ;  $p = 0,026$ ) nos pacientes com IC. Também foram observadas correlações entre a capacidade funcional submáxima e as variáveis  $VE/VCO_2$  ( $r = -0,48$ ;  $p = 0,010$ ), OUES ( $r = 0,46$ ;  $p = 0,015$ ) e  $PETCO_2$  ( $r = 0,43$ ;  $p = 0,022$ ) nesse mesmo grupo de pacientes. Valores mais baixos de pressão inspiratória máxima ( $PI_{max}$ ) foram observados no GIC ( $p < 0,0001$ ). Embora sem significância estatística ( $p = 0,067$ ), valores mais baixos da função pulmonar também foram observados no GIC. Também foram observadas correlações entre as variáveis espirométricas (capacidade vital forçada - CVF e volume expiratório forçado no primeiro segundo -  $VEF_1$ ) e a medida de capacidade máxima ( $r = 0,76$ ;  $p = 0,029$  e  $r = 0,83$ ;  $p = 0,010$ , respectivamente); entre a  $PI_{max}$  e a capacidade submáxima ( $r = 0,87$ ;  $p = 0,005$ ); bem como, do  $VE/VCO_2$  e o  $PETCO_2$  com o desempenho predito ( $r = -0,95$ ;  $p < 0,0001$  e  $r = 0,90$ ;  $p = 0,002$ , respectivamente), em indivíduos com IC. Destacam-se as correlações de elevada magnitude das variáveis CVF,  $VEF_1$  e  $PI_{max}$  com o  $VE/VCO_2$  ( $r = -0,71$ ;  $p = 0,047$ ;  $r = -0,71$ ;  $p = 0,047$  e  $r = -0,74$ ;  $p = 0,035$ , respectivamente), e entre o  $VEF_1$  e o OUES ( $r = 0,74$ ;  $p = 0,036$ ), no subgrupo GIC. No subgrupo de indivíduos saudáveis, foram observadas boas associações das variáveis espirométricas (CVF e  $VEF_1$ ) com o OUES ( $r = 0,89$ ;  $p = 0,007$  e  $r = 0,87$ ;  $p = 0,011$ , respectivamente) e com o  $VO_2/FC$  ( $r = 0,96$ ;  $p = 0,001$  e  $r = 0,76$ ;  $p = 0,047$ , respectivamente). O índice  $PETCO_2$  não apresentou relação com nenhuma das medidas ventilatórias de repouso. Em conjunto, esses dados sugerem que a associação das avaliações da capacidade submáxima, desempenho estimado e da função pulmonar (incluindo a força muscular inspiratória) podem ser utilizadas para otimizar a triagem, diagnóstico e tratamento do comprometimento ventilatório em pacientes com IC, principalmente na ausência de acesso ao teste de esforço cardiopulmonar máximo.

**Palavras chave:** Eficiência ventilatória. Função pulmonar. Força muscular inspiratória. Capacidade funcional. Insuficiência cardíaca.

## ABSTRACT

The injury of cardiac function, characterized by reduced cardiac output, is considered an important determinant of exercise intolerance, ventilatory inefficiency and dyspnea in patients with heart failure (HF). The gold standard tool to evaluate the functional state and ventilatory damage in patients with HF is the cardiopulmonary exercise test (CPET). The functional state is also evaluated by ergometric test, submaximal effort tests or estimated by questionnaires, especially when is impossible to apply the CPET. However, the evaluation of ventilatory damage is not frequently achieved if the CPET is not available. To identify possible instruments that may contribute to this evaluation, the purposes of this study were: 1) to identify the association of ventilatory variables from CPET with maximal functional capacity to select the best suggestive variables of relation with exercise capacity, 2) to evaluate the relation between variables gotten by different methods of functional capacity (maximal and submaximal), estimated performance and ventilatory capacity (pulmonary function, including the inspiratory muscular strength, and efficiency during exercise) in patients with HF, and compare to healthy subjects and 3) from previous objective, identify other instruments and measures that present good relation with ventilatory variables from gold standard method. Twenty eight patients with HF classes I to III of New York Heart Association (heart failure group - GHF) and 28 healthy subjects (control group - GC), age  $44.93 \pm 9.69$  and  $40.18 \pm 10.78$  years, respectively, did a CPET in an electronic treadmill with ramp protocol (maximal test) and a six minute walk test (submaximal test). In a pilot study, 15 of these participants (8 GHF e 7 GC) were also submitted to a spirometry test, a digital manovacuometry and answered the Duke Activity Status Index questionnaire. Comparing the groups, the Student's t-test or Mann Whitney test were used. Correlations of Pearson or Spearman were performed. Significant level was set at  $p < 0.05$ . The Ethics Committee of Research of UFMG (Appear CAAE-14833213.3.0000.5149) approved this study. Statistics differences in values of maximal and submaximal functional capacity, ventilatory efficiency indices, cardiac function and maximal inspiratory pressure were observed between GIC and GC ( $p < 0.001$ ). As expected, worse indices of maximal and submaximal functional capacity and ventilatory efficiency were observed in GIC subjects ( $p < 0.001$ ). Correlations between maximal functional capacity and oxygen

uptake efficiency slope ( $VE/VCO_2$ ) ( $r=-0.48$ ;  $p=0.009$ ), oxygen uptake efficiency slope (OUES) ( $r=0.83$ ;  $p<0.0001$ ), oxygen pulse ( $VO_2/FC$ ) ( $r=0.60$ ;  $p=0.001$ ) and end-tidal carbon dioxide partial pressure ( $PETCO_2$ ) ( $r=0.42$ ;  $p=0.026$ ) were found in patients with HF. Correlations between submaximal functional capacity and  $VE/VCO_2$  ( $r=-0.48$ ;  $p=0.010$ ), OUES ( $r=0.46$ ;  $p=0.015$ ) and  $PETCO_2$  ( $r=0.43$ ;  $p=0.022$ ) were also observed in this group of patients. Smaller values of maximal inspiratory pressure (MIP) were observed in GIC ( $p<0.0001$ ). Although there was no statistical significance ( $p=0.067$ ), smaller values of pulmonary function were also observed in GIC. Correlations between spirometric variables (forced vital capacity - FVC and forced expiratory volume in 1 second -  $FEV_1$ ) and the maximal capacity ( $r=0.76$ ;  $p=0.029$  and  $r=0.83$ ;  $p=0.010$ , respectively); MIP and submaximal capacity ( $r=0.87$ ;  $p=0.005$ );  $VE/VCO_2$  and  $PETCO_2$  with estimated performance ( $r=-0.95$ ;  $p<0.0001$  and  $r=0.90$ ;  $p=0.002$ , respectively) were observed in subjects with HF. A high magnitude correlation between the variables FVC,  $FEV_1$  and MIP with  $VE/VCO_2$  ( $r=-0.71$ ;  $p=0.047$ ;  $r=-0.71$ ;  $p=0.047$  and  $r=-0.74$ ;  $p=0.035$ , respectively), and between  $FEV_1$  and OUES ( $r=0.74$ ;  $p=0.036$ ) were found in the GIC subgroup. In the subgroup of healthy subjects, good relation of spirometric variables (FVC and  $FEV_1$ ) with OUES ( $r=0.89$ ;  $p=0.007$  and  $r=0.87$ ;  $p=0.011$ , respectively) and  $VO_2/FC$  ( $r=0.96$ ;  $p=0.001$  and  $r=0.76$ ;  $p=0.047$ , respectively) was observed. No association was observed between  $PETCO_2$  index and rest ventilatory variables. Together, these data suggest that the association of submaximal capacity, estimated performance and pulmonary function (including the inspiratory muscular strength) is a possibility to optimize the screen, diagnosis and treatment of ventilatory damage in patients with HF, mainly when the cardiopulmonary exercise test is not available.

**Keywords:** Ventilatory efficiency. Pulmonary function. Inspiratory muscular strength. Functional capacity. Heart failure.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

1 Procedimentos realizados no estudo .....	26
2 Ilustração de um teste de esforço cardiopulmonar .....	27
3 Ilustração do analisador de gases <i>Medical Graphics® CPX Ultima, USA</i> .....	28
4 Escala de Borg Modificada .....	29
5 Ilustração da realização de um teste de caminhada de seis minutos..	32
6 Espirômetro <i>Pony FX®, Cosmed, Roma, Itália</i> .....	33
7 Exemplo de registro da espirometria, utilizando o <i>software Cosmed</i>	34
8 Manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, BH-MG, Brasil) ...	37
9 Exemplo de registro de pressão inspiratória máxima, utilizando a interface gráfica MANOVAC 3.0 .....	38

### LISTA DE QUADROS

1 Classificação da IC: ACC/AHA vs NYHA	15
--	----

### LISTA DE TABELAS

#### Artigo

1 Características físicas e clínicas dos voluntários do estudo (n=56) ....	67
2 Correlações entre variáveis ventilatórias e cardíacas obtidas durante o teste de esforço cardiopulmonar e a capacidade funcional máxima e submáxima dos voluntários do estudo (n=56) .....	68
3 Características físicas e clínicas dos voluntários que participaram da avaliação pulmonar específica (subgrupos GIC e GC, n=15) .....	69
4 Correlações da função pulmonar (incluindo a pressão inspiratória máxima) e das variáveis ergoespirométricas com a capacidade funcional máxima, submáxima e desempenho estimado dos voluntários que participaram da avaliação pulmonar específica .....	71
5 Correlações entre variáveis ergoespirométricas e variáveis da função pulmonar (incluindo a pressão inspiratória máxima) (n=15) .....	72

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b> .....	<b>13</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>21</b>
1.1.1 Objetivo principal .....	21
1.1.2 Objetivos específicos .....	21
<b>2 MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1 Delineamento do estudo</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2 Aspectos éticos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3 Locais de realização</b> .....	<b>23</b>
<b>2.4 Amostra</b> .....	<b>23</b>
2.4.1 Participantes .....	23
2.4.2 Critérios de inclusão para ambos os grupos .....	23
2.4.3 Critérios de inclusão específicos para indivíduos com insuficiência cardíaca .....	24
2.4.4 Critérios de exclusão para ambos os grupos .....	24
2.4.5 Cálculo amostral .....	25
<b>2.5 Procedimentos e coleta de dados</b> .....	<b>25</b>
2.5.1 Avaliações para caracterização da amostra .....	26
2.5.2 Teste de esforço cardiopulmonar .....	26
2.5.3 Teste de caminhada de seis minutos .....	30
2.5.4 Espirometria .....	33
2.5.5 Manovacuometria digital .....	35
2.5.6 Questionário <i>Duke Activity Status Index</i> .....	39
2.5.7 Questionário Perfil de Atividade Humana .....	40
<b>2.6 Variáveis estudadas</b> .....	<b>41</b>
<b>2.7 Análise estatística</b> .....	<b>42</b>
<b>3 ARTIGO</b> .....	<b>43</b>

<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
	APÊNDICE A Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	86
	APÊNDICE B Ficha de avaliação_dados clínicos dos participantes .....	88
	APÊNDICE C Ficha de avaliação_teste de esforço cardiopulmonar .....	90
	APÊNDICE D Ficha de avaliação_teste de caminhada de seis minutos .....	92
	APÊNDICE E Ficha de avaliação_espirometria e manovacuometria digital .....	94
	ANEXO A Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG .....	96
	ANEXO B Parecer da Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão do HC-UFMG .....	97
	ANEXO C Parecer consubstanciado do serviço de Cardiologia do HC-UFMG ..	98
	ANEXO D <i>Duke Activity Status Index</i> .....	99
	ANEXO E Perfil de Atividade Humana .....	100
	ANEXO F Normas para publicação na Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia .....	102
	<b>MINICURRÍCULO .....</b>	<b>114</b>

## PREFÁCIO

A estrutura deste trabalho foi organizada em nove partes, de acordo com as normas estabelecidas pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A primeira parte apresenta uma introdução do estudo, composta por revisão bibliográfica e problematização do tema, justificativa e hipóteses. Na segunda parte, são apresentados os objetivos do estudo e, na terceira, por sua vez, é apresentada uma descrição detalhada do método utilizado para realização do trabalho. A quarta parte é composta pelo artigo intitulado *Relação da função pulmonar no esforço e repouso com a capacidade funcional na insuficiência cardíaca*, em que os resultados e a discussão são apresentados. Esse artigo foi redigido e estruturado de acordo com as normas adotadas pela *Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia* e será enviado para publicação, após a apresentação da dissertação. Na quinta parte do trabalho, são apresentadas as considerações finais relacionadas aos resultados encontrados. A sexta parte apresenta todas as referências bibliográficas referentes ao estudo, dispostas em ordem alfabética de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os apêndices e anexos encontram-se nas seções sete e oito, respectivamente. Por fim, o minicurrículo da mestrandia com atividades acadêmicas e produção científica é apresentado na nona seção.

## 1 INTRODUÇÃO

A Insuficiência Cardíaca (IC) é descrita como uma síndrome complexa de caráter sistêmico e prognóstico reservado, caracterizada por uma incapacidade primária do coração em manter um débito cardíaco (DC) adequado para atender às demandas teciduais, associada a uma inabilidade tecidual secundária em utilizar o oxigênio ofertado (BOCCHI *et al.*, 2012). Trata-se de uma condição de saúde relativamente comum, sendo o estágio final da maior parte das doenças que agridem o coração (DOWNING; BALADY, 2011).

A IC é uma condição clínica endêmica em todo o mundo, de alto custo, incapacitante e com mortalidade elevada, representando um grave problema de saúde pública (BOCCHI *et al.*, 2012). O impacto econômico da doença é elevado para o sistema de saúde; sendo que, em indivíduos com mais de 65 anos, a IC representa a terceira maior causa geral de internação e a primeira causa entre as doenças cardiovasculares. Além disso, no Brasil, entre janeiro e novembro de 2013, houve aproximadamente 214.000 internações, retratando um gasto médio de 280 milhões de reais, devido a essa condição clínica (DATASUS, 2013).

A IC tem sido classicamente categorizada com base na intensidade de sintomas observados no exame clínico e na sintomatologia apresentada durante o esforço, que se constituem principalmente em fadiga e dispneia (BOCCHI *et al.*, 2012). Esses sintomas contribuem com a diminuição da capacidade funcional e qualidade de vida, além de ocasionarem dificuldade na execução das atividades diárias (MORAES *et al.*, 2005). A classificação funcional da *New York Heart Association* (NYHA) avalia o efeito sintomático da doença cardíaca, permitindo estratificar o grau de limitação imposto pela doença para atividades cotidianas do indivíduo (BOCCHI *et al.*, 2012; MORAES *et al.*, 2005). Um segundo princípio para classificação da IC relaciona-se à progressão da doença cardíaca e caracteriza-se por quatro estágios, representados na tabela 1 (BOCCHI *et al.*, 2012; BONOW *et al.*, 2005). Essa categorização contribui para definir o tipo de abordagem a ser realizada, seja ela preventiva

(estágios A e B), terapêutica (estágio C) ou paliativa (estágio D) (BOCCHI *et al.*, 2012). A tabela 1 mostra a inter-relação das duas classificações (MORRIS *et al.*, 2005).

**Quadro 1** – Classificação da IC: ACC/AHA vs NYHA

<b>ACC/AHA: Estágios</b>	<b>NYHA: Classes funcionais</b>
A – Elevado risco para IC, sem doença estrutural ou sintomas	Sem classe funcional comparável
B – Com doença estrutural, sem sintomas	I (leve) – Assintomático em atividades habituais
C – Com doença estrutural, com sintomas prévios ou atuais	II (leve) – Sintomas a esforços moderados III (moderado) – Sintomas a mínimos esforços
D – IC refratária, requer intervenção especial	IV (severo) – Sintomas em repouso

Legenda: ACC/AHA - *American College of Cardiology/American Heart Association*; NYHA - *New York Heart Association*; IC - insuficiência cardíaca.

Fonte: adaptado de MORRIS *et al.*, 2005

Estudos recentes (BOCCHI *et al.*, 2012; BELLI *et al.*, 2011; FLYNN *et al.*, 2009; DOWNING; BALADY, 2011) apontam para o comprometimento dos sistemas cardiovascular, pulmonar e musculoesquelético na fisiopatologia da IC. A IC é caracterizada por mecanismos compensatórios à piora da função cardíaca (redução do DC e déficit de perfusão dos tecidos) (PIEPOLI *et al.*, 2010; SEIXAS-CAMBAO; LEITE-MOREIRA, 2009), sendo que estes envolvem todo o organismo (sistemas hemodinâmico, autonômico e neuro-humoral) e tendem compensar o prejuízo da atividade cardíaca. Tais mecanismos são inicialmente benéficos, mas tornam-se falhos em restabelecer a função contrátil adequada, perpetuando e deteriorando ainda mais a função cardíaca (PIEPOLI *et al.*, 2010).

Fisiologicamente, a redução da oferta de oxigênio (O<sub>2</sub>) à musculatura esquelética culmina em alterações periféricas observadas em indivíduos com IC, sendo um dos maiores determinantes do prejuízo da capacidade aeróbia comparado com indivíduos aparentemente saudáveis (PIEPOLI *et al.*, 2010; ARENA *et al.*, 2008).

Estas alterações incluem a caquexia, a diminuição do percentual de fibras tipo I e aumento do tipo IIb, a redução da capacidade oxidativa muscular, o aumento da atividade ergorreflexa, o atenuado aumento do fluxo sanguíneo para os músculos durante o exercício, além da reduzida capacidade vasodilatadora, e estão intimamente relacionadas à piora da capacidade aeróbia e da resposta ventilatória (BOCCHI *et al.*, 2012; BELLI *et al.*, 2011; TROOSTERS *et al.*, 2004; DOWNING; BALADY, 2011).

O processo inflamatório crônico observado na IC pode explicar diversas manifestações clínicas, a gravidade e o prognóstico da doença (MANN, 2002; RAUCHHAUS *et al.*, 2000). Coats *et al.* (1994) propuseram, em 1994, a “Hipótese muscular da IC”, segundo a qual, as alterações degenerativas observadas seriam decorrentes da hipóxia tecidual. Essa resposta, em longo prazo, levaria a um aumento na produção de radicais livres, que é um potente estímulo para a produção de citocinas pró-inflamatórias, como o TNF- $\alpha$  e as interleucinas 1 $\beta$  e IL-6, mediadas pelo fator de transcrição nuclear kappa B (NF-KB). Esse processo iniciaria uma cascata de eventos tanto em nível cardíaco quanto periférico, com o aumento da expressão da enzima *óxido nítrico sintase indutível* (iNOS), apoptose do músculo esquelético e dos cardiomiócitos, remodelamento cardíaco, proliferação celular, caquexia, efeito inotrópico negativo, perda de massa muscular, disfunção endotelial e o aumento da expressão de células de adesão (BLUM, 2009; BOZKURT *et al.*, 2010). Apesar da relação entre IC e inflamação ter sido estabelecida há mais de 20 anos por Levine *et al.* (1990), ao observarem que os pacientes com IC apresentavam níveis elevados de TNF- $\alpha$ , muitos estudos, desde então, têm mostrado que outras citocinas pró-inflamatórias, dentre elas a IL-1, IL-6 e a IL-18, também estão envolvidas neste processo e que os níveis circulantes de TNF- $\alpha$ , IL-6 e dos receptores solúveis de TNF- $\alpha$  (sTNFR1 e sTNFR2) têm sido apontados como preditores de mortalidade nessa população (BOZKURT *et al.*, 2010; CRIMI *et al.*, 2009).

A musculatura respiratória pode ser afetada pela redução do DC na medida em que responde à oxigenação ineficiente com o aumento do trabalho (STASSIJNS *et al.*,

1996). Sequencialmente, o aumento do metabolismo anaeróbio leva à maior produção de lactato sanguíneo e liberação de íons  $H^+$ . Esse lactato circulante é tamponado pelo sistema bicarbonato ( $H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow H_2CO_3$ ) e resulta na produção de dióxido de carbono\_  $CO_2$  ( $H_2CO_3 \leftrightarrow CO_2 + H_2O$ ), que estimula o centro respiratório, com consequente aumento da ventilação (STASSIJNS *et al.*, 1996; WILSON; MANCINI, 1992). Foram observados maiores níveis de ventilação minuto (VE) e aumento da frequência respiratória (f) em indivíduos com IC, durante o exercício progressivo, quando comparados aos indivíduos saudáveis (DIMOPOULOU *et al.*, 2001).

A mudança na fisiologia pulmonar contribui para a intolerância ao exercício, ineficiência ventilatória e sensação de dispneia observada em pacientes com IC (PIEPOLI *et al.*, 2010). As alterações hemodinâmicas também envolvem a elevação das pressões pulmonar e venosa sistêmica, que progredem para a lesão alvéolo capilar, disfunção pulmonar, mudanças nas propriedades dos músculos respiratórios, bem como o desenvolvimento de anormalidades nas trocas de gases (inadequada relação ventilação/perfusão), durante o exercício incremental (PIEPOLI *et al.*, 2010; BOCCHI *et al.*, 2012; SERRA, 2012).

Em relação aos volumes pulmonares, foi demonstrado que a capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e volume expiratório final podem estar reduzidos nos indivíduos com IC (DIMOPOULOU *et al.*, 2001; AMBROSINO *et al.*, 1994). Situações de congestão pulmonar, edema, redução da capacidade de difusão alveolar e a cardiomegalia apresentada por alguns destes pacientes são as prováveis causas de limitação da expansibilidade pulmonar e podem contribuir para o surgimento de distúrbio ventilatório restritivo ou alterações relacionadas às trocas gasosas, contribuindo para intolerância ao esforço (AMBROSINO *et al.*, 1994; OLSON *et al.*, 2007).

Estudos histológicos indicam alterações fisiológicas e mecânicas dos músculos respiratórios (como hipotrofia e redução de força muscular expressa por meio das

pressões respiratórias máximas), de indivíduos com IC e sugerem que essa condição esteja relacionada à limitação destes pacientes para a realização de atividades cotidianas (FORGIARINI JUNIOR *et al.*, 2007; MEYER *et al.*, 2001; HUGHES *et al.*, 1999; STASSIJNS *et al.*, 1996; NISHIMURA *et al.*, 1994). As disfunções da musculatura esquelética e respiratória têm sido descritas como um estado de comorbidade, refletindo o impacto sistêmico da IC (MANCINI *et al.*, 1992; MEYER *et al.*, 2000).

Alguns estudos descrevem também a associação entre redução de força e *endurance* muscular respiratória e redução da capacidade funcional e qualidade de vida, com pior prognóstico em indivíduos com IC (RIBEIRO *et al.*, 2012; HAMMOND *et al.*, 1990; MANCINI *et al.*, 1994). A literatura aponta que alterações dos volumes pulmonares possam levar à modificação do posicionamento dos músculos inspiratórios, contribuindo para a fraqueza muscular e conseqüente piora do padrão ventilatório desses pacientes (EVANS *et al.*, 1995).

A ergoespirometria é considerada padrão ouro para avaliar a capacidade funcional expressa pelo consumo de oxigênio medido no pico de esforço ( $VO_2$  pico) (ARENA *et al.*, 2011; ARENA *et al.*, 2008). Esse exame também é utilizado para caracterizar o padrão ventilatório durante o exercício, a partir de índices que ditam sobre a função e eficiência ventilatória de um indivíduo, como equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ), eficiência do consumo de oxigênio (*oxygen uptake efficiency slope*\_OUES) e pressão parcial expirada de dióxido de carbono ( $PETCO_2$ ) (ARENA *et al.*, 2011; ARENA *et al.*, 2008). Esses índices são utilizados para avaliar prognóstico e apresentam relação com a capacidade funcional máxima e/ou submáxima, considerando indivíduos com IC (ANTOINE-JONVILLE *et al.*, 2012; AKKERMAN *et al.*, 2010; GUAZZI *et al.*, 2009; MYERS *et al.*, 2009; MARINOV *et al.*, 2008; MATSUMOTO *et al.*, 2000; CAHALIN *et al.*, 1996).

Em relação ao prognóstico, a variável OUES ( $VO_{2pico}$  (L/min) =  $m (\log_{10}VE) + b$ , em que  $m = OUES$  e  $b$  é uma constante) (BABA, 2000) foi recentemente descrita como

uma medida não linear da resposta ventilatória ao exercício, mas ainda é pouco avaliada em pacientes com IC e conseqüentemente ainda são poucos estudos que demonstram sua utilidade prognóstica. Davies *et al.* (2006) consideram que o OUES representa pior prognóstico se menor do que 1,47 L/min. Por outro lado, já existem mais estudos sobre prognóstico em relação ao  $VO_2$  pico e VE/ $VCO_2$  slope (DAVIES *et al.*, 2006). Valores de VE/ $VCO_2$  slope maiores do que 34 mL/Kg/min e PETCO<sub>2</sub> abaixo de 36 mmHg são considerados como determinantes de pior prognóstico nesses indivíduos (ARENA *et al.*, 2011; SARULLO *et al.*, 2010; MYERS *et al.*, 2009).

Algumas variáveis ventilatórias obtidas por meio da ergoespirometria apresentam relação com a capacidade funcional expressa pelo  $VO_2$  pico e pela distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (DTC6) em indivíduos com IC (ANTOINE-JONVILLE *et al.*, 2012; AKKERMAN *et al.*, 2010; GUAZZI *et al.*, 2009; MYERS *et al.*, 2009; MARINOV *et al.*, 2008; MATSUMOTO *et al.*, 2000; CAHALIN *et al.*, 1996).

O nível de capacidade funcional pode determinar o grau de limitação imposto pela doença, além de ser um fator de diagnóstico, estratificação de risco, prognóstico e um forte preditor de mortalidade (ARENA *et al.*, 2007; SNADER *et al.*, 1997). O método padrão ouro para avaliar a capacidade funcional de forma direta é o teste de esforço cardiopulmonar com mensuração dos gases expirados (TECP) ou ergoespirometria, sendo que este fornece informações valiosas sobre o comportamento ventilatório de um indivíduo. Apesar das medidas do TECP serem as mais precisas, seu uso na prática clínica é limitado e nem sempre se encontra disponível, principalmente quando é necessário o acompanhamento do indivíduo por um longo período, como nos programas de reabilitação cardíaca (MYERS, 2006). A infraestrutura necessária para o teste, o elevado custo do equipamento, a necessidade de uma equipe especializada e treinada são fatores que dificultam seu uso rotineiro. Além disso, nos programas de treinamento físico e ventilatório, geralmente é necessário realizar avaliações regulares e nem sempre é possível repetir o TECP com mais frequência. Diante disso, alternativas de avaliação indireta do estado funcional desses pacientes têm sido propostas, como o teste de esforço

máximo sem a mensuração dos gases expirados, testes de esforço submáximos e também escalas ou questionários (MYERS *et al.*, 2006; FLEG *et al.*, 2000; CHRYSSANTHOPOULOS *et al.*, 2005).

Considerando a importância clínica de determinar o comprometimento ventilatório de pacientes com IC, principalmente em casos de acesso restrito ao TECP, métodos como a prova de função pulmonar de repouso, a capacidade de esforço submáxima e a estimativa da capacidade aeróbia também permitem uma avaliação clinicamente válida e bem direcionada para compreensão dos aspectos funcionais, de qualidade de vida e limitação ao exercício de indivíduos com a doença (PIEPOLI *et al.*, 2010). Esses meios de avaliação contribuem para triagem, diagnóstico clínico e tomada de decisão no planejamento mais completo da abordagem de indivíduos com IC que apresentem diferentes limitações ao esforço, incluindo uma análise mais específica da capacidade ventilatória.

Os testes submáximos de exercício são reconhecidos na literatura como forma efetiva de avaliar a capacidade funcional de indivíduos com IC, sendo inclusive citados em consensos e *guidelines* (BOCCHI *et al.*, 2012). No entanto, a avaliação da função pulmonar de repouso ainda é pouco utilizada na prática clínica e não é considerada nos consensos. Nesse sentido, o presente estudo teve a intenção de identificar outros instrumentos e medidas que apresentam boa relação com variáveis ventilatórias obtidas pelo TECP.

A hipótese definida como base desta dissertação de mestrado é que há relação da função pulmonar (incluindo a pressão inspiratória máxima - P<sub>I</sub>max), da capacidade funcional submáxima e do desempenho estimado com a eficiência ventilatória medida por meio do TECP. Essa condição deve se diferir entre pacientes com IC e saudáveis, sendo a associação mais acentuada nos indivíduos com a doença.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a relação da função pulmonar (incluindo a P<sub>I</sub>max), da capacidade funcional submáxima e do desempenho estimado com a capacidade ventilatória máxima de indivíduos com IC.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar a capacidade funcional máxima, submáxima e o desempenho estimado de indivíduos com IC com indivíduos saudáveis.
- Verificar a associação de algumas variáveis obtidas a partir da ergoespirometria sobre a capacidade funcional máxima, submáxima e o desempenho estimado pelo questionário *Duke Activity Status Index* (DASI) em indivíduos com IC.
- Avaliar a função pulmonar (incluindo a P<sub>I</sub>max) e o desempenho funcional estimado pelo questionário DASI em indivíduos com IC e saudáveis.

## **2 MATERIAIS E MÉTODO**

### **2.1 Delineamento do estudo**

Estudo do tipo observacional transversal. Como parte de um estudo mais amplo de avaliação das capacidades máximas e submáximas de exercício, envolvendo indivíduos com IC e saudáveis que foram submetidos ao TECP e ao teste de caminhada de seis minutos (TC6), foram identificadas as variáveis ventilatórias que apresentaram melhor relação com a capacidade submáxima de exercício. Subgrupos de pacientes com IC e saudáveis foram submetidos à avaliação da função pulmonar (incluindo a P<sub>I</sub>max) para relacionar com as variáveis ventilatórias obtidas pelo TECP.

### **2.2 Aspectos éticos**

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob o parecer CAAE – 14833213.3.0000.5149, disponível no ANEXO A, pela Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão (DEPE) do HC/UFMG, disponível no ANEXO B, e também pelo Setor de Cardiologia do Hospital das Clínicas da UFMG (ANEXO C).

Os participantes do estudo foram informados e instruídos quanto aos procedimentos das coletas, sendo essas realizadas somente após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no APÊNDICE A.

## **2.3 Locais de realização**

As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare), do Departamento de Fisioterapia, localizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (EEFFTO/UFMG).

## **2.4 Amostra**

### **2.4.1 Participantes**

A amostra foi constituída de indivíduos com IC (grupo IC - GIC) e saudáveis (grupo controle - GC), de ambos os sexos e diferentes etnias. Ambos os grupos foram recrutados de modo não probabilístico, a partir de contato com médicos cardiologistas da rede hospitalar e ambulatorial da região metropolitana de Belo Horizonte/MG e/ou na comunidade. Os indivíduos do GC foram eleitos devido à similaridade das características idade, peso, altura e IMC com o GIC.

### **2.4.2 Critérios de inclusão para ambos os grupos**

- Idade entre 25 e 59 anos;
- Apresentar Índice de Massa Corporal (IMC)  $< 30 \text{ Kg/m}^2$ .

### 2.4.3 Critérios de inclusão específicos para indivíduos com IC

- Fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) em repouso  $\leq 45\%$ , estimada pelo método de Simpson (BOCCHI *et al.*, 2012; CAMAROZANO *et al.*, 2009);
- IC clinicamente diagnosticada há, no mínimo, seis meses;
- Estabilidade clínica há, pelo menos, um mês antes do início do estudo e sob tratamento farmacológico otimizado;
- Pertencer ao estágio C de IC (BONOW *et al.*, 2005).

### 2.4.4 Critérios de exclusão para ambos os grupos

- Apresentar história de doença pulmonar, angina instável, arritmias não controladas ou doença arterial obstrutiva periférica;
- Apresentar insuficiência renal ou disfunções ortopédicas e neurológicas limitantes à realização de exercício físico;
- Tabagistas;
- Não atingir critérios que definem o teste de esforço como máximo (WEISMAN *et al.*, 2003);
- Apresentar saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) menor do que 85%, durante os testes;

- Apresentar qualquer tipo de intercorrência, como gripe e/ou resfriado, internação hospitalar e alterações na prescrição de medicamentos entre a realização do TECP e do TC6;
- Pertencer à classe funcional IV da NYHA, para pacientes com IC.

#### **2.4.5 Cálculo amostral**

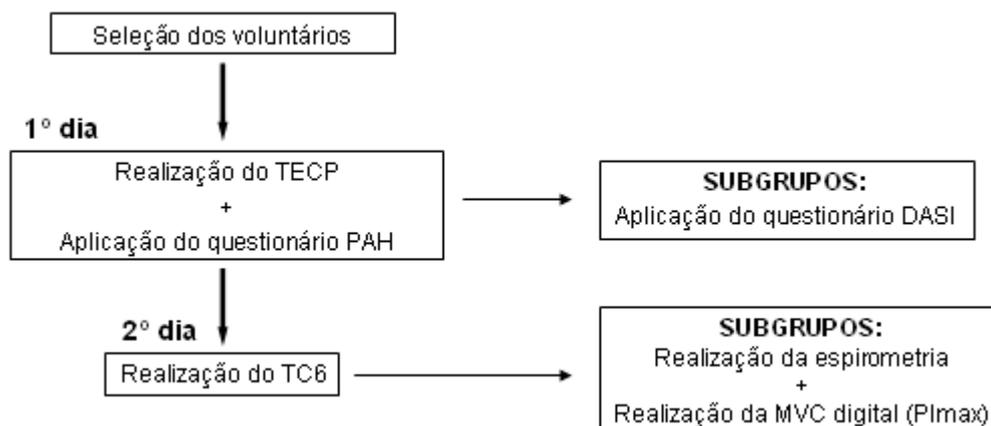
Para as análises de comparação entre os grupos GIC e GC, considerando a capacidade funcional (expressa pelo  $VO_2$  pico e DTC6) como desfecho principal, um poder de 80%, alfa de 5% e um tamanho de efeito grande ( $d$  de Cohen  $\geq 0,80$ ), seriam necessários 20 sujeitos por grupo.

Para as análises de correlação, considerando um poder de 80%, alfa de 5% e um nível de correlação moderado ( $r=0,50$ ), segundo o critério de Dancey e Reidy (2006) entre as variáveis analisadas, o cálculo amostral indicou a necessidade de 22 sujeitos com IC.

#### **2.5 Procedimentos e coleta de dados**

O organograma abaixo (FIGURA 1) ilustra a ordem dos procedimentos realizados no estudo e a descrição deles pode ser lida nas seções seguintes.

**Figura 1 – Procedimentos realizados no estudo**



Legenda: TECP - teste de esforço cardiopulmonar; PAH - perfil de atividade humana; DASI - *Duke Activity Status Index*; TC6 - teste de caminhada de seis minutos; MVC - manovacuometria; PImax - pressão inspiratória máxima.

### 2.5.1 Avaliações para caracterização da amostra

Informações pessoais, dados clínicos e sociodemográficos foram coletados e armazenados na ficha de identificação do paciente (APÊNDICE B). Quando necessário e se proveniente do Hospital das Clínicas da UFMG, recorreu-se ao prontuário do voluntário da pesquisa no local. Foram também obtidas medidas de massa corporal e estatura dos participantes por meio de uma balança (*Filizola ind. LTDA, São Paulo, Brasil*) acoplada a um estadiômetro e com resoluções de 100 g e 0,5 cm, respectivamente. O equipamento foi calibrado previamente a cada medida e os participantes permaneceram imóveis, com a mínima vestimenta e descalços. Em seguida, o cálculo do IMC foi realizado de acordo com a relação da massa dividida pela altura ao quadrado ( $\text{Kg/m}^2$ ).

### 2.5.2 Teste de esforço cardiopulmonar (TECP)

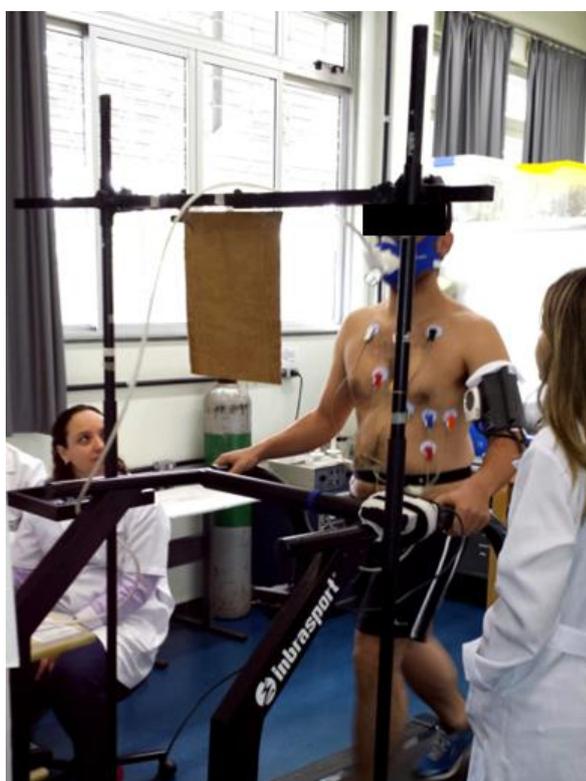
O TECP é um procedimento objetivo, não invasivo, válido e reprodutível, considerado padrão ouro para avaliação (máxima e submáxima) da capacidade

aeróbia ou desempenho cardiorrespiratório e metabólico, sendo proposto como uma importante medida clínica para definição da severidade da doença e prognóstico em indivíduos com IC sistólica (ARENA *et al.*, 2011; ARENA *et al.*, 2008).

Muitas variáveis podem ser obtidas a partir da avaliação com gases expirados, refletindo a capacidade funcional e trocas gasosas respiratórias, com destaque para  $VO_2$  pico, produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), razão de troca respiratória (RER), pulso de oxigênio ( $VO_2/FC$ ), VE,  $VE/VCO_2$  e  $PETCO_2$  (ARENA *et al.*, 2011; MYERS *et al.*, 2006). As variáveis obtidas diretamente a partir da realização do TECP ou derivadas destas refletem as respostas ao exercício dos sistemas cardiovascular, neurohormonal, respiratório e musculoesquelético (ARENA *et al.*, 2011).

O TECP (FIGURA 2) foi realizado sob supervisão médica, utilizando o analisador de gases expirados *Medical Graphics® CPX Ultima, Miami, FL, USA* (FIGURA 3).

**Figura 2** – Ilustração de um teste de esforço cardiopulmonar



**Figura 3** – Ilustração do analisador de gases *Medical Graphics® CPX Ultima, USA*



Os gases expirados foram obtidos pelo método *breath-by-breath*, que consiste em captar amostras fracionadas dos gases, a uma taxa de 50 a 100 vezes por segundo, para calcular o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e o  $VCO_2$  para cada intervalo. Em seguida, essas medidas são somadas ao longo de toda a expiração, para computar o  $VO_2$  e o  $VCO_2$  produzidos por respiração e extrapolados por minuto (WEISMAN *et al.*, 2003).

A pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram aferidas antes, durante e após a realização do TECP por meio de um esfigmomanômetro aneróide (*Diasyst®, Brasil*) e um estetoscópio (*Litmann Classic II S.E 3M®, USA*). A frequência cardíaca (FC) e o registro eletrocardiográfico por 12 derivações foram continuamente avaliados pelo eletrocardiógrafo (*Cardioperfect, Welch Allyn®, USA*) em conexão com o *software* do ergoespirômetro. A  $SpO_2$  foi monitorada por um oxímetro de pulso (*Model 300 Series Mediad INC., Califórnia, USA*) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) para dispnéia e cansaço de membros inferiores foi avaliada pela escala de Borg Modificada de 0 a 10 (FIGURA 4) (BORG, 1982; SARULLO *et al.*, 2010). As medidas obtidas em conjunto com a avaliação pelo TECP também representam um importante valor prognóstico para pacientes com IC (ARENA *et al.*, 2011).

**Figura 4 – Escala de Borg Modificada**

0	ABSOLUTAMENTE NADA
0,3	
0,5	EXTREMAMENTE FRACO
1	MUITO FÁCIL
1,5	
2	FRACO
2,5	
3	MODERADO
4	
5	FORTE
6	
7	MUITO FORTE
8	
9	
10	EXTREMAMENTE FORTE

Fonte: BORG, 1982, p. 380

A tolerância ao esforço foi avaliada em esteira eletrônica (*Millenium Classic CI Inbramed/Inbrasport®*, Brasil), com protocolo em rampa adaptado de Barbosa e Silva e Sobral Filho (2003) a partir de uma extrapolação polinomial de quarta ordem, para que tivesse duração de aproximadamente 10 minutos, em pacientes com IC (PEREIRA *et al.*, 2012).

Os voluntários foram orientados a manter medicação usual, abster-se por 3 horas de alimentos/bebidas com cafeína e evitar exercício físico nas 12 horas anteriores ao TECP (BLUM, 2009; MENEGHELO *et al.*, 2010).

Os participantes foram orientados a comunicar sintomas como dores fortes nas pernas, taquicardia, angina ou qualquer outro desconforto e, nesse caso, o teste seria interrompido (MENEGHELO *et al.*, 2010). O teste foi finalizado quando o indivíduo solicitou a interrupção por fadiga ou se apresentasse quaisquer dos critérios definidos pelo *American College of Sports Medicine*, 2011 (GARBER *et al.*,

2011). Os dados finais do TECP foram registrados em uma ficha individual para cada paciente (APÊNDICE C).

Todos os testes foram realizados com temperatura ambiente a  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar entre 40 e 60% (WEISMAN *et al.*, 2003).

Os testes foram realizados por um cardiologista e equipe treinada com capacitação para atendimento de urgência, para suporte clínico e estavam disponíveis todos os equipamentos necessários para o suporte básico e avançado de vida.

### **2.5.3** Teste de caminhada de seis minutos (TC6)

Dentre os métodos de avaliação submáxima mais comumente utilizados, está o TC6. O TC6 representa uma ferramenta de avaliação submáxima, sendo também proposto para avaliação e acompanhamento da capacidade física de indivíduos com IC. O TC6 é um teste seguro, válido (HAMILTON; HAENNEL, 2000) e confiável, de fácil aplicabilidade e baixo custo, além de predizer a sobrevida de tais sujeitos (GUIMARAES *et al.*, 2002). A DTC6, a velocidade de caminhada, a resposta hemodinâmica ao esforço (FC,  $\text{SpO}_2$ , PAS e PAD) e a PSE (escala de Borg), ao final do teste, são as variáveis analisadas a partir do TC6 (BORG, 1982; GUIMARAES *et al.*, 2002).

Por ser um teste em que o indivíduo determina o seu ritmo de caminhada, o TC6 mais se assemelha às dificuldades enfrentadas na realização das atividades do dia a dia, quando comparado ao TECP, principalmente se considerarmos pacientes mais afetados pela doença cardíaca (BITTNER, 2003). Diante disso, o exercício máximo pode não ser o mais adequado para avaliar o desempenho funcional de indivíduos com IC mais avançada em situações de menor esforço (GUAZZI *et al.*, 2009). Apesar disso, o TC6 apresenta algumas limitações: é influenciado pela colaboração

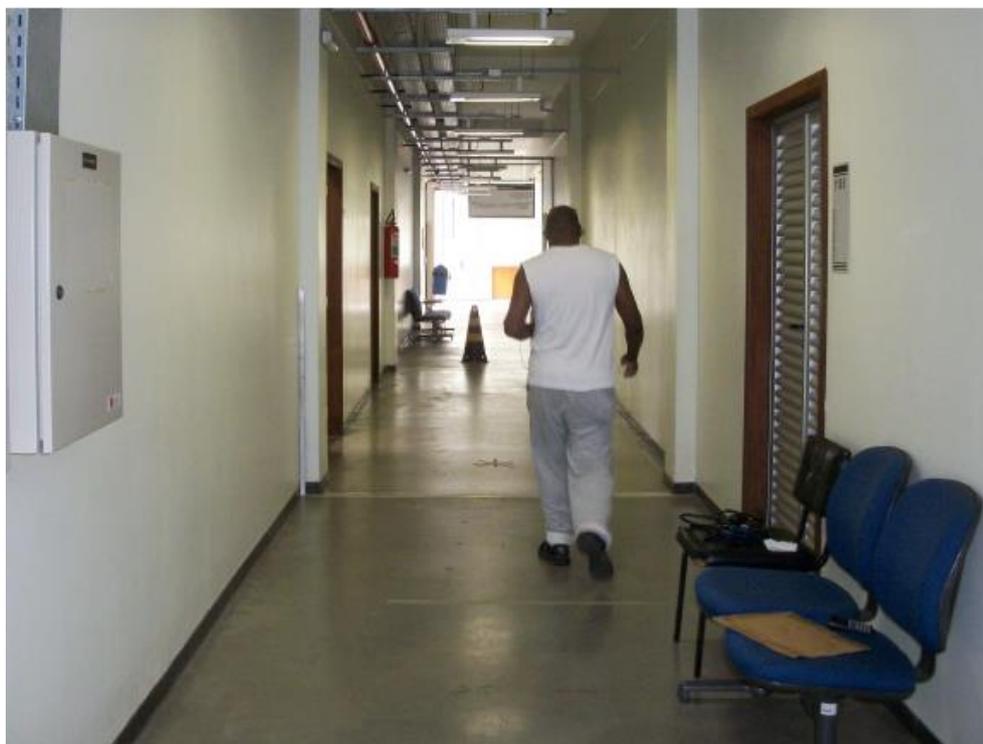
do indivíduo, pelo incentivo do aplicador e necessita de um grande espaço para a sua aplicação (pelo menos, 30 metros), o que dificulta o seu uso.

Tanto o TECP quanto o TC6 têm sido os mais comumente utilizados para avaliação da saúde e do funcionamento de sistemas fisiológicos que ditam sobre a tolerância ao exercício de um indivíduo e têm-se mostrado imprescindíveis para a prescrição adequada de exercícios, durante o processo de reabilitação de pacientes com IC (ARENA *et al.*, 2008).

Nesta dissertação de mestrado, o TC6, além do TECP, foi utilizado como um instrumento de avaliação da capacidade funcional e, para sua realização, foi seguida a padronização estabelecida pela ATS (CRAPO; ZEBALLOS, 2002), assim como a normatização para a população brasileira, proposta por Britto e Sousa (2006).

Após um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de um mês do TECP, os voluntários retornaram ao LabCare para realização do TC6. O teste foi realizado em um corredor plano de 30 metros, em que o voluntário foi instruído a percorrer a maior distância possível, durante seis minutos, sem correr ou trotar (FIGURA 5). O trajeto foi delimitado por dois cones e frases padronizadas de encorajamento, tais como: “Muito bem, continue assim”, “Vamos lá, continue caminhando o mais rápido possível” foram fornecidas a cada minuto (CRAPO; ZEBALLOS, 2002; BRITTO; SOUSA, 2006). Se absolutamente necessário, ele poderia reduzir a velocidade ou parar e, em seguida, retomar a caminhada a qualquer momento antes de completar os seis minutos.

**Figura 5** – Ilustração da realização de um teste de caminhada de seis minutos



Antes de iniciar o teste, o voluntário permaneceu em repouso por 10 a 15 minutos e foram aferidas a FC (cardiofrequencímetro *Polar® RS100™*, Finlândia), a pressão arterial - PA (esfigmomanômetro aneróide *Diasyst®*, Brasil e estetoscópio *Litmann® Classic II SE 3M®*, USA), a PSE para dispneia e para cansaço em membros inferiores (BORG, 1982) e a SpO<sub>2</sub> (oxímetro de pulso *Mediad INC, model 300 series*, USA). Durante a realização do teste, a FC e a SpO<sub>2</sub> foram monitoradas continuamente. Ao final do teste, novamente os dados vitais (FC, PA, SpO<sub>2</sub>) foram aferidos e a PSE foi também avaliada.

Foram realizados dois testes com intervalo mínimo de 15 minutos entre eles. Caso a diferença entre a distância percorrida nos dois testes fosse superior a 10%, um terceiro teste era aplicado (CRAPO; ZEBALLOS, 2002; BRITTO; SOUSA, 2006). O resultado final foi baseado no teste de melhor desempenho, sendo os dados registrados em uma ficha de identificação do paciente (APÊNDICE D).

## 2.5.4 Espirometria

A espirometria é um teste que auxilia na prevenção e permite o diagnóstico e a quantificação dos distúrbios ventilatórios, devendo ser parte integrante da avaliação de pacientes com sintomas respiratórios ou doença respiratória conhecida. A espirometria possibilita a análise de fluxos aéreos, volumes e capacidades pulmonares (PEREIRA, 2002).

Para a realização da prova de função pulmonar, neste estudo, foi utilizado o espirômetro *Pony* (*Pony FX®*, *Cosmed*, Roma, Itália) (FIGURA 6), compatível com o *software Cosmed* (PFT CPET Suite, versão 9.0b), o qual exibe gráficos de fluxo/volume e volume/tempo em tempo real, possibilita relatório final e apresenta conexão via porta USB.

**Figura 6** – Espirômetro *Pony FX®*, *Cosmed*, Roma, Itália

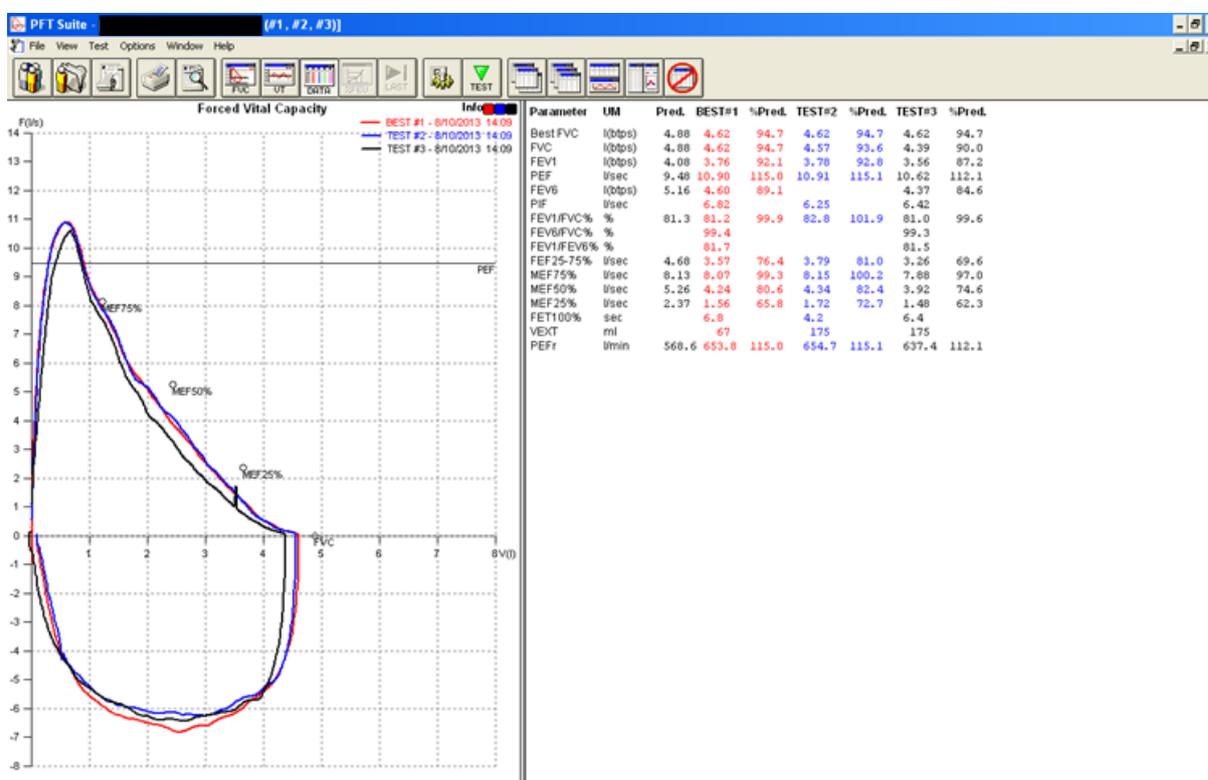


De acordo com a recomendação da padronização internacional de espirometria (MILLER *et al.*, 2005), a acurácia do equipamento foi checada antes de cada teste, por meio de calibração manual. Esta foi realizada injetando-se no equipamento um volume conhecido de três litros por meio de uma seringa de calibração (*COSMED*,

*Pulmonary Function Equipment, I)* específica para o espirômetro citado. O aparelho apresenta um sensor de temperatura interno para correção de resultado automaticamente para condições BTPS. Para cada voluntário, foi utilizado um bocal descartável e um filtro antibacteriano também descartável.

Foram adotados os critérios de aceitação e reprodutibilidade, assim como a gradação de qualidade, de acordo com as normas recomendadas pela SBPT (PEREIRA, 2002). A figura 7 representa um exemplo de registro da espirometria, utilizando o *software Cosmed* (PFT CPET Suite, versão 9.0b).

**Figura 7** – Exemplo de registro da espirometria, utilizando o *software Cosmed*



Legenda: FVC - *forced vital capacity* (capacidade vital forçada); FEV<sub>1</sub> - *forced expiratory volume in first second* (volume expiratório forçado no primeiro segundo); PEF - *peak expiratory flow* (pico de fluxo expiratório); FEV<sub>6</sub> - *forced expiratory volume in sixth second* (volume expiratório forçado no sexto segundo); PIF - *peak inspiratory flow* (pico de fluxo inspiratório); FEF 25-75% - *forced expiratory flow between 25% and 75%* (fluxo expiratório forçado entre 25% e 75%); MEF 75% - *maximum expiratory flow in 75%* (fluxo expiratório máximo em 75%); MEF 50% - *maximum expiratory flow in 50%* (fluxo expiratório máximo em 50%); MEF 25% -

*maximum expiratory flow in 25%* (fluxo expiratório máximo em 25%); *FET 100%* - *forced expiratory technique in 100%* (técnica de expiração forçada em 100%); *VEXT* - *extrapolated volume* (volume retroextrapolado); *PEFr* - *peak expiratory flow rate* (taxa do pico de fluxo expiratório); *UM* - unidade de medida; *%Pred.* - porcentagem do predito.

Os dados espirométricos avaliados neste estudo foram derivados da manobra de CVF, a qual mede o volume e o fluxo de ar após uma inspiração máxima, seguida de um esforço expiratório máximo e o mais prolongado possível (PEREIRA, 2002). Por meio da medida de CVF, é possível detectar precocemente doenças respiratórias obstrutivas, restritivas ou mistas (PEREIRA, 2002). O  $VEF_1$ , por sua vez, é utilizado no processo de estratificação dos níveis de obstrução, sendo que a redução desta variável associada à redução da razão  $VEF_1/CVF$  define a presença de um distúrbio ventilatório obstrutivo (PEREIRA, 2002).

Nesta dissertação, os dados espirométricos obtidos foram interpretados de acordo com os valores preditos de Pereira *et al.* (2007), sendo estes utilizados para caracterizar a função pulmonar dos participantes.

### 2.5.5 Manovacuometria (MVC) digital

Nos procedimentos e testes de avaliação dos músculos respiratórios, a mensuração das pressões respiratórias é um método de investigação das condições de força (SOUZA, 2002). Para testar estas propriedades, as pressões respiratórias podem ser avaliadas pela manovacuometria, que compreende a medida das pressões respiratórias máximas (PRM), especificamente a pressão inspiratória máxima (PI<sub>max</sub>) e a pressão expiratória máxima (PE<sub>max</sub>), podendo estas serem definidas como “as pressões que um indivíduo é capaz de gerar a partir da boca”, sendo consideradas maneiras simples de medir a força muscular inspiratória e a força muscular expiratória, respectivamente (SOUZA, 2002). Essas pressões refletem a pressão desenvolvida pelos músculos respiratórios associada à pressão passiva de

recolhimento elástico do sistema respiratório (RODRIGUES, 2000; NEDER *et al.*, 1999).

A manovacuometria envolve extensa aplicabilidade clínica, sendo importante método para o diagnóstico diferencial de dispneia ou distúrbio restritivo sem causa aparente (SPRUIT *et al.*, 2005; PRIGENT *et al.*, 2008), confirmação da disfunção dos músculos respiratórios em determinados estados mórbidos (FREGONEZI *et al.*, 2005; TERZI *et al.*, 2008; ZIEGLER *et al.*, 2008), avaliação pré operatória da função dos músculos respiratórios (BERNARD *et al.*, 2006, FORTI *et al.*, 2009), bem como da capacidade tussígena e de expectoração (NICOT *et al.*, 2006). Da mesma forma, é um instrumento fundamental na avaliação da resposta aos procedimentos de intervenção fisioterápica, como nos casos de avaliação do desmame da ventilação mecânica (JOHNSTON *et al.*, 2008), no treinamento muscular respiratório (BATTAGLIA *et al.*, 2009) e na reabilitação cardiorrespiratória (DALL'AGO *et al.*, 2006).

Nesta pesquisa, foi utilizado o manovacômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil), ilustrado na Figura 8, e o *software* Manovac 3.0 para análise das variáveis obtidas a partir das manobras realizadas pelos indivíduos. O instrumento compõe-se por uma peça acrílica, que permite simultaneamente a conexão dos dois sensores de pressão com o filtro biológico e com o bocal do tipo mergulhador. A variável operacionalizada pelo *software* Manovac 3.0 e utilizada para estudo foi a pressão média máxima (PMM) na análise da P<sub>I</sub>max dos voluntários. A PMM determina o valor médio da pressão máxima, em torno do pico de pressão, durante o tempo de um segundo (HAMNEGARD *et al.*, 1994; WINDISCH *et al.*, 2004).

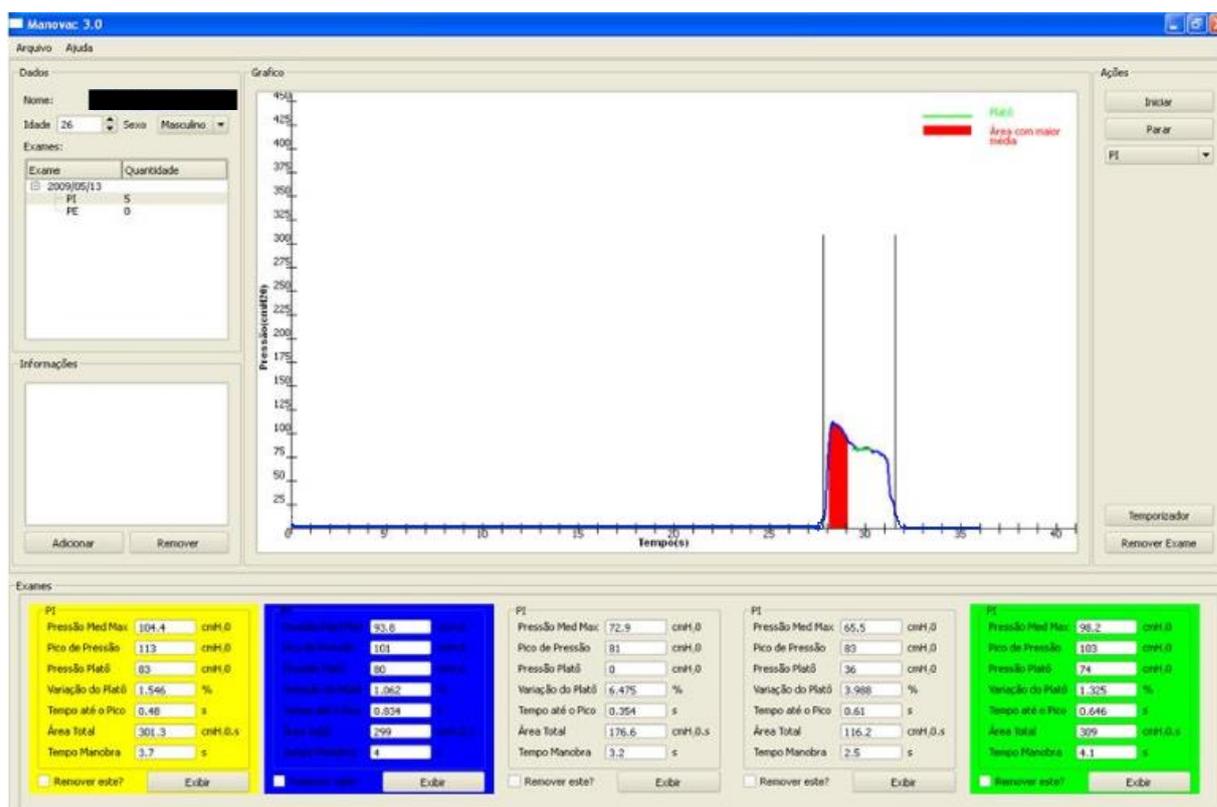
**Figura 8** – Manovacômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil)



Legenda: Manovacômetro digital com peça acrílica, bocal do tipo mergulhador e clipe nasal.

Após armazenar os testes, o MANOVAC 3.0 está programado para selecionar três testes, não necessariamente sequenciais, mas que atendam aos critérios de reprodutibilidade dentre os considerados aceitáveis (SOUZA, 2002; PARREIRA *et al.*, 2007; NEDER *et al.*, 1999). Ao registrar três testes aceitáveis, estes são identificados por cores, sendo o de cor amarela de maior valor de PMM, o de cor verde aquele reprodutível com o de maior valor de PMM e o de cor azul aquele aceitável, porém não reprodutível (FIGURA 9). Nos casos em que os três testes forem reprodutíveis, o de maior valor é igualmente identificado pela cor amarela e os outros dois são identificados pela cor verde. Os testes que permanecerem identificados pela cor cinza são considerados aceitáveis, porém não necessariamente reprodutíveis com o teste de maior valor de PMM. O teste identificado pela cor amarela foi o considerado para registro. Os dados obtidos foram interpretados de acordo com os valores preditos por Souza (2002).

**Figura 9** – Exemplo de registro de pressão inspiratória máxima, utilizando a interface gráfica MANOVAC 3.0



Legenda: Em amarelo, o teste com maior valor de Pressão Média Máxima; em verde, o teste aceitável e reprodutível; em azul, o teste aceitável e não reprodutível e, em cinza, testes aceitáveis.

A manovacuometria digital e a espirometria foram necessariamente realizadas por uma mesma pessoa previamente treinada, em todos os testes e para todos os voluntários avaliados.

O APÊNDICE E apresenta a ficha para registro do questionário aplicado previamente à realização da espirometria e manovacuometria, bem como os dados das manobras selecionadas.

### 2.5.6 Questionário *Duke Activity Status Index* (DASI) – ANEXO D

A utilização de questionários que avaliem o desempenho funcional tem se tornado frequente, devido as suas vantagens. A aplicação de questionários é um método simples, de baixo custo, que pode ser realizado quando testes máximos são inviáveis ou não disponíveis. Os questionários também são úteis em pesquisas, podendo ser utilizados em estudos de intervenção como forma de reavaliação do desfecho. Em programas de tratamento, podem ser utilizados como forma de conduzir decisões ou como avaliação dos programas de intervenção (MCAULEY *et al.*, 2006).

O DASI é um questionário simples, de rápida e fácil aplicação, composto por 12 itens, sendo o indivíduo questionado sobre quais atividades consegue ou não realizar (HLATKY *et al.*, 1989). Nesse questionário, são incluídas atividades com diferentes gastos metabólicos, que abrangem cuidados pessoais, deambulação, trabalhos domésticos, função sexual e lazer. Cada item possui um peso específico baseado no MET da respectiva atividade. A pontuação final varia entre zero e 58,2 pontos. Quanto maior a pontuação, melhor a capacidade funcional apresentada pelo indivíduo (HLATKY *et al.*, 1989). No presente estudo, a pontuação obtida no questionário DASI foi utilizada para estimar a capacidade funcional dos voluntários e associar com variáveis relacionadas à função pulmonar e capacidade ventilatória máxima.

Originalmente o questionário DASI foi proposto para avaliar indivíduos com cardiopatia (HLATKY *et al.*, 1989). Recentemente, o DASI foi traduzido e adaptado para a cultura brasileira, além de verificadas suas propriedades psicométricas em indivíduos brasileiros com doenças cardiovasculares (COUTINHO-MYRRHA *et al.*, 2014).

Originalmente, o DASI é aplicado de forma autoadministrada (HLATKY *et al.*, 1989); contudo, neste estudo, o questionário foi aplicado sob a forma de entrevista, em uma sala privativa, para todos os voluntários, independentemente do grau de instrução e do nível socioeconômico.

### **2.5.7** Questionário Perfil de Atividade Humana (PAH) – ANEXO E

O questionário Perfil de Atividade Humana (PAH) consiste em um instrumento originalmente desenvolvido com o intuito de avaliar a qualidade de vida de indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (DAUGHTON *et al.*, 1982). Posteriormente, foram propostas algumas modificações e o PAH passou a ser utilizado para avaliação do nível de atividade física auto-relatado de indivíduos saudáveis ou com algum grau de disfunção, em qualquer faixa etária (SOUZA *et al.*, 2006; DAUGHTON *et al.*, 1982; HAMDORF *et al.*, 1992). Recentemente, foi realizada a tradução e adaptação transcultural do PAH para a população brasileira e também foram avaliadas a sua validade e confiabilidade, em uma amostra de 230 idosos com diferentes níveis funcionais (SOUZA *et al.*, 2006).

O PAH é composto por 94 itens, dispostos em ordem crescente de custo energético, sendo que a esses itens o participante tem possibilidade de três respostas: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz” (SOUZA *et al.*, 2006). A partir daí, são calculados o escore máximo de atividade (EMA), que corresponde à numeração da atividade com a mais alta demanda de oxigênio que o indivíduo “ainda faz”, não sendo necessário cálculo matemático; e o escore ajustado de atividade (EAA), calculado subtraindo-se do EMA o número de itens que o indivíduo “parou de fazer” (SOUZA *et al.*, 2006). Baseado no EAA (estimativa mais estável das atividades diárias) (DAVIDSON; DE MORTON, 2007), o indivíduo é classificado em debilitado ou inativo (<53), moderadamente ativo (53-74) ou ativo (>74) (DAUGHTON *et al.*, 1982). Nesse estudo, os escores obtidos a partir da aplicação do questionário PAH foram utilizados apenas para caracterização da amostra em relação ao nível de atividade física autorelatado.

Apesar do questionário PAH ter sido desenvolvido para ser autoaplicado, porque requer uma compreensão de leitura equivalente a apenas quatro anos de estudo, Souza *et al.*, 2006 sugerem que a versão brasileira seja aplicada por meio de entrevista, a fim de se evitar os erros de interpretação, devido à heterogeneidade do grau de instrução da nossa população. Portanto, nesta pesquisa, o PAH foi aplicado sob a forma de entrevista para todos os voluntários. Este mesmo entendimento foi utilizado para a autoadministração do questionário DASI, anteriormente descrito.

## 2.6 Variáveis estudadas

- Consumo de oxigênio medido no pico do esforço ( $VO_2$  pico,  $mL/kg \cdot min^{-1}$ );
- Quociente ventilatório para dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$  slope);
- Eficiência do consumo de oxigênio (*oxygen uptake efficiency slope*\_OUES, L/min);
- Pulso de oxigênio ( $VO_2/FC$ , mL/bpm);
- Pressão parcial expirada de dióxido de carbono (PETCO<sub>2</sub>, mmHg);
- Duplo produto (DP,  $mmHg \cdot bpm^{-1}$ );
- Frequência cardíaca máxima atingida no teste de esforço cardiopulmonar máximo (FCmax, bpm);
- Distância percorrida no TC6 (DTC6, metros);
- Capacidade vital forçada (CVF, L) e porcentagem do previsto para CVF;

- Volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ , L) e porcentagem do previsto para  $VEF_1$ ;
- Pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max, mmHg) e porcentagem do previsto para P<sub>I</sub>max;
- Pontuação obtida no questionário *Duke Activity Status Index* (DASI);
- Pontuação obtida no questionário Perfil de Atividade Humana (PAH).

## 2.7 Análise estatística

Os dados foram convertidos para uma planilha e para o *Statistical Package for Social Sciences*® (SPSS, Chicago, IL, USA) versão 17.0 para análise estatística. As variáveis contínuas foram apresentadas como média  $\pm$  desvio-padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% ou mediana e intervalo interquartil 25-75%, as categóricas foram expressas com o número de sujeitos. Para avaliar a distribuição normal dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Para a verificação de diferença entre os grupos (IC vs saudáveis), foi utilizado o teste *t-Student* independente ou *Mann Whitney*, conforme a variável analisada. As correlações foram realizadas por meio dos testes de correlação de *Pearson* ou de *Spearman*, conforme a distribuição dos dados. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

### 3 ARTIGO

#### **Relação da função pulmonar e da capacidade ventilatória máxima com a capacidade funcional na insuficiência cardíaca**

*Relation between pulmonary function in exercise and rest and functional capacity in heart failure*

#### **Título reduzido: Função pulmonar e capacidade funcional na IC**

Roseane Santo Rodrigues<sup>1</sup>, Giane Amorim Ribeiro Samora<sup>2</sup>, Hugo Leonardo Alves Pereira<sup>3</sup>, Fabiana Damasceno Almeida<sup>3</sup>, João Antônio da Silva Júnior<sup>4</sup>, Danielle Aparecida Gomes Pereira<sup>1,5</sup>, Verônica Franco Parreira<sup>1,5</sup>, Raquel Rodrigues Britto<sup>1,5</sup>

1 – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, Belo Horizonte, MG – Brasil.

2 – Pesquisadora doutora e colaboradora no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) do Departamento de Fisioterapia da UFMG, Belo Horizonte, MG – Brasil.

3 – Programa de Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, Belo Horizonte, MG – Brasil.

4 – Setor de Cardiologia do Hospital das Clínicas da UFMG, Belo Horizonte, MG – Brasil.

5 – Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, Belo Horizonte, MG – Brasil.

Estudo desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) do Departamento de Fisioterapia junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte (MG), Brasil.

**Endereço para correspondência:** Raquel Rodrigues Britto. Universidade Federal de Minas Gerais: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional – Departamento de Fisioterapia – Av. Antônio Carlos, nº 6637, Pampulha, Belo Horizonte (MG) – Brasil. CEP: 31270-901.

Telefone: +55 31 3409-4783

Fax: +55 31 3409-4783

E-mail: [rbrito@ufmg.br](mailto:rbrito@ufmg.br)

Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG: Parecer CAAE – 14833213.3.0000.5149.

**Palavras chave:** eficiência ventilatória, função pulmonar, capacidade funcional, insuficiência cardíaca

**Keywords:** ventilatory efficiency, pulmonary function, functional capacity, heart failure

**Este artigo científico será enviado a Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia para publicação ([www.arquivosonline.com.br](http://www.arquivosonline.com.br)).**

**As normas para publicação na Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia encontram-se discriminadas no ANEXO F.**

## RESUMO

**Fundamento:** A insuficiência cardíaca (IC) está associada com intolerância ao exercício, ineficiência ventilatória e dispneia. A avaliação do comportamento ventilatório complementa a avaliação funcional, sendo importante identificar métodos que ampliem sua utilização.

**Objetivos:** Identificar a associação de variáveis ventilatórias ergoespirométricas sobre a capacidade máxima de exercício e avaliar a relação de variáveis obtidas por diferentes métodos de avaliação da capacidade funcional submáxima, desempenho estimado e função pulmonar (incluindo a força muscular inspiratória) com a capacidade ventilatória máxima em pacientes com IC e saudáveis.

**Métodos:** Vinte e oito indivíduos com IC classes I-III da *New York Heart Association* (GIC) e 28 saudáveis (GC) realizaram teste de esforço cardiopulmonar em esteira eletrônica, teste de caminhada de seis minutos e responderam o questionário *Duke Activity Status Index* e Perfil de Atividade Humana. Em estudo piloto, 15 desses voluntários (8 GIC e 7 GC) foram submetidos a avaliação pela espirometria e manovacuometria. Para comparação entre os grupos, teste *t* de Student independente ou *Mann Whitney* e correlações de *Pearson* ou *Spearman* foram utilizados, considerando  $p < 0,05$ .

**Resultados:** O GIC apresentou piores índices de capacidade funcional máxima, submáxima e de eficiência ventilatória; bem como, valores mais baixos de pressão inspiratória máxima (P<sub>I</sub>max) e função pulmonar. Foram observadas correlações entre variáveis ergoespirométricas e capacidade máxima e submáxima no GIC. Correlações entre variáveis espirométricas e medida de capacidade máxima, P<sub>I</sub>max e capacidade submáxima, equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO<sub>2</sub>) e pressão parcial expirada de oxigênio com capacidade predita, variáveis pulmonares de repouso e VE/VCO<sub>2</sub> foram observadas no subgrupo GIC.

**Conclusões:** Capacidade funcional submáxima, desempenho estimado e função pulmonar são medidas que podem contribuir para otimizar a triagem, diagnóstico e tratamento do comprometimento ventilatório em pacientes com IC.

## ABSTRACT

**Background:** Heart failure (HF) is associated with exercise intolerance, ventilatory inefficiency and dyspnea. The evaluation of the ventilatory behavior complements the functional evaluation and it is important to identify methods to increase its utilization.

**Objectives:** The purposes of this study were to identify the association of ergospirometric ventilatory variables to maximal functional capacity and evaluate the relation between variables gotten by different methods of evaluation of submaximal functional capacity, estimated performance and pulmonary function (including inspiratory muscular strength) and maximal ventilatory capacity in patients with HF and healthy subjects.

**Methods:** Twenty eight patients with HF classes I-III of New York Heart Association (GHF) and 28 healthy subjects (GC) were submitted to maximal cardiopulmonary exercise test in a electronic treadmill, six minute walk test and answered the Duke Activity Status Index questionnaire and Human Activity Profile. In a pilot study, 15 of these participants (8 GHF e 7 GC) were also submitted to a spirometry and a digital manovacuometry. Comparing the groups, student's t-test independent or Mann Whitney and correlations of Pearson or Spearman were performed, considering  $p < 0.05$ .

**Results:** The GIC group presented worse indices of maximal, submaximal functional capacity and ventilatory efficiency, as well as smaller values of maximal inspiratory pressure (MIP) and pulmonary function. Correlations between ergospirometric variables and maximal/submaximal capacity were observed in GIC. Correlations between spirometric variables and measure of maximal capacity, MIP and submaximal capacity, oxygen uptake efficiency slope ( $VE/VCO_2$ ) and end-tidal carbon dioxide partial pressure and estimated functional capacity, and pulmonary variables at rest and  $VE/VCO_2$  were considered in GIC subgroup.

**Conclusions:** Submaximal functional capacity, estimated performance and pulmonary function are measures that may contribute to optimize the screen, diagnosis and treatment of ventilatory damage in patients with HF.

## INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica complexa, caracterizada por disfunção cardíaca que ocasiona suprimento sanguíneo inadequado para atender às necessidades metabólicas tissulares e está relacionada com incapacidade e mortalidade, representando grave problema de saúde pública<sup>1</sup>.

O prejuízo da função cardíaca produz redução da oferta de oxigênio e alterações periféricas, que prejudicam a capacidade aeróbia<sup>2,3</sup>. Além disso, ocorre redução da força e aumento do trabalho da musculatura respiratória, contribuindo para dispneia, ineficiência ventilatória e intolerância ao exercício<sup>2</sup>. Nesse sentido, a avaliação da capacidade funcional na IC é essencial para investigar o impacto da doença nos aspectos funcionais e de qualidade de vida, podendo determinar o grau de limitação imposto pela doença.

O teste de esforço cardiopulmonar (TECP) é considerado padrão ouro para avaliação direta da capacidade de exercício, além de ser um fator de diagnóstico, prognóstico, estratificação de risco e um forte preditor de mortalidade<sup>3</sup>. Esse teste também permite acurada avaliação da eficiência ventilatória. Suas aplicações são vastamente descritas na literatura e seu valor clínico é indiscutível, porém ainda é subutilizado na população brasileira<sup>4</sup>.

Em relação à avaliação da capacidade e desempenho funcional, testes submáximos (como o teste de caminhada de seis minutos\_TC6) e questionários que estimam o desempenho (como o *Duke Activity Status Index\_DASI*) vem sendo utilizados como alternativas ao TECP<sup>5,6</sup>. A espirometria e a manovacuometria são métodos de avaliação específicos da função pulmonar e força muscular inspiratória, respectivamente, podendo ser incluídos na avaliação da IC<sup>7,8</sup>.

Apesar da importância clínica de determinar o comprometimento ventilatório de pacientes com IC, essa avaliação não é utilizada rotineiramente em alguns serviços, sendo o acesso restrito ao TECP um possível fator limitante. Com a intenção de identificar métodos que também contribuam para a avaliação do componente ventilatório e do estado funcional de indivíduos com IC, os objetivos deste estudo

foram identificar a associação de variáveis ventilatórias ergoespirométricas com a capacidade funcional máxima de forma a eleger as variáveis mais sugestivas de relação com a capacidade de exercício, e avaliar a relação de variáveis obtidas por diferentes métodos de avaliação da capacidade funcional submáxima, desempenho estimado e função pulmonar, incluindo a força muscular inspiratória, com a capacidade ventilatória máxima em pacientes com IC e saudáveis.

## MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Parecer CAAE – 14833213.3.0000.5149) e todos voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, que continha informações sobre todos os procedimentos que seriam realizados, os potenciais riscos e benefícios, assim como seu direito de se retirar a qualquer momento da pesquisa.

A amostra final foi constituída de 28 pacientes com IC (GIC) e 28 indivíduos saudáveis (grupo controle - GC), de ambos os sexos. Ambos os grupos foram recrutados de modo não probabilístico, a partir da rede hospitalar e ambulatorial e/ou na comunidade, após liberação médica. Os indivíduos do GC foram eleitos devido à similaridade das características idade, peso, altura e IMC com o GIC.

Foram incluídos indivíduos com IC e saudáveis com idade entre 25 e 59 anos, índice de massa corporal (IMC)  $<30 \text{ Kg/m}^2$ , não tabagistas, que não apresentassem história de doença pulmonar, angina instável, arritmias não controladas, doença arterial obstrutiva periférica, insuficiência renal, disfunções ortopédicas ou neurológicas limitantes à realização de exercício físico e que atingiram um índice de trocas respiratórias maior ou igual a 1,0 ( $R \geq 1,0$ )<sup>9</sup>, durante o TECP. Para o GIC, foram incluídos pacientes com IC, classes I a III da NYHA, IC clinicamente diagnosticada há no mínimo seis meses, estabilidade clínica há pelo menos um mês antes do início do estudo, fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) em repouso  $\leq 45\%$ , estimada pelo método de Simpson<sup>10</sup>, e sob tratamento farmacológico otimizado.

### *Desenho do estudo*

Todos os voluntários do GIC (n=28) e do GC (n=28) foram submetidos à avaliação pelo TECP para identificar as variáveis ventilatórias que mais influenciam a capacidade máxima e submáxima de exercício, avaliada em ambos os grupos por meio do TC6. Com o objetivo de verificar a associação de outros métodos para avaliação do componente ventilatório da IC, foi conduzido um estudo piloto com 15 destes voluntários (8 pacientes com IC – subgrupo GIC e 7 indivíduos saudáveis – subgrupo GC). Os participantes de ambos os subgrupos realizaram, além do TECP e TC6, a avaliação pela espirometria, manovacuometria digital e responderam o questionário DASl.

### *Protocolo experimental*

No primeiro dia de avaliação, o GIC e GC realizaram TECP máximo supervisionado por médico, em esteira eletrônica (*Millenium Classic CI®*, *Inbramed/Inbrasport*, Brasil), com análise dos gases expirados, pelo método *breath-by-breath* (*Medical Graphics® CPX Ultima*, *Miami, FL, USA*), com monitorização eletrocardiográfica contínua (*Cardioperfect*, *Welch Allyn®*, USA) e utilizando o protocolo em rampa, com incrementos de velocidade e/ou inclinação a cada 10 segundos até a fadiga. A pressão arterial (PA) foi aferida pelo método auscultatório (esfigmomanômetro aneróide *Diasyst®*, *Brasil* e estetoscópio *Litmann Classic II S.E 3M®*, USA), a percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala Modificada de Borg de 0 a 10<sup>11</sup> e a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) por um oxímetro de pulso (*Mediad INC.*, *Model 300 Series*, *Califórnia, USA*), antes e a cada três minutos de teste. As condições ambientais foram de 20 ± 2°C e umidade relativa do ar variou de 40 a 60%<sup>12</sup>.

Com o objetivo de caracterizar a amostra em relação ao nível de atividade física auto-relatado, foi aplicado sob forma de entrevista o questionário Perfil de Atividade Humana (PAH) em todos os voluntários avaliados. Trata-se de um instrumento composto por 94 itens, cuja disposição é baseada na estimativa de equivalente metabólico da tarefa\_MET<sup>13</sup>. Ao final, dois escores são obtidos: o EMA – escore máximo de atividade e o EAA – escore ajustado de atividade<sup>13</sup>. A classificação do

nível de atividade foi obtida a partir do EAA, sendo: <53 inativo; entre 53 e 74 moderadamente ativo; e >74 ativo<sup>13,14</sup>. De maneira que ainda não existem dados normativos brasileiros, os dados obtidos foram interpretados segundo valores preditos de Fix & Daughton<sup>15</sup>.

No segundo dia de avaliação, foram realizados os TC6 em conformidade com a padronização da *American Thoracic Society*<sup>16</sup> e com a normatização para a população brasileira<sup>17</sup>, com um intervalo mínimo de 15 minutos entre eles. Se a diferença na distância percorrida entre os dois testes fosse maior do que 10%, um terceiro teste era aplicado. Os voluntários foram instruídos a caminhar o mais depressa possível, em um corredor de 30 metros, durante seis minutos, e frases verbais de incentivo foram dadas a cada minuto. Antes e após cada TC6, a PA e a PSE foram avaliadas, sendo que a frequência cardíaca (FC) (*Polar® RS100™*, Finlândia) e a SpO<sub>2</sub> foi monitorada continuamente. O teste com o melhor desempenho, baseado na distância total percorrida, foi o escolhido para análise.

Para os subgrupos de pacientes com IC e saudáveis, que totalizaram 15 voluntários, no primeiro dia de avaliação, foi também aplicado sob a forma de entrevista o questionário DASI, utilizado como método de estimativa do desempenho funcional. Trata-se de um instrumento composto por 12 itens, sendo o indivíduo questionado sobre quais atividades consegue ou não realizar<sup>18</sup>. Neste questionário, são incluídas atividades com diferentes gastos metabólicos, que abrangem cuidados pessoais, deambulação, trabalhos domésticos, função sexual e lazer. Cada item possui um peso específico baseado no MET da respectiva atividade. A pontuação final varia entre zero e 58,2 pontos, sendo que quanto maior a pontuação, melhor a capacidade funcional apresentada pelo indivíduo<sup>18</sup>. Este instrumento foi validado em versão brasileira para indivíduos com doenças cardiovasculares<sup>19</sup>.

Apesar dos questionários PAH e DASI terem sido desenvolvidos para serem autoaplicados, neste estudo, eles foram aplicados sob a forma de entrevista, devido à heterogeneidade do grau de instrução da amostra<sup>13</sup>.

No segundo dia de testes, os subgrupos do GIC e GC foram submetidos ainda à avaliação ventilatória específica, que incluiu a espirometria e a manovacuometria digital.

Para a realização da prova de função pulmonar, foi utilizado o espirômetro *Pony* (*Pony FX®*, *Cosmed*, *Roma*, Itália) e, de acordo com a recomendação da padronização internacional de espirometria<sup>20</sup>, a acurácia do equipamento foi checada antes de cada teste, por meio de calibração manual. Para cada voluntário, foi utilizado um bocal e um filtro antibacteriano descartáveis. Foram adotados os critérios de aceitação e reprodutibilidade, assim como a gradação de qualidade, de acordo com as normas recomendadas pela SBPT<sup>7</sup>. Os dados espirométricos avaliados (capacidade vital forçada\_CVF e volume expiratório forçado no primeiro segundo\_VEF<sub>1</sub>) foram derivados da manobra de CVF, a qual mede o volume e o fluxo de ar após uma inspiração máxima, seguida de um esforço expiratório máximo e o mais prolongado possível<sup>7</sup>. Os dados obtidos foram interpretados de acordo com os valores preditos de Pereira et al.<sup>21</sup>.

Para avaliação da força dos músculos inspiratórios, foi utilizado o manovacômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil) e o *software* Manovac 3.0 foi eleito para análise das variáveis obtidas a partir das manobras realizadas pelos indivíduos. A variável utilizada para estudo foi a pressão média máxima (PMM) na análise da pressão inspiratória máxima (PI<sub>max</sub>) dos voluntários. A PMM determina o valor médio da pressão máxima, em torno do pico de pressão, durante um segundo<sup>8,22</sup>. O *software* está programado para selecionar 3 testes, não necessariamente sequenciais, mas que atendam aos critérios de reprodutibilidade dentre os considerados aceitáveis<sup>8,22,23</sup>. Os dados obtidos foram interpretados de acordo com os valores preditos por Souza et al.<sup>8</sup>.

O TC6, a espirometria, a manovacumetria digital e a aplicação dos questionários foram necessariamente realizados por uma mesma pessoa previamente treinada, em todos os testes e para todos os voluntários avaliados.

### *Análise estatística*

A análise estatística foi realizada pelo programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). As variáveis contínuas foram apresentadas como média  $\pm$  desvio-padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% ou mediana e intervalo interquartil 25-75%, as categóricas foram expressas com o número de sujeitos. Para avaliar a distribuição normal dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. As correlações foram realizadas por meio dos testes de correlação de *Pearson* ou de *Spearman*, conforme a distribuição dos dados. Para a verificação de diferença entre os grupos (IC vs saudáveis), foi utilizado o teste *t-Student* independente ou *Mann Whitney*, conforme a variável analisada. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

A amostra inicial foi composta por 68 voluntários, dos quais 12 foram excluídos devido ao tempo do TECP inferior a seis minutos e/ou por apresentarem taquicardia ventricular e supraventricular, durante o período de aquecimento anterior ao início desse teste. Dessa forma, a amostra final foi composta por 56 indivíduos, sendo 28 pacientes com IC (grupo IC\_GIC) classes I (n=5), II (n=14) e III (n=9) da *New York Heart Association* (NYHA) e 28 indivíduos saudáveis (grupo controle\_GC). A tabela 1 descreve as características físicas e clínicas dos participantes do estudo. Os grupos foram considerados homogêneos em relação às variáveis descritivas: idade, peso, altura e IMC. O GIC apresentou menor capacidade funcional tanto máxima (expressa pelo consumo de oxigênio medido no pico do esforço\_VO<sub>2</sub> pico) quanto submáxima (distância percorrida no TC6\_DTC6), com  $p < 0,0001$ , e pior eficiência ventilatória (equivalente ventilatório de dióxido de carbono \_VE/VCO<sub>2</sub>, eficiência do consumo de oxigênio: *oxygen uptake efficiency slope*\_OUES, pressão parcial expirada de dióxido de carbono\_PETCO<sub>2</sub>) e função cardíaca (duplo produto\_DP) que o GC. A partir da pontuação obtida no questionário PAH (escore EAA), os participantes do GIC foram classificados como moderadamente ativos (pontuação entre 53 e 74) e o GC foi representado pela maioria ativa (pontuação > 74).

INSERIR TABELA 1

Na tabela 2, estão apresentadas as associações entre as variáveis ventilatórias e cardíacas obtidas durante o exercício e a capacidade funcional máxima ( $VO_2$  pico) e submáxima (DTC6) dos voluntários do estudo. No GIC, as variáveis  $VE/VCO_2$ , OUES,  $VO_2/FC$  e  $PETCO_2$  se associaram com a medida de capacidade funcional máxima expressa pelo  $VO_2$  pico. Com exceção da variável  $VO_2/FC$ , as demais também apresentaram associações com a capacidade funcional submáxima representada pela DTC6. No GC, apenas as variáveis OUES e pulso de oxigênio ( $VO_2/FC$ ) se associaram com o  $VO_2$  pico, sem relação com a medida submáxima.

#### INSERIR TABELA 2

Os dados do estudo piloto realizado com 15 indivíduos (8 pacientes com IC – subgrupo GIC e 7 saudáveis – subgrupo GC) (tabela 3), que participaram das provas de função pulmonar e força muscular inspiratória, indicam conformidade com os dados do grupo total de participantes (tabela 1). Adicionalmente, foi observada redução de 24% da  $PI_{max}$  no subgrupo GIC em relação ao GC ( $p < 0,0001$ ). Valores brutos e de % do previsto da função pulmonar mais baixos foram observados no subgrupo GIC, porém sem diferença estatística. Além disso, verificou-se diferença entre os subgrupos em relação à medida estimada de desempenho funcional expressa pela pontuação obtida no questionário DASI ( $p = 0,005$ ).

#### INSERIR TABELA 3

As correlações entre as variáveis ventilatórias de repouso e durante o exercício e a capacidade funcional máxima, submáxima e estimada (pontuação obtida no questionário DASI) dos voluntários dos subgrupos GIC e GC estão apresentadas na tabela 4. Foram observadas associações entre as variáveis espirométricas analisadas ( $CVF$  e  $VEF_1$ ) e a medida de capacidade máxima, entre a  $PI_{max}$  e a capacidade submáxima, e entre índices de eficiência ventilatória ( $VE/VCO_2$  e  $PETCO_2$ ) e a capacidade funcional predita em indivíduos com IC. No GC, apenas a variável  $VEF_1$  se associou com as medidas de capacidade funcional máxima e submáxima. Associações entre a pontuação no DASI e variáveis relacionadas à eficiência ventilatória de um indivíduo foram observadas somente no subgrupo GIC.

## INSERIR TABELA 4

A tabela 5 apresenta as associações entre variáveis ergoespirométricas e variáveis pulmonares de repouso de valor clínico conhecido. Destacam-se as correlações de elevada magnitude das variáveis CVF, VEF<sub>1</sub> e PImax com o VE/VCO<sub>2</sub>, e entre o VEF<sub>1</sub> e o OUES no subgrupo GIC. No subgrupo de indivíduos saudáveis, foram observadas boas associações das variáveis espirométricas analisadas (CVF e VEF<sub>1</sub>) com o OUES e VO<sub>2</sub>/FC. O índice PETCO<sub>2</sub> não apresentou relação com nenhuma das medidas ventilatórias de repouso.

## INSERIR TABELA 5

**DISCUSSÃO**

O presente estudo identificou que pacientes com IC apresentam valores de função pulmonar, incluindo a força muscular inspiratória, capacidade ventilatória máxima, capacidade funcional máxima, submáxima e desempenho predito piores do que indivíduos saudáveis. Além disso, o estudo apontou boa associação entre índices ventilatórios obtidos no repouso e as medidas de capacidade funcional máxima e submáxima, e também entre as variáveis pulmonares de repouso e variáveis obtidas durante o esforço em indivíduos com IC.

A identificação de diferenças entre pacientes com IC e saudáveis em relação às medidas de capacidade funcional, função pulmonar, incluindo a PImax, capacidade ventilatória máxima e função cardíaca reforça a complexidade de se analisar e entender o processo da disfunção que ocorre na IC. Possivelmente, há diversos fatores relacionados a essa condição clínica e que contribuem para cada resultado encontrado.

O prejuízo da atividade cardíaca identificado, dentre outros fatores, pela baixa oferta de oxigênio à musculatura esquelética e piora da resposta ventilatória em indivíduos com IC podem ser reforçados pela baixa capacidade funcional máxima (valores de VO<sub>2</sub> pico) e submáxima (DTC6), caracterizando a intolerância ao esforço individual<sup>1,2,6</sup>. Os resultados do presente estudo em relação à reduzida capacidade

funcional em pacientes com IC foram similares aos estudos de Chua et al.<sup>24</sup>, em que o  $VO_2$  pico de 20 indivíduos com IC foram comparados ao  $VO_2$  pico de 7 saudáveis ( $17,3 \pm 1,5$  vs  $36,2 \pm 1,5$  mL/kg•min<sup>-1</sup>;  $p=0,001$ ). Tokmakova et al.<sup>25</sup> também demonstraram redução prevalente do  $VO_2$  pico em grupo de IC comparado com indivíduos saudáveis ( $13,5 \pm 3,4$  vs  $20,8 \pm 2,8$  mL/kg•min<sup>-1</sup>;  $p<0,001$ ). Além disso, Miyamoto et al.<sup>26</sup> observaram que a DTC6 foi significativamente menor em pacientes com IC comparados com saudáveis de mesmo sexo e idade ( $297 \pm 188$  vs  $655 \pm 91$  metros;  $p<0,001$ ), sendo expressivamente menor com o aumento da severidade da doença. Apesar de no presente estudo também ter sido observada reduzida capacidade funcional máxima e submáxima em pacientes com IC, a média do  $VO_2$  pico nesse grupo de pacientes foi maior quando comparado aos estudos anteriormente citados ( $22,88 \pm 6,50$  mL/kg•min<sup>-1</sup>) e a DTC6 pelo nosso GIC foi próxima à percorrida por indivíduos saudáveis ( $605,50 \pm 92,10$  vs  $691,14 \pm 75,55$ ;  $p<0,001$ ). Acredita-se que isso tenha ocorrido devido à baixa severidade da doença dos pacientes com IC da amostra avaliada. No presente estudo, também foram identificadas diferenças entre o GIC e GC em relação aos índices de eficiência ventilatória:  $VE/VCO_2$ , OUES e  $PETCO_2$  ( $p<0,05$ ). Achados similares estão descritos na literatura<sup>25,27,28</sup>.

Diversos estudos<sup>27,29-31</sup> avaliaram a associação da medida de capacidade funcional máxima e submáxima com variáveis que refletem a eficiência ventilatória e função cardíaca de um indivíduo e observaram índices de correlação de magnitude variada. Antoine-Jonville et al.<sup>29</sup> encontraram correlações elevadas e significativas entre  $VO_2$  pico e OUES<sub>100</sub> ( $r=0,88$ ;  $p<0,001$ ) e entre OUES<sub>RETR1</sub> e  $VE/VCO_2$  ( $r=-0,44$ ;  $p<0,001$ ), em um grupo de pacientes com IC. Enquanto no estudo de Guazzi et al.<sup>30</sup>, em que foi considerada a capacidade aeróbia submáxima, foi observada associação de fraca magnitude entre a DTC6 e o  $VE/VCO_2$  ( $r=-0,38$ ;  $p=0,01$ ). Miyamoto et al.<sup>26</sup> encontraram também associação significativa entre a capacidade funcional submáxima (DTC6) e  $VE/VCO_2$  ( $r=-0,66$ ;  $p<0,001$ ), entre a DTC6 e o  $VO_2/FC$  ( $r=0,57$ ;  $p<0,01$ ) e entre a DTC6 e o débito cardíaco (DC) ( $r=0,48$ ;  $p<0,05$ ). Silva et al.<sup>31</sup> avaliaram o número total de passos pelo acelerômetro, durante uma média de 6 dias, e observaram concordância dessa medida com as de  $VO_2$  pico,  $VE/VCO_2$  e OUES ( $r=0,64$  e  $p<0,05$ ;  $r=-0,72$  e  $p<0,05$ ;  $r=0,63$  e  $p<0,05$ ; respectivamente).

Marinov et al.<sup>27</sup> compararam a variável OUES entre grupos de pacientes somente com IC, pacientes com IC e história de doença respiratória e indivíduos saudáveis. Os autores observaram valores mais baixos de OUES no grupo com IC e histórico de doença pulmonar; contudo, esse resultado não foi estatisticamente diferente do grupo somente com IC. Além disso, foram encontradas correlações de elevada magnitude entre as variáveis OUES e  $VO_2$  pico ( $r=0,83$ ;  $p<0,05$ ), OUES e  $VE/VCO_2$  ( $r=-0,737$ ;  $p<0,05$ ), bem como entre OUES e  $FEV_1$  ( $r=0,582$ ;  $p<0,001$ )<sup>27</sup>. Similarmente aos achados do presente estudo, as variáveis  $VE/VCO_2$  e OUES apresentaram valor clínico como marcadores fisiológicos da eficiência ventilatória e reserva cardiorrespiratória na IC, com destaque para os achados de associações com a primeira variável<sup>27</sup>.

Tzani et al.<sup>32</sup>, corroborando os resultados do presente estudo, encontraram correlação significativa e inversa entre a  $PETCO_2$  e o  $VE/VCO_2$  ( $p<0,01$ ). Considerando a importância clínica de avaliar a função pulmonar (incluindo a  $Pl_{max}$ ) para verificação da capacidade de exercício e a necessidade de verificar outros métodos de avaliação do componente ventilatório, esses autores associaram variáveis do TECP e da espirometria ( $CVF$  e  $VEF_1$ ), em 43 indivíduos com IC classes I a IV da NYHA, encontrando correlações significativas entre as variáveis estudadas ( $p<0,05$ ). A capacidade de difusão pulmonar do monóxido de carbono e os valores de  $PETCO_2$  foram as variáveis que melhor identificaram pacientes com valores de  $VE/VCO_2 >34$  mL/Kg/min, considerado como valor determinante de pior prognóstico nesses indivíduos<sup>3,33</sup>. Myers et al.<sup>28</sup> estudaram 48 pacientes com IC e 13 indivíduos saudáveis e concluíram que pacientes com valores de  $PETCO_2$  abaixo de 36 mmHg apresentaram menor capacidade de exercício, maior  $VE/VCO_2$  ( $r=-0,78$ ;  $p<0,001$ ) e pior OUES ( $r=0,55$ ;  $p<0,001$ ), quando comparados com sujeitos e pacientes com valores de  $PETCO_2$  dentro da normalidade. Matsumoto et al.<sup>34</sup> identificaram também a associação da  $PETCO_2$  no ponto de compensação respiratória e do  $VO_2$  pico ( $r=0,58$ ;  $p<0,0001$ ). No presente estudo, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para a variável  $PETCO_2$  e esta se correlacionou positivamente com as medidas de capacidade máxima e submáxima no GIC. Além disso, o GIC apresentou média dos valores de  $PETCO_2$  abaixo de 36 mmHg, indicando anormalidade da medida. Esses resultados sugerem que a  $PETCO_2$  reflete déficit da capacidade funcional, ventilatória e *performance*

cardíaca em indivíduos com IC e pode ser uma variável complementar aos outros índices obtidos a partir do TECP<sup>34</sup>.

Em relação aos volumes pulmonares, estudos anteriores<sup>35,36</sup> já demonstraram que a CVF, VEF<sub>1</sub> e volume expiratório final podem estar reduzidos nos indivíduos com IC. No presente estudo, os valores brutos e a % do previsto para CVF e VEF<sub>1</sub> foram menores no subgrupo GIC; no entanto, a média das medidas dessas variáveis estava dentro da normalidade (CVF e VEF<sub>1</sub> acima de 80% do previsto) em ambos os subgrupos e não foi encontrada diferença estatística significativa entre eles. Uma possível explicação para esse achado pode ser o fato de que a amostra estudada na comparação dos subgrupos tenha sido pequena para demonstrar significância estatística para tal diferença. Ainda assim, foram observados valores inferiores do desempenho funcional estimado pelo questionário DASI nos cardiopatas.

Valores menores de força muscular inspiratória (expressa pela P<sub>I</sub>max) em indivíduos com IC em relação aos saudáveis também foram encontrados em estudos anteriores<sup>37-40</sup>. Meyer et al.<sup>38</sup> avaliaram a P<sub>I</sub>max de 244 indivíduos com IC classes I a III de NYHA e compararam a 25 sujeitos saudáveis encontrando redução de 23% nos pacientes com IC, de maneira semelhante a observada no presente estudo. Em conformidade, Nishimura et al.<sup>39</sup> avaliaram 23 indivíduos com IC classes II a IV da NYHA e encontraram valores médios da P<sub>I</sub>max significativamente mais baixos nestes quando comparados a saudáveis (NYHA II vs controle: 84 ± 24 vs 92 ± 32 cmH<sub>2</sub>O; NYHA III e IV vs controle: 60 ± 15 vs 92 ± 32 cmH<sub>2</sub>O). É possível que haja uma fraqueza generalizada da musculatura esquelética na IC, reforçando a sintomatologia, intolerância ao esforço, limitação na realização das atividades e exigindo maior trabalho muscular respiratório para adequada ventilação<sup>37,39</sup>. No entanto, apesar de valores reduzidos em relação aos saudáveis, os dados observados no presente estudo não indicam fraqueza da musculatura inspiratória no grupo IC (92% do previsto). Acredita-se que esse fato possa estar relacionado com o nível de atividade física da amostra avaliada por meio da aplicação do questionário PAH.

Guçlu et al.<sup>41</sup> estudaram a comparação da prova de função pulmonar, força muscular respiratória e periférica (músculos bíceps braquial e quadríceps femoral), e

capacidade funcional avaliada pelo TC6 (DTC6) entre as classes funcionais II e III da NYHA. Foi observada redução da capacidade funcional submáxima e força muscular periférica coincidente com o avanço da doença cardíaca, embora a função pulmonar e força muscular respiratória estivessem preservadas, em ambos os grupos<sup>41</sup>. Este estudo apresenta resultado semelhante ao nosso, quando encontrou normalidade nas médias e % prevista de CVF e VEF<sub>1</sub>, em uma amostra de pacientes com IC; porém, foram observados valores bem menores de DTC6 nesse grupo de pacientes quando comparados ao nosso GIC (328,35 ± 101,56m vs 605,50 ± 92,10m). Mais uma vez esse fato pode ter relação com o moderado nível de atividade física dos pacientes.

Além das questões e medidas de eficiência ventilatória envolvidas, vale reforçar a importância das medidas de CVF, VEF<sub>1</sub> e P<sub>lmax</sub>, ao considerar a capacidade funcional máxima e submáxima de um indivíduo com IC. Faggiano et al.<sup>6</sup> encontraram correlações de magnitude moderada entre medidas de função pulmonar (CVF e VEF<sub>1</sub>) e VO<sub>2</sub> pico (p<0,05), em uma amostra de 161 mulheres com IC classes II a IV de NYHA. Além disso, foi observada maior CVF no grupo de pacientes com VO<sub>2</sub> pico >14mL/kg•min<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados no nosso estudo, considerando o subgrupo GIC. Habedank et al.<sup>42</sup> estudaram 249 pacientes com IC classes I a IV da NYHA e encontraram correlações de fraca magnitude entre a P<sub>lmax</sub> e o VO<sub>2</sub> pico e também entre a P<sub>lmax</sub> e FEV<sub>1</sub> (r=0,15 e r=0,34, respectivamente; p<0,02), além de relatar P<sub>lmax</sub> significativamente menor em mulheres. No presente estudo, a P<sub>lmax</sub> se associou significativamente com a medida de capacidade submáxima (DTC6) em indivíduos com IC, mas não foi encontrada associação com o VO<sub>2</sub> pico. No estudo de Di Naso et al.<sup>43</sup>, em que foram estudados 42 indivíduos com IC classes I a III da NYHA, também foi encontrada correlação entre a P<sub>lmax</sub> e a DTC6 (r=0,543; p<0,001), entre a P<sub>lmax</sub> e a CVF (r=0,501; p<0,001), sendo que o VEF<sub>1</sub> também apresentou correlação com a DTC6 (r=0,514; p<0,001). Nesses indivíduos, os músculos respiratórios parecem exercer um importante papel na capacidade funcional e a fraqueza muscular respiratória pode ser um dos fatores limitantes na realização de atividades. Apesar de no presente estudo não ter sido observada fraqueza muscular inspiratória no grupo de indivíduos com IC, a medida de P<sub>lmax</sub> pode ser um recurso adicional na avaliação destes pacientes, já que é uma medida não invasiva, de baixo

custo, prática e reprodutível<sup>8,38</sup>, com sugestiva associação com a capacidade funcional submáxima.

Coutinho-Myrrha et al.<sup>19</sup> realizaram a tradução, adaptação transcultural para a língua portuguesa e verificou as propriedades psicométricas do questionário DASl para avaliação da capacidade funcional, em uma amostra de 67 indivíduos com doenças cardiovasculares. Foram encontradas correlações moderadas entre a pontuação do questionário e variáveis obtidas no teste ergométrico ( $VO_2$ max e METmax), sugerindo associação da medida direta e estimada da capacidade funcional. Além de encontrar diferença estatística na pontuação obtida no questionário, ao comparar indivíduos com IC e saudáveis, em nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que identificou a associação entre o DASl e a medida de eficiência ventilatória  $VE/VCO_2$ . Esses achados reforçam a ideia de que a incapacidade do coração em bombear sangue suficiente para atender as demandas teciduais acentua as alterações musculares estruturais que, por sua vez, limitam a realização de atividades físicas, inclusive as atividades da vida diária expressa pelo prejuízo no desempenho funcional estimado e ineficiência ventilatória.

Conforme citado anteriormente, a medida de capacidade máxima expressa pelo  $VO_2$  pico apresentou relação com índices ventilatórios obtidos a partir da ergoespirometria. Além disso, alguns desses indicadores de eficiência ventilatória associaram-se também com as medidas de função pulmonar, incluindo a força muscular inspiratória, em indivíduos com IC. Estes achados sugerem a possibilidade de avaliação do componente ventilatório por meio da espirometria e manovacuometria digital, na ausência do TECP, já que boas associações foram observadas entre a CVF,  $VEF_1$  e PImax com as variáveis ventilatórias obtidas a partir do teste máximo em pacientes com IC. É possível identificar o tamanho da influência do comprometimento ventilatório sobre a capacidade de exercício e eficiência na doença, reconhecida por alguns autores como um marcador de anormalidade que reflete o déficit de DC em cardiopatas<sup>34</sup>.

Algumas limitações devem ser consideradas na análise dos resultados deste estudo. A principal delas é o reduzido número de indivíduos avaliados pela prova de função pulmonar e força muscular inspiratória. Futuras investigações devem incluir maior

número de participantes para avaliação ventilatória específica a fim de confirmar a associação da função pulmonar (incluindo a força muscular inspiratória) e a capacidade ventilatória máxima com a capacidade funcional de pacientes com IC. No grupo geral, o número de participantes do sexo feminino foi maior no GC. Entretanto, considerando que as mulheres possuem, em geral, menor capacidade funcional do que os homens para uma mesma idade, os nossos resultados sugerem valor substancial em, ainda assim, indicar diferenças entre os grupos avaliados. Mesmo considerando as limitações, o estudo apresenta relevância clínica, pois reforça diferentes comportamentos em relação à capacidade funcional e ventilatória de indivíduos com IC e saudáveis, indicando a possibilidade de utilização de outros métodos, que não o TECP, para identificar e monitorar a ventilação desses indivíduos. Esse aspecto é de fundamental importância, especialmente para monitorar a evolução de treinamentos gerais e específicos ventilatórios.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados do presente estudo sugerem que as avaliações em conjunto da capacidade submáxima, desempenho estimado e da função pulmonar (incluindo a força muscular inspiratória) podem ser utilizadas para otimizar a triagem, diagnóstico e tratamento do comprometimento ventilatório em pacientes com IC, principalmente na ausência de acesso ao teste de esforço cardiopulmonar máximo.

**Contribuição dos autores**

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual: RODRIGUES RS, SAMORA GAR, PEREIRA HLA, ALMEIDA FD, SILVA JA Jr, PEREIRA DAG, PARREIRA VF, BRITTO RR; Análise e interpretação dos dados, análise estatística e redação do manuscrito: RODRIGUES RS, SAMORA GAR, BRITTO RR.

**Potencial Conflito de Interesses**

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

**Fontes de Financiamento do Estudo**

O estudo apresentou fontes de financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

**Vinculação Acadêmica**

Este artigo representa parte da Dissertação de Mestrado em Ciências da Reabilitação de Roseane Santo Rodrigues pela Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS

1. Bocchi EA, Marcondes-Braga FG, Bacal F, Ferraz AS, Albuquerque D, Rodrigues DA, et al. [Updating of the Brazilian guideline for chronic heart failure - 2012]. *Arq Bras Cardiol.* 2012 Jan;98(1 Suppl 1):1-33.
2. Piepoli MF, Guazzi M, Boriani G, Ciccoira M, Corra U, Dalla LL, et al. Exercise intolerance in chronic heart failure: mechanisms and therapies. Part I. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2010 Dec;17(6):637-42.
3. Arena R, Myers J, Guazzi M. Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. *Congest Heart Fail.* 2011 May;17(3):115-9.
4. Myers J, Zaheer N, Quaglietti S, Madhavan R, Froelicher V, Heidenreich P. Association of functional and health status measures in heart failure. *J Card Fail.* 2006 Aug;12(6):439-45.
5. Carvalho EE, Costa DC, Crescencio JC, Santi GL, Papa V, Marques F, et al. Heart failure: comparison between six-minute walk test and cardiopulmonary test. *Arq Bras Cardiol.* 2011 Jul;97(1):59-64.
6. Faggiano P, D'Aloia A, Gualeni A, Giordano A. Relative contribution of resting haemodynamic profile and lung function to exercise tolerance in male patients with chronic heart failure. *Heart.* 2001 Feb;85(2):179-84.
7. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol.* 2002; 28(Supl 3):S1-S82.
8. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol.* 2002;28(Supl 3):S155-S165.
9. Ingle L. Prognostic value and diagnostic potential of cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2008 Feb;10(2):112-8.
10. Camarozano A, Rabischoffsky A, Maciel BC, Brindeiro Filho D, Horowitz ES, Pena JLB, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes das indicações da ecocardiografia. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(6 supl.3):e265-e302.
11. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
12. Weisman IM, Beck KC, Casaburi R, Cotes JE, Crapo RO, Dempsey JA, et al. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Jan 15;167(2):211-77.
13. Souza AC, Magalhaes LC, Teixeira-Salmela LF. [Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile]. *Cad Saude Publica.* 2006 Dec;22(12):2623-36.
14. Daughton DM, Fix AJ, Kass I, Bell CW, Patil KD. Maximum oxygen consumption and the ADAPT quality-of-life scale. *Arch Phys Med Rehabil.* 1982 Dec;63(12):620-2.

15. Fix AJ, Daughton DM. Human activity profile professional manual. Nebraska: *Psychological Assessment Resources, Inc.*, 1988.
16. Crapo RO, Zeballos RJ. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Jul;166(1):111-7.
17. Britto RR, SOUSA LAP. Teste De Caminhada De Seis Minutos – Uma Normatização Brasileira. *Fisioter Mov.* 2006;19(4):49-54.
18. Hlatky MA, Boineau RE, Higginbotham MB, Lee KL, Mark DB, Califf RM, et al. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol.* 1989 Sep;64(10):651-4.
19. Coutinho-Myrrha MA, Dias RC, Fernades AA, Araújo CG, Hlatky MA, Pereira DG, et al. Duke Activity Status Index for cardiovascular diseases: adaptation and validation of the Portuguese translation. *Arq Bras Cardiol.* 2014. (no prelo)
20. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J.* 2005 Jul;26(1):153-61.
21. Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007 Aug;33(4):397-406.
22. Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Britto RR. Pressões Respiratórias Máximas: Valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(5):361-8.
23. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999 Jun;32(6):719-27.
24. Chua TP, Anker SD, Harrington D, Coats AJ. Inspiratory muscle strength is a determinant of maximum oxygen consumption in chronic heart failure. *Br Heart J.* 1995 Oct;74(4):381-5.
25. Tokmakova M, Kostianev S, Dobрева B, Djurdjev A. Comprehensive assessment of ventilatory functions of patients with chronic heart failure. *Folia Med (Plovdiv).* 1999;41(4):12-8.
26. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M, et al. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000 Feb;161(2 Pt 1):487-92.
27. Marinov BI, Tokmakova MP, Kostianev SS, Djurdjev AB. Oxygen uptake efficiency slope in patients with chronic heart failure and coexisting respiratory disease. *Folia Med (Plovdiv).* 2008 Oct;50(4):39-47.

28. Myers J, Gujja P, Neelagaru S, Hsu L, Vittorio T, Jackson-Nelson T, et al. End-tidal CO<sub>2</sub> pressure and cardiac performance during exercise in heart failure. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Jan;41(1):19-25.
29. Antoine-Jonville S, Pichon A, Vazir A, Polkey MI, Dayer MJ. Oxygen Uptake Efficiency Slope, Aerobic Fitness, and V(E)-VCO<sub>2</sub> Slope in Heart Failure. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(3):428-34.
30. Guazzi M, Dickstein K, Vicenzi M, Arena R. Six-minute walk test and cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure: a comparative analysis on clinical and prognostic insights. *Circ Heart Fail.* 2009 Nov;2(6):549-55.
31. Silva VZ, Lima AC, Vargas FT, Cahalin LP, Arena R, Cipriano G, Jr. Association between physical activity measurements and key parameters of cardiopulmonary exercise testing in patients with heart failure. *J Card Fail.* 2013 Sep;19(9):635-40.
32. Tzani P, Piepoli MF, Longo F, Aiello M, Serra W, Maurizio AR, et al. Resting lung function in the assessment of the exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Am J Med Sci.* 2010 Mar;339(3):210-5.
33. Sarullo FM, Fazio G, Brusca I, Fasullo S, Paterna S, Licata P, et al. Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients with Chronic Heart Failure: Prognostic Comparison from Peak VO<sub>2</sub> and VE/VCO<sub>2</sub> Slope. *Open Cardiovasc Med J.* 2010;4:127-34.
34. Matsumoto A, Itoh H, Eto Y, Kobayashi T, Kato M, Omata M, et al. End-tidal CO<sub>2</sub> pressure decreases during exercise in cardiac patients: association with severity of heart failure and cardiac output reserve. *J Am Coll Cardiol.* 2000 Jul;36(1):242-9.
35. Dimopoulou I, Tsintzas OK, Alivizatos PA, Tzelepis GE. Pattern of breathing during progressive exercise in chronic heart failure. *Int J Cardiol.* 2001 Dec;81(2-3):117-21.
36. Ambrosino N, Opasich C, Crotti P, Cobelli F, Tavazzi L, Rampulla C. Breathing pattern, ventilatory drive and respiratory muscle strength in patients with chronic heart failure. *Eur Respir J.* 1994 Jan;7(1):17-22.
37. Baião EA, Rocha MOC, Lima MM, Beloti FR, Pereira DA, Parreira VF, et al. Respiratory function and functional capacity in Chagas cardiomyopathy. *Int J Cardiol.* Oct 2013;168(5):5059-61.
38. Meyer FJ, Borst MM, Zugck C, Kirschke A, Schellberg D, Kubler W, et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation.* 2001 May 1;103(17):2153-8.
39. Nishimura Y, Maeda H, Tanaka K, Nakamura H, Hashimoto Y, Yokoyama M. Respiratory muscle strength and hemodynamics in chronic heart failure. *Chest.* 1994 Feb;105(2):355-9.

40. Daganou M, Dimopoulou I, Alivizatos PA, Tzelepis GE. Pulmonary function and respiratory muscle strength in chronic heart failure: comparison between ischaemic and idiopathic dilated cardiomyopathy. *Heart*. 1999 Jun;81(6):618-20.
41. Güçlü MB, İnce DI, Arıkan H, Savcı S, Tülümen E, Tokgözoğlu L. [A comparison of pulmonary function, peripheral and respiratory muscle strength and functional capacity in the heart failure patients with different functional classes]. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2011;1:101-6.
42. Habedank D, Meyer FJ, Hetzer R, Anker SD, Ewert R. Relation of respiratory muscle strength, cachexia and survival in severe chronic heart failure. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2013 Dec;4(4):277-85.
43. Di Naso FC, Pereira JS, Dias AS, Forgiarini LA, Jr., Monteiro MB. Correlations between respiratory and functional variables in heart failure. *Rev Port Pneumol*. 2009 Sep;15(5):875-90.

**Observação**

As tabelas do presente estudo estão configuradas conforme as solicitações da Revista Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Contudo, de maneira a facilitar a visualização dos dados pelos componentes da banca avaliadora deste projeto de mestrado, foi utilizado, nesta versão, tamanho da fonte maior do que a exigida pela Revista.

TABELA 1 – Características físicas e clínicas dos voluntários do estudo (n=56)

Característica	GIC (n=28)	GC (n=28)	Valor p [IC – 95%]
Idade (anos)	47,50 (37,25 – 52,00)	38,50 (30,00 – 50,50)	0,093
Sexo (fem/masc), n	07/ 21	16/ 12	0,015
Peso (Kg)	73,64 ± 11,98	71,20 ± 16,89	0,536 [-5,43; 10,31]
Altura (m)	1,68 ± 0,10	1,67 ± 0,09	0,754 [-0,042; 0,058]
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	26,22 ± 4,12	25,30 ± 4,45	0,428 [-1,38; 3,21]
NYHA (I/ II/ III), n	5/ 14/ 9	-	-
FEVE (%)	35,14 ± 11,78	-	-
Etiologia, n			
Idiopática	05	-	-
Isquêmica	13		
Chagásica	01		
Hipertensiva	04		
Valvopatia	03		
Outros	02		
TECP			
VO <sub>2</sub> pico (mL/kg•min <sup>-1</sup> )	22,88 ± 6,50	31,44 ± 8,11	<0,0001 [-12,50; -4,62]
VE/VCO <sub>2</sub>	33,05 (30,52 – 37,35)	30,45 (28,13 – 34,01)	0,022
OUES (L/min)	0,92 ± 0,24	1,13 ± 0,24	0,002 [-0,34; -0,083]
VO <sub>2</sub> / FC (mL/bpm)	11,41 ± 3,39	12,48 ± 2,98	0,217 [-2,78; 0,65]
PETCO <sub>2</sub> (mmHg)	35,32 ± 5,05	38,46 ± 5,62	0,034 [-6,03; -0,25]
DP (mmHg•bpm)	22139 ± 6595	28148 ± 3322	<0,0001 [-8875; -3142]
FCmax (bpm)	150,00 (129,25 – 165,25)	179,00 (166,00 – 189,00)	<0,0001
TC6			
Distância TC6 (m)	605,50 ± 92,10	691,14 ± 75,55	<0,0001 [-124,36; -37,57]
Questionário PAH			
EMA	82,00 (76,00 – 87,75)	89,5 (83,50 – 92,75)	0,001
EAA	71,00 (58,00 – 81,75)	87,5 (82,00 – 92,75)	<0,0001

Valores expressos como média ± desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% para média ou mediana e intervalo interquartil 25-75%

GIC - grupo de indivíduos com insuficiência cardíaca; GC - grupo controle; fem - sexo feminino; masc - sexo masculino; IMC - índice de massa corpórea; NYHA - *New York Heart Association* (classificação); FEVE - fração de ejeção ventricular esquerda; TECP - teste de esforço cardiopulmonar; VO<sub>2</sub> pico - consumo de oxigênio no pico do esforço; VE/VCO<sub>2</sub> - quociente ventilatório para dióxido de carbono; OUES - *oxygen uptake efficiency slope* (eficiência do consumo de oxigênio); VO<sub>2</sub>/FC - pulso de oxigênio; PETCO<sub>2</sub> - pressão parcial expirada de dióxido de carbono; DP - duplo produto; FCmax - frequência cardíaca máxima atingida no teste de esforço cardiopulmonar; TC6 - teste de caminhada de seis minutos; PAH - perfil de atividade humana (questionário); EMA - escore máximo de atividade; EAA - escore ajustado de atividade.

**TABELA 2 – Correlações entre variáveis ventilatórias e cardíacas obtidas durante o teste de esforço cardiopulmonar e a capacidade funcional máxima e submáxima dos voluntários do estudo (n=56)**

Variáveis	VO <sub>2</sub> pico		DTC6	
	GIC (n=28)	GC (n=28)	GIC (n=28)	GC (n=28)
	r valor p			
VE/CO <sub>2</sub>	<b>-0,48</b> <b>0,009</b>	0,05 0,796	<b>0,48</b> <b>0,010</b>	-0,07 0,722
OUES	<b>0,83</b> <b>&lt;0,0001</b>	<b>0,54</b> <b>0,003</b>	<b>0,46</b> <b>0,015</b>	0,33 0,082
VO <sub>2</sub> /FC	<b>0,60</b> <b>0,001</b>	<b>0,42</b> <b>0,025</b>	0,30 0,117	0,26 0,185
PETCO <sub>2</sub>	<b>0,42</b> <b>0,026</b>	-0,08 0,712	<b>0,43</b> <b>0,022</b>	0,04 0,827
DP	0,34 0,081	0,20 0,320	0,09 0,669	0,36 0,061

VO<sub>2</sub> pico - consumo de oxigênio no pico do esforço; DTC6 - distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos; GIC - grupo de indivíduos com insuficiência cardíaca; GC - grupo controle; VE/CO<sub>2</sub> - quociente ventilatório para dióxido de carbono; OUES - *oxygen uptake efficiency slope* (eficiência do consumo de oxigênio); VO<sub>2</sub>/FC - pulso de oxigênio; PETCO<sub>2</sub> - pressão parcial expirada de dióxido de carbono; DP - duplo produto.

**TABELA 3 – Características físicas e clínicas dos voluntários que participaram da avaliação pulmonar específica (subgrupos GIC e GC, n=15)**

Característica	Subgrupo GIC (n=8)	Subgrupo GC (n=7)	Valor p [IC – 95%]
Idade (anos)	44,63 ± 9,72	44,14 ± 11,05	0,93 [-11,29; 12,26]
Sexo (fem/masc), n	1/ 7	1/ 6	0,922
Peso (Kg)	81,94 ± 10,12	81,76 ± 10,34	0,978 [-11,33; 11,63]
Altura (m)	1,70 ± 0,09	1,74 ± 0,06	0,282 [-0,13; 0,042]
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28,52 ± 3,17	26,91 ± 1,97	0,255 [-1,33; 4,55]
NYHA (I/ II/ III), n	1/ 6/ 1	-	-
FEVE (%)	40,50 ± 9,99	-	-
Etiologia, n			
Isquêmica	6	-	-
Hipertensiva	1		
Valvopatia	1		
TECP			
VO <sub>2</sub> pico (mL/kg•min <sup>-1</sup> )	20,94 ± 4,74	30,70 ± 4,27	0,001 [-14,79; -4,74]
VE/VCO <sub>2</sub>	35,65 ± 10,21	29,17 ± 3,04	0,073 [28,50; 34,40]
OUES (L/min)	0,95 ± 0,26	1,27 ± 0,16	0,012 [-0,56; -0,09]
VO <sub>2</sub> / FC (mL/bpm)	12,79 ± 3,46	14,03 ± 2,35	0,426 [-4,53; 2,04]
PETCO <sub>2</sub> (mmHg)	35,50 ± 7,83	39,88 ± 4,84	0,212 [-11,62; 2,86]
DP (mmHg•bpm)	17422 ± 3620	27696 ± 2050	<0,0001 [-13556; -6991]
FCmax (bpm)	138,00 ± 21,90	182,29 ± 13,65	<0,0001 [-64,58; -23,99]
TC6			
Distância TC6 (m)	602,13 ± 78,22	670,43 ± 34,99	0,050 [-136,64; 0,36]
Questionário PAH			
EMA	78,63 ± 7,03	89,86 ± 3,24	0,002 [17,39; -5,07]
EAA	71,13 ± 10,79	89,14 ± 4,22	0,002 [27,32; -8,71]
Espirometria			
CVF (L)	3,50 ± 1,02	4,16 ± 0,47	0,128 [-1,56; 0,23]
% previsto	82,76 ± 14,92	94,10 ± 9,34	0,100 [-25,18; 2,51]
VEF <sub>1</sub> (L)	2,73 ± 0,74	3,32 ± 0,28	0,067 [-1,23; 0,05]
% previsto	79,00 ± 15,51	91,69 ± 9,07	0,075 [-26,85; 1,48]
Manovacuometria digital			
PImax (cmH <sub>2</sub> O)	106,63 ± 13,77	139,80 ± 13,88	<0,0001 [-48,68; -17,67]
% previsto	92,17 (84,77 – 102,50)	121,6 (107,8 – 143,04)	0,005
Questionário DASI	35,70 (21,39 – 49,20)	58,20 (58,20 – 58,20)	0,005

Valores expressos como média ± desvio-padrão e intervalo de confiança de 95% para média ou mediana e intervalo interquartil 25-75%

GIC - grupo de indivíduos com insuficiência cardíaca; GC - grupo controle; fem - sexo feminino; masc - sexo masculino; IMC - índice de massa corpórea; NYHA - *New York Heart Association* (classificação); FEVE - fração de ejeção ventricular esquerda; TECP - teste de esforço cardiopulmonar;  $VO_2$  pico - consumo de oxigênio no pico do esforço;  $VE/VCO_2$  - quociente ventilatório para dióxido de carbono; OUES - *oxygen uptake efficiency slope* (eficiência do consumo de oxigênio);  $VO_2/FC$  - pulso de oxigênio;  $PETCO_2$  - pressão parcial expirada de dióxido de carbono; DP - duplo produto; FCmax - frequência cardíaca máxima atingida no teste de esforço cardiopulmonar; TC6 - teste de caminhada de seis minutos; PAH - perfil de atividade humana (questionário); EMA - escore máximo de atividade; EAA - escore ajustado de atividade; CVF - capacidade vital forçada;  $VEF_1$  - volume expiratório forçado no primeiro segundo; PImax - pressão inspiratória máxima; % - porcentagem; DASl - *Duke Activity Status Index* (questionário).

**TABELA 4 – Correlações da função pulmonar (incluindo a pressão inspiratória máxima) e das variáveis ergoespirométricas com a capacidade funcional máxima, submáxima e desempenho estimado dos voluntários que participaram da avaliação pulmonar específica (subgrupos GIC e GC, n=15)**

Variáveis	VO <sub>2</sub> pico		DTC6		DASI	
	GIC (n=8)	GC (n=7)	GIC (n=8)	GC (n=7)	GIC (n=8)	GC (n=7)
	r valor p					
VE/VCO <sub>2</sub>	-0,56 0,120	0,25 0,589	-0,50 0,207	0,00 1,000	<b>-0,95</b> <b>0,0001</b>	-0,41 0,363
OUES	<b>0,95</b> <b>0,0001</b>	0,61 0,142	0,41 0,313	0,42 0,354	0,31 0,454	0,21 0,656
VO <sub>2</sub> /FC	<b>0,90</b> <b>0,002</b>	0,54 0,207	0,43 0,290	0,21 0,644	0,14 0,739	0,22 0,632
DP	0,30 0,475	-0,30 0,519	0,37 0,366	0,31 0,503	0,42 0,301	-0,44 0,318
PETCO <sub>2</sub>	0,49 0,216	-0,18 0,700	0,45 0,267	-0,23 0,613	<b>0,90</b> <b>0,002</b>	0,57 0,184
CVF	<b>0,76</b> <b>0,029</b>	0,47 0,292	0,48 0,226	0,19 0,689	0,62 0,104	0,08 0,867
VEF <sub>1</sub>	<b>0,83</b> <b>0,010</b>	<b>0,84</b> <b>0,018</b>	0,53 0,180	<b>0,76</b> <b>0,041</b>	0,67 0,072	-0,004 0,992
Plmax	0,38 0,359	-0,73 0,062	<b>0,87</b> <b>0,005</b>	-0,23 0,621	0,67 0,071	-0,27 0,558

VO<sub>2</sub> pico - consumo de oxigênio no pico do esforço; DTC6 - distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos; DASI - *Duke Activity Status Index* (questionário); GIC - grupo de indivíduos com insuficiência cardíaca; GC - grupo controle; VE/VCO<sub>2</sub> - quociente ventilatório para dióxido de carbono; OUES - *oxygen uptake efficiency slope* (eficiência do consumo de oxigênio); VO<sub>2</sub>/FC - pulso de oxigênio; DP - duplo produto; PETCO<sub>2</sub> - pressão parcial expirada de dióxido de carbono; CVF - capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> - volume expiratório forçado no primeiro segundo; Plmax - pressão inspiratória máxima.

**TABELA 5 – Correlações entre variáveis ergoespirométricas e variáveis da função pulmonar (incluindo a pressão inspiratória máxima) (n=15)**

Variáveis	VE/VCO <sub>2</sub>		OUES		VO <sub>2</sub> /FC		PETCO <sub>2</sub>	
	GIC (n=8)	GC (n=7)	GIC (n=8)	GC (n=7)	GIC (n=8)	GC (n=7)	GIC (n=8)	GC (n=7)
	r valor p							
CVF	<b>-0,71</b> <b>0,047</b>	0,29 0,535	0,62 0,104	<b>0,89</b> <b>0,007</b>	0,52 0,183	<b>0,96</b> <b>0,001</b>	0,55 0,159	-0,11 0,817
VEF <sub>1</sub>	<b>-0,71</b> <b>0,047</b>	0,25 0,589	<b>0,74</b> <b>0,036</b>	<b>0,87</b> <b>0,011</b>	0,607 0,111	<b>0,76</b> <b>0,047</b>	0,65 0,083	-0,08 0,871
Plmax	<b>-0,74</b> <b>0,035</b>	-0,25 0,589	0,48 0,230	-0,36 0,430	0,43 0,288	-0,515 0,237	0,52 0,191	0,34 0,452

GIC - grupo de indivíduos com insuficiência cardíaca; GC - grupo controle; CVF - capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub> - volume expiratório forçado no primeiro segundo; Plmax - pressão inspiratória máxima; VE/VCO<sub>2</sub> - quociente ventilatório para dióxido de carbono; OUES - *oxygen uptake efficiency slope* (eficiência do consumo de oxigênio); VO<sub>2</sub>/FC - pulso de oxigênio; PETCO<sub>2</sub> - pressão parcial expirada de dióxido de carbono.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi desenvolvido sob orientação da professora doutora Raquel Rodrigues Britto em concordância com o alicerce teórico do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UFMG, ou seja, a perspectiva apresentada no modelo da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) proposto pela Organização Mundial de Saúde. Esta dissertação está inserida na área de concentração do Desempenho Funcional Humano, na linha de pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório. Considerando as perspectivas do modelo da CIF, o objeto deste estudo encontra-se especialmente nos domínios de estrutura e função do corpo e também no escopo da Prática clínica Baseada em Evidências, correspondente aos testes diagnósticos.

A escolha do objeto de estudo foi baseada na repercussão da insuficiência cardíaca sobre a capacidade e o desempenho funcional dos indivíduos, sendo estes intimamente relacionados às alterações fisiopatológicas da doença.

Para uma abordagem mais completa do indivíduo com IC, é necessário conhecer o impacto da capacidade ventilatória de repouso e eficiência ventilatória ao esforço sobre a capacidade funcional e buscar mecanismos e estratégias de intervenção para melhorar a condição de saúde deste paciente. Diante disso, neste estudo, foram realizados testes de avaliação da condição cardiopulmonar máxima com análise de gases expirados (ergoespirometria), teste de caminhada de seis minutos (avaliação submáxima), teste de função pulmonar (espirometria) e força muscular inspiratória (manovacuometria digital) e aplicados os questionários *Duke Activity Status Index* (DASI) e Perfil de Atividade Humana (PAH).

De acordo com a estrutura do modelo da CIF, este estudo está inserido no domínio estrutura e função do corpo, que se caracteriza pelas funções fisiológicas e/ou psicológicas dos sistemas corporais e por suas partes anatômicas. Assim, a

avaliação dos músculos respiratórios e suas funções, bem como da função cardíaca buscou discutir os ajustes patofisiológicos da doença impostos pela atividade do indivíduo. Os domínios atividade e participação também foram abordados no presente estudo. O domínio relacionado à atividade descreve a habilidade de um indivíduo em executar uma tarefa ou ação de sua rotina diária, enquanto que a participação envolve a interação do indivíduo em seu meio sociocultural. A investigação do desempenho estimado e do nível de atividade física dos voluntários foi feita por meio da aplicação de questionários.

Os resultados deste estudo sugerem que pacientes com IC apresentam comprometimento da função ventilatória no repouso e ao esforço, representado por medidas com valores menores do que as de indivíduos saudáveis. Este estudo mostrou ainda que há boa relação entre as variáveis espirométricas e a pressão inspiratória máxima e dados de capacidade funcional (máxima, submáxima e/ou predita). Apesar do uso e valor clínico indiscutível do TECP, métodos de avaliação do componente ventilatório no repouso (espirometria e manovacuometria) apresentaram boa associação com variáveis que refletem o estado funcional de indivíduos com IC.

As limitações do presente estudo devem ser consideradas na análise dos resultados. Cabe apontar que a principal delas é, sem dúvida, o número reduzido de indivíduos avaliados nos subgrupos pelas provas de função pulmonar e força muscular inspiratória. Dificuldades institucionais relacionadas ao deslocamento dos pacientes do serviço de Cardiologia do Hospital das Clínicas da UFMG ao Campus Pampulha (onde se encontra o nosso laboratório de avaliação), à coparticipação de outros profissionais na liberação e consentimento para participação dos pacientes no estudo, ao excesso de sistematização e demora na liberação dos pareceres do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade, além das dificuldades relacionadas ao interesse individual em contribuir com a comunidade acadêmica (principalmente em se tratando de indivíduos saudáveis) podem ter sido os principais obstáculos para desenvolvimento e finalização desta dissertação dentro dos prazos

estabelecidos pelo Programa de Pós-Graduação, respeitando as orientações da CAPES.

Mesmo considerando as limitações do estudo, é possível a partir do mesmo realçar sua importância clínica, já que reforça diferentes comportamentos em relação à capacidade funcional e ventilatória de indivíduos com IC e saudáveis e indica a possibilidade de utilização de outros métodos, que não o teste de esforço cardiopulmonar máximo, para identificar e monitorar a ventilação desses indivíduos. Esse aspecto é de fundamental relevância clínica, especialmente para contribuir na prescrição e monitoração da evolução de treinamentos gerais e específicos ventilatórios. A literatura já apresenta estudos suficientes que indicam a importância da avaliação da musculatura respiratória para treinamento específico em indivíduos com IC. Entretanto, o que observamos na prática é que esses métodos ainda são poucos utilizados pelos profissionais. Vários estudos têm sido realizados na tentativa de disponibilizar novos métodos e instrumentos cuja utilização seja viável na prática clínica; no entanto, é importante também que os profissionais passem a utilizá-los em sua rotina, pois somente assim é possível consolidar a prática baseada em evidências.

O produto desta dissertação foi elaborado com vistas à possibilidade de colaborar com a construção de um conhecimento consolidado e respaldado nos princípios éticos da profissão, de forma que os resultados encontrados possam auxiliar a avaliação funcional e o tratamento fisioterápico dos pacientes com insuficiência cardíaca.

## REFERÊNCIAS

AKKERMAN, M. *et al.* The oxygen uptake efficiency slope: what do we know? **J. Cardiopulm. Rehabil. Prev.**, v.30, n.6, p.357-373, Nov.2010.

AMBROSINO, N. *et al.* Breathing pattern, ventilatory drive and respiratory muscle strength in patients with chronic heart failure. **Eur. Respir. J.**, v.7, n.1, p.17-22, Jan.1994.

ANTOINE-JONVILLE, S. *et al.* Oxygen uptake efficiency slope, aerobic fitness, and V(E)-VCO<sub>2</sub> slope in heart failure. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.44, n.3, p.428-434, 2012.

ARENA, R. *et al.* Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. **Circulation**, v.116, n.3, p.329-343, Jul.2007.

ARENA, R.; MYERS, J.; GUAZZI, M. The clinical importance of cardiopulmonary exercise testing and aerobic training in patients with heart failure. **Rev. Bras. Fisio.**, v.12, n.2, p.75-87, 2008.

ARENA, R.; MYERS, J.; GUAZZI, M. Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. **Congest. Heart Fail.**, v.17, n.3, p.115-119, May.2011.

BABA, R. The oxygen uptake efficiency slope and its value in the assessment of cardiorespiratory functional reserve. **Congest. Heart Fail.**, v.6, n.5, p.256-258, Sep.2000.

BAIÃO, E. A. *et al.* Respiratory function and functional capacity in Chagas cardiomyopathy. **Int. J. Cardiol.**, v.168, n.5, p.5059-5061, Oct.2013.

BARBOSA E SILVA, O.; FILHO D. C. S. A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.81, n.1, p.48-53, 2003.

BATTAGLIA, E.; FULGENZI, A.; FERRERO, M. E. Rationale of the combined use of inspiratory and expiratory devices in improving maximal inspiratory pressure and

maximal expiratory pressure of patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.90, n.6, p.913-918, Jun.2009.

BELLI, J. F. *et al.* Ergoreflex activity in heart failure. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.97, n.2, p.171-178, Aug.2011.

BERNARD, A. *et al.* Evaluation of respiratory muscle strength by randomized controlled trial comparing thoracoscopy, transaxillary thoracotomy, and posterolateral thoracotomy for lung biopsy. **Eur. J. Cardiothorac. Surg.**, v.29, n.4, p.596-600, Apr.2006.

BITTNER, V. Exercise testing in heart failure: maximal, submaximal, or both? **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.42, n.1, p.123-125, Jul.2003.

BLUM, A. Heart failure-new insights. **Isr. Med. Assoc. J.**, v.11, n.2, p.105-111, Feb.2009.

BOCCHI, E. A. *et al.* Updating of the Brazilian guideline for chronic heart failure - 2012. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.98, n.1 Suppl 1, p.1-33, Jan.2012.

BONOW, R. O. *et al.* ACC/AHA clinical performance measures for adults with chronic heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Performance Measures (Writing Committee to Develop Heart Failure Clinical Performance Measures) endorsed by the Heart Failure Society of America. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.46, n.6, p.1144-1178, 20 Sep.2005.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.14, n.5, p.377-381, 1982.

BOZKURT, B.; MANN, D. L.; DESWAL, A. Biomarkers of inflammation in heart failure. **Heart Fail. Rev.**, v.15, n.4, p.33-41, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Datasus. Informações de Saúde. **Informações epidemiológicas e morbidade.** Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: 16 Jan. 2014.

BRITTO, R. R.; SOUSA, L. A. P. Teste De Caminhada De Seis Minutos – Uma Normatização Brasileira. **Fisioter. Mov.**, v.19, n.4, p.49-54, 2006.

CAHALIN, L. P. *et al.* The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. **Chest**, v.110, n.2, p.325-332, Aug.1996.

CAMAROZANO, A. *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes das indicações da ecocardiografia. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.93, (6 supl.3), p.e265-e302, 2009.

CARVALHO, E. E. *et al.* Heart failure: comparison between six-minute walk test and cardiopulmonary test. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.97, n.1, p.59-64, Jul.2011.

CHRYSSANTHOPOULOS, S. N.; DRITSAS, A.; COKKINOS, D. V. Activity questionnaires; a useful tool in accessing heart failure patients. **Int. J. Cardiol.**, v.105, n.3, p.294-299, Dec.2005.

CHUA, T. P. *et al.* Inspiratory muscle strength is a determinant of maximum oxygen consumption in chronic heart failure. **Br. Heart J.**, v.74, n.4, p.381-385, Oct.1995.

COATS A. *et al.* Symptoms and quality of life in heart failure: the muscle hypothesis. **Br. Heart J.**, v.72, Suppl.2, p.S36-S39, 1994.

COUTINHO-MYRRHA, M. A. *et al.* Duke Activity Status Index for cardiovascular diseases: adaptation and validation of the Portuguese translation. **Arq. Bras. Cardiol.**, 2014. No prelo.

CRAPO, R. O.; ZEBALLOS, R. J. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v.166, n.1, p.111-117, 1 Jul.2002.

CRIMI, E. *et al.* Mechanisms by which exercise training benefits patients with heart failure. **Nat. Rev. Cardiol.**, v. 6, p.292-300, 2009.

DAGANOU, M. *et al.* Pulmonary function and respiratory muscle strength in chronic heart failure: comparison between ischaemic and idiopathic dilated cardiomyopathy. **Heart**, v.81, n.6, p.618-620, Jun.1999.

DALL'AGO, P. *et al.* Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.47, n.4, p.757-763, 21 Feb.2006.

DAUGHTON, D. M. *et al.* Maximum oxygen consumption and the ADAPT quality-of-life scale. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.63, n.12, p.620-622, Dec.1982.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

DAVIDSON, M.; DE MORTON, N. A systematic review of the Human Activity Profile. **Clin. Rehabil.**, v.21, n2, p.151-162, Feb.2007.

DAVIES, L. C. *et al.* Enhanced prognostic value from cardiopulmonary exercise testing in chronic heart failure by non-linear analysis: oxygen uptake efficiency slope. **Eur. Heart J.**, v.27, n.6, p.684-690, Mar.2006.

DI NASO, F. C. *et al.* Correlations between respiratory and functional variables in heart failure. **Rev. Port. Pneumol.**, v.15, n.5, p.875-890, Sep.2009.

DIMOPOULOU, I. *et al.* Pattern of breathing during progressive exercise in chronic heart failure. **Int. J. Cardiol.**, v.81, n.2-3, p.117-121, Dec.2001.

DOWNING, J.; BALADY, G. J. The role of exercise training in heart failure. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.58, n.6, p.561-569, 2 Aug.2011.

EVANS, S. A. *et al.* Respiratory muscle strength in chronic heart failure. **Thorax**, v.50, n.6, p.625-628, Jun.1995.

FAGGIANO, P. *et al.* Relative contribution of resting haemodynamic profile and lung function to exercise tolerance in male patients with chronic heart failure. **Heart**, v.85, n.2, p.179-184, Feb.2001.

FLEG, J. L. *et al.* Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. **Circulation**, v.102, n.13, p.1591-1597, 26 Sep.2000.

FLYNN, K. E. *et al.* Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure. **JAMA**, v.301, n.14, p.1451-1459, 2009.

FORGIARINI JUNIOR, L. A. *et al.* Evaluation of respiratory muscle strength and pulmonary function in heart failure patients. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.89, n.1, p.36-41, Jul.2007.

FORTI, E. *et al.* Effects of chest physiotherapy on the respiratory function of postoperative gastroplasty patients. **Clinics**, Sao Paulo, v.64, n.7, p.683-689, Jul.2009.

FREGONEZI, G. A. *et al.* Effects of 8-week, interval-based inspiratory muscle training and breathing retraining in patients with generalized myasthenia gravis. **Chest**, v.128, n.3, p.1524-1530, Sep.2005.

GARBER, C. E. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.43, n.7, p.1334-1359, Jul.2011.

GUAZZI, M. *et al.* Six-minute walk test and cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure: a comparative analysis on clinical and prognostic insights. **Circ. Heart Fail.**, v.2, n.6, p.549-555, Nov.2009.

GUIMARAES, G. V. *et al.* Can the cardiopulmonary 6-minute walk test reproduce the usual activities of patients with heart failure? **Arq. Bras. Cardiol.**, v.78, n.6, p.553-560, Jun.2002.

GUÇLU, M. B. *et al.* [A comparison of pulmonary function, peripheral and respiratory muscle strength and functional capacity in the heart failure patients with different functional classes]. **Anadolu Kardiyol. Derg.**, v.1, p.101-106, 2011.

HABEDANK, D. *et al.* Relation of respiratory muscle strength, cachexia and survival in severe chronic heart failure. **JCSM**, v.4, n.4, p.277-285, Dec.2013.

HAMDORF, P. A. *et al.* Physical training effects on the fitness and habitual activity patterns of elderly women. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.73, n.7, p.603-608, Jul.1992.

HAMILTON, D. M.; HAENNEL, R. G. Validity and reliability of the 6-minute walk test in a cardiac rehabilitation population. **J. Cardiopulm. Rehabil.**, v.20, n.3, p.156-164, May.2000.

HAMMOND, M. D. *et al.* Respiratory muscle strength in congestive heart failure. **Chest**, v.98, n.5, p.1091-1094, Nov.1990.

HAMNEGARD, C. H. *et al.* Portable measurement of maximum mouth pressures. **Eur. Respir. J.**, v.7, n.2, p.398-401, Feb.1994.

HLATKY, M. A. *et al.* A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). **Am. J. Cardiol.**, v.64, n.10, p.651-654, 15 Sep.1989.

HUGHES, P. D. *et al.* Diaphragm strength in chronic heart failure. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v.160, n.2, p.529-534, Aug.1999.

INGLE, L. Prognostic value and diagnostic potential of cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure. **Eur. J. Heart Fail.**, v.10, n.2, p. 112-118, Feb.2008.

JOHNSTON, C. *et al.* Preditores de falha da extubação em crianças no pós-operatório de cirurgia cardíaca submetidas à ventilação pulmonar mecânica. **Rev. Bras. Terapia Intensiva**, v.20, n.1, p.57-62, 2008.

LEVINE B. *et al.* Elevated circulating levels of tumor necrosis factor in severe chronic heart failure. **N. Engl. J. Med.**, v.323, p.236-241, 1990.

MANCINI, D. M. *et al.* Respiratory muscle function and dyspnea in patients with chronic congestive heart failure. **Circulation**, v.86, n.3, p.909-918, Sep.1992.

MANCINI, D. M. *et al.* Evidence of reduced respiratory muscle endurance in patients with heart failure. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.24, n.4, p.972-981, Oct.1994.

MARINOV, B. I. *et al.* Oxygen uptake efficiency slope in patients with chronic heart failure and coexisting respiratory disease. **Folia Med. (Plovdiv)**, v.50, n.4, p.39-47, Oct.2008.

MANN, D.L. Inflammatory mediators and the failing heart: past, present, and the foreseeable future. **Circ. Res.**, v.91, p.988-998, 2002.

MATSUMOTO, A. *et al.* End-tidal CO<sub>2</sub> pressure decreases during exercise in cardiac patients: association with severity of heart failure and cardiac output reserve. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.36, n.1, p.242-249, Jul.2000.

MCAULEY, P. *et al.* Evaluation of a specific activity questionnaire to predict mortality in men referred for exercise testing. **Am. Heart. J.**, v.151, n.4, p.890-897, Apr.2006.

MENEGHELO, R. S. *et al.* [III Guidelines of Sociedade Brasileira de Cardiologia on the exercise test]. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.95, n.5 Suppl 1, p.1-26, 2010.

MEYER, F. J. *et al.* Inefficient ventilation and reduced respiratory muscle capacity in congestive heart failure. **Basic. Res. Cardiol.**, v.95, n.4, p.333-342, Aug.2000.

MEYER, F. J. *et al.* Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. **Circulation**, v.103, n.17, p.2153-2158, 1 May.2001.

MILLER, M. R. *et al.* General considerations for lung function testing. **Eur. Respir. J.**, v.26, n.1, p.153-161, Jul.2005.

MIYAMOTO, S. *et al.* Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v.161, n.2, pt.1, p.487-492, Feb.2000.

MORAES, R. S. *et al.* [Guidelines for cardiac rehabilitation]. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.84, n.5, p.431-440, May.2005.

MORRIS, S. A.; VAN, S. M.; UDANI, B. The less familiar side of heart failure: symptomatic diastolic dysfunction. **J. Fam. Pract.**, v.54, n.6, p.501-511, Jun.2005.

MYERS, J. *et al.* Association of functional and health status measures in heart failure. **J. Card. Fail.**, v.12, n.6, p.439-445, Aug.2006.

MYERS, J. *et al.* End-tidal CO<sub>2</sub> pressure and cardiac performance during exercise in heart failure. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.41, n.1, p.19-25, Jan.2009.

NEDER, J. A. *et al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v.32, n.6, p.719-727, Jun.1999.

NICOT, F. *et al.* Respiratory muscle testing: a valuable tool for children with neuromuscular disorders. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v.174, n.1, p.67-74, Jul.2006.

NISHIMURA, Y. *et al.* Respiratory muscle strength and hemodynamics in chronic heart failure. **Chest**, v.105, n.2, p.355-359, Feb.1994.

OLSON, T. P.; BECK, K. C.; JOHNSON, B. D. Pulmonary function changes associated with cardiomegaly in chronic heart failure. **J. Card. Fail.**, v.13, n.2, p.100-107, Mar.2007.

PARREIRA, V. F. *et al.* Pressões Respiratórias Máximas: Valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Rev. Bras. Fisioter.**, v.11, n.5, p. 361-368, 2007.

PEREIRA, C. A. C. Espirometria. **J. Pneumol.**, v.28, Supl 3, p.1-82, Out.2002.

PEREIRA, D. A. G. Teste de esforço cardiopulmonar com protocolo de rampa em adultos com insuficiência cardíaca. **Rev. Bras. Med. Esporte.**, v.18, n.6, p.369-372, 2012.

PEREIRA, C. A.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **J. Bras. Pneumol.**, v.33, n.4, p.397-406, Aug.2007.

PIEPOLI, M. F. *et al.* Exercise intolerance in chronic heart failure: mechanisms and therapies. Part I. **Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.**, v.17, n.6, p.637-642, Dec.2010.

PRIGENT, H. *et al.* Sniff and Muller manoeuvres to measure diaphragmatic muscle strength. **Respir. Med.**, v.102, n.12, p.1737-1743, Dec.2008.

RAUCHHAUS, M. *et al.* Plasma cytokine parameters and mortality in patients with chronic heart failure. **Circulation**, v.102, p.3060-3067, 2000.

RIBEIRO, J. P.; CHIAPPA, G. R.; CALLEGARO, C. C. The contribution of inspiratory muscles function to exercise limitation in heart failure: pathophysiological mechanisms. **Rev. Bras. Fisioter.**, v.16, n.4, p.261-267, Jul.2012.

RODRIGUES, F. B. C. Pressões Respiratórias Máximas Proposta de um protocolo de procedimentos. **Rev. Port. Pneumol.**, v.VI, n.4, p. 297-307, 2000.

SARULLO, F. M. *et al.* Cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure: prognostic comparison from peak VO<sub>2</sub> and VE/VCO<sub>2</sub> slope. **Open Cardiovasc. Med. J.**, v. 4, p.127-134, 2010.

SEIXAS-CAMBAO, M.; LEITE-MOREIRA, A. F. Pathophysiology of chronic heart failure. **Rev. Port. Cardiol.**, v.28, n.4, p.439-471, Apr.2009.

SERRA, S. O valor da eficiência. **Rev. DERC**, v.18, n.3, p.74-76, 2012.

SILVA, V. Z. *et al.* Association between physical activity measurements and key parameters of cardiopulmonary exercise testing in patients with heart failure. **J. Card. Fail.**, v.19, n.9, p.635-640, Sep.2013.

SNADER, C. E. *et al.* Importance of estimated functional capacity as a predictor of all-cause mortality among patients referred for exercise thallium single-photon emission computed tomography: report of 3,400 patients from a single center. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.30, n.3, p.641-648, Sep.1997.

SOUZA, R. B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J. Pneumol.**, v. 28, Supl. 3, p.155-165, 2002.

SOUZA, A. C.; MAGALHAES, L. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. [Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile]. **Cad. Saude Publica**, v.22, n.12, p.2623-2636, Dec.2006.

SPRUIT, M. A. *et al.* Skeletal muscle weakness in patients with sarcoidosis and its relationship with exercise intolerance and reduced health status. **Thorax**, v.60, n.1, p.32-38, Jan.2005.

STASSIJNS, G.; LYSSENS, R.; DECRAMER, M. Peripheral and respiratory muscles in chronic heart failure. **Eur. Respir. J.**, v.9, n.10, p.2161-2167, Oct.1996.

TERZI, N. *et al.* Measuring inspiratory muscle strength in neuromuscular disease: one test or two? **Eur. Respir. J.**, v. 31, n.1, p.93-98, Jan.2008.

TOKMAKOVA, M. *et al.* Comprehensive assessment of ventilatory functions of patients with chronic heart failure. **Folia Med. (Plovdiv)**, v.41, n.4 p.12-18, 1999.

TROOSTERS, T.; GOSSELINK, R.; DECRAMER, M. Chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure: two muscle diseases? **J. Cardiopulm. Rehabil.**, v.24, n.3, p.137-145, May.2004.

TZANI, P. *et al.* Resting lung function in the assessment of the exercise capacity in patients with chronic heart failure. **Am. J. Med. Sci.**, v.339, n.3, p.210-215, Mar.2010.

WEISMAN, I. M. *et al.* ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v.167, n.2, p.211-277, Jan.2003.

WILSON, J. R.; MANCINI, D. M. Factors contributing to the exercise limitation of heart failure. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.22, n.4 Suppl A, p.93A-98A, Oct.1993.

WINDISCH, W. *et al.* Peak or plateau maximal inspiratory mouth pressure: which is best? **Eur. Respir. J.**, v.23, n.5, p.708-713, May.2004.

ZIEGLER, B. *et al.* Relationship between nutritional status and maximum inspiratory and expiratory pressures in cystic fibrosis. **Respir. Care**, v.53, n.4, p.442-449, Apr.2008.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

**Título do estudo:** “Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca”

Este estudo tem o objetivo de avaliar e associar a resposta de dois testes físicos. Primeiramente, avaliaremos sua capacidade física, por meio de um teste de esforço realizado em esteira eletrônica, sob a supervisão de um médico. Todo esse processo de avaliação poderá ajudar a esclarecer o quanto a insuficiência cardíaca compromete a sua capacidade física. Com um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de uma semana, você realizará um teste de caminhada de seis minutos que também avalia seu nível de aptidão física e consiste em uma caminhada rápida (sem correr) no solo.

Todos os seus dados são confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste projeto terão acesso a essas informações que poderão ser usadas apenas para fins de pesquisa e de publicações científicas.

Você dispõe de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir durante o decorrer do estudo com as pesquisadoras Roseane Santo Rodrigues: (31) 9165-1880 / 2557-4106 (rosersr@bol.com.br), Giane Amorim Samora: (31) 8805-8388 / 3498-8388 (gribeirosamora@gmail.com) ou Raquel Rodrigues Britto: (31) 9970-4527 (rbritto@ufmg.br). Você também poderá obter informações sobre os aspectos éticos da pesquisa com o Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG no telefone (31) 3409-4592 e endereço Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar, sala 2005 – Campus Pampulha, onde esse trabalho foi aprovado.

Além disso, você pode recusar a participar ou abandonar o estudo a qualquer momento, sem precisar se justificar. Caso você opte por não participar deste projeto de pesquisa, isso não irá comprometer seu atendimento médico e/ou fisioterápico, nos serviços de Cardiologia do HC/UFMG e/ou Instituto Jenny de Andrade Faria. Os pesquisadores também podem decidir sobre a sua saída do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Os riscos deste estudo estão relacionados com a prática de atividade física que podem levar a lesões musculares e ósseas, desmaio e, em raros casos, ataque cardíaco. No entanto, um médico credenciado junto ao Conselho Regional de Medicina do Estado de Minas Gerais (CRM-MG) estará presente e, caso seja necessário, será prestado atendimento de emergência médica imediata pois os locais de teste possuem todos os equipamentos e pessoal treinado para os primeiros socorros, incluindo desfibrilador.

Nenhuma remuneração está prevista e todas as despesas relacionadas com o estudo são de responsabilidade dos pesquisadores.

Você receberá um relatório sobre sua capacidade funcional avaliada pelos testes e orientações sobre a realização de atividades físicas em seu dia a dia. Você também receberá uma cópia deste Termo de Consentimento e, se quiser, antes de assiná-lo, poderá consultar alguém de sua confiança.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_,  
voluntariamente, aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo que foi exposto acima e dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do voluntário: \_\_\_\_\_

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

Testemunha

Testemunha

Termo registrado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

**Endereço:** Avenida Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II 2º andar/Sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte/MG

**Telefone:** (31) 3409-4592

## APÊNDICE B

### FICHA DE AVALIAÇÃO\_DADOS CLÍNICOS DOS PARTICIPANTES

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

**Projeto:** “Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca”

NOME: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_ Data nasc.: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_ anos sexo: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Médico responsável: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

Diagnóstico clínico: \_\_\_\_\_

Tempo do diagnóstico de IC: \_\_\_\_\_

Doenças associadas: ( )S ( )N Quais? \_\_\_\_\_

Medicamentos em uso: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Internações e cirurgias anteriores: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tabagismo: ( )S ( )N ( )Ex-tabagista

Tempo que fumou ou fuma: \_\_\_\_\_ Tempo que parou de fumar: \_\_\_\_\_ N<sup>o</sup>cigarros/dia: \_\_\_\_\_

Etilismo: ( )S ( )N Quanto? \_\_\_\_\_

Reabilitação cardíaca: ( )S ( )N Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Atividade física: ( )S ( )N Modalidade e frequência? \_\_\_\_\_

Exames complementares: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FEVE: \_\_\_\_\_ % (Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_)

Dados vitais iniciais:

PA: \_\_\_\_\_ mmHg    FC: \_\_\_\_\_ bpm    SpO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ %

Composição corporal:

Peso: \_\_\_\_\_ kg    Altura: \_\_\_\_\_ m    IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>    CA: \_\_\_\_\_ cm

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## APÊNDICE C

### FICHA DE AVALIAÇÃO\_ TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR

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

**Projeto:** “Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca”

NOME: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

	Repouso	Limiar anaeróbico (LA)	Ponto de compensação respiratória (PCR)	VO <sub>2</sub> max
<b>Tempo (min)</b>				
<b>Tempo de exercício (min)</b>				
<b>---- TRABALHO ----</b>				
Velocidade (km/h)				
Inclinação (%)				
<b>---- VENTILAÇÃO ----</b>				
Vt BTPS (L)				
FR (irpm)				
VE BTPS (L/min)				
<b>---- Consumo de O<sub>2</sub> ----</b>				
VO <sub>2</sub> (mL/kg•min <sup>-1</sup> )				
VO <sub>2</sub> (mL/min)				
VCO <sub>2</sub> (mL/min)				
RER				
MET				
<b>---- CARDÍACAS ----</b>				
FC (bpm)				
VO <sub>2</sub> /FC (mL/bpm)				

---- <b>V/Q</b> ----				
VE/VO <sub>2</sub>				
VE/VCO <sub>2</sub>				
PETO <sub>2</sub> (mmHg)				
PETCO <sub>2</sub> (mmHg)				
PAS (mmHg)				
PAD (mmHg)				
Duplo Produto (DP): DP=(PAS xFC)/100				

Borg inicial: \_\_\_\_\_

Borg ao final do teste: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D

### FICHA DE AVALIAÇÃO\_ TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS

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

**Projeto:** “Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca”

NOME: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

#### TESTE 1:

##### Pré-teste

FC: \_\_\_\_\_ PA: \_\_\_\_\_ FCsubmax (85%FCmax): \_\_\_\_\_ bpm

TEMPO (min)	1	2	3	4	5	6	Após 1'	Após 3'
PA (mmHg)	-	-	-	-	-		-	-
FC (bpm)								
SpO <sub>2</sub>								
Borg	-	-	-	-	-		-	-

Distância percorrida: \_\_\_\_\_ metros

OBS: \_\_\_\_\_

#### TESTE 2:

##### Pré-teste

FC: \_\_\_\_\_ PA: \_\_\_\_\_ FCsubmax (85%FCmax): \_\_\_\_\_ bpm

TEMPO (min)	1	2	3	4	5	6	Após 1'	Após 3'
PA (mmHg)	-	-	-	-	-		-	-
FC (bpm)								
SpO <sub>2</sub>								
Borg	-	-	-	-	-		-	-

Distância percorrida: \_\_\_\_\_ metros

OBS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**TESTE 3:**

Pré-teste

FC: \_\_\_\_\_ PA: \_\_\_\_\_ FCsubmax (85%FCmax): \_\_\_\_\_ bpm

<b>TEMPO (min)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Após 1'</b>	<b>Após 3'</b>
PA (mmHg)	-	-	-	-	-		-	-
FC (bpm)								
SpO <sub>2</sub>								
Borg	-	-	-	-	-		-	-

Distância percorrida: \_\_\_\_\_ metros

OBS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## APÊNDICE E

### FICHA DE AVALIAÇÃO\_ ESPIROMETRIA E MANOVACUOMETRIA DIGITAL

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

**Projeto:** “Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca”

NOME: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

#### I. Histórico Recente

Fatores de inclusão	Sim	Não
1. História de tabagismo [ativo, fogão a lenha]		
2. Exposição ocupacional em ambiente de risco [exposição por 1ano ou mais em ambiente com alta concentração de pó]		
3. Doenças associadas [neuromusculares, respiratórias, cardíacas] ASMA: 2 ou + episódios de chiados, aliviados com BD, em qualquer fase da vida]		
4. Presença de febre nas últimas três semanas		
5. Presença de gripe e/ou resfriado nas últimas 3 semanas		
6. Uso de medicação - corticóide oral		
7. Uso de medicação - depressor do sistema nervoso central		
8. Uso de medicação - barbitúrico		
9. Uso de medicação - relaxante muscular		

Variável de controle	Sim	Não
1. Prática de atividade física extenuante nas últimas 12hs		

#### II. Avaliação Cardiorrespiratória inicial

Parâmetros de Controle	Avaliação Inicial
<b>PA (mmHg)</b>	
<b>FR (irpm)</b>	
<b>FC (bpm)</b> FC <sub>máx</sub> : [220-     ] = _____ 85% da FC <sub>máx</sub> : _____	
<b>SpO<sub>2</sub> (%)</b>	

**Observação:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### III. Espirometria\_Pony [sentado com clipe nasal]

Variáveis	Valores medidos	Valores previstos	% previsto*
CVF (L)			
VEF <sub>1</sub> (L)			
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)			
Volume retroextrapolado (L)		≤ 5% CVF ou ≤ 0,15L	-----

\*Valores previstos: Pereira *et al.* (2007)

Borg inicial: \_\_\_\_\_

Borg ao final do teste: \_\_\_\_\_

### IV. Manovacuometria digital [sentado com clipe nasal]

Variáveis	Plmáx	% previsto*
Pressão média máxima (cmH <sub>2</sub> O)		
Pico de pressão (cmH <sub>2</sub> O)		-
Pressão platô (cmH <sub>2</sub> O)		-
Variação do platô (%)		-
Tempo ao pico (seg)		-
Área sob a curva (cmH <sub>2</sub> O.seg)		-

\*Valores previstos: Souza *et al.* (2002)

Borg inicial: \_\_\_\_\_

Borg ao final do teste: \_\_\_\_\_

**ANEXO A**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

**Projeto: CAAE – 14833213.3.0000.5149**

**Interessado(a): Profa. Raquel Rodrigues Britto  
Departamento de Fisioterapia  
EEFFTO - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 17 de maio de 2013, o projeto de pesquisa intitulado **"Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
**Prof. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG**

## ANEXO B



**Universidade Federal de Minas Gerais  
Hospital das Clínicas**

**Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão**

Belo Horizonte, 05 de julho de 2013.

**PROCESSO: Nº 39/13 "INFLUÊNCIA DA EFICIÊNCIA VENTILATÓRIA SOBRE A CAPACIDADE FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA"**

SR(A) PESQUISADOR(A):

Reportando-nos ao projeto de pesquisa acima referenciado, considerando sua concordância com o parecer da Comissão de Avaliação Econômico-financeira de Projetos de Pesquisa do HC e a aprovação pelo COEP/UFMG em 17/05/2013, esta Diretoria aprova seu desenvolvimento no âmbito institucional. Solicitamos enviar à DEPE **relatório** parcial ou final, após um ano.

Atenciosamente,

PROF.ª ANDRÉA MARIA SILVEIRA  
Diretora da DEPE/HC-UFMG

À Sr.ª  
Prof.ª Raquel Rodrigues Brtto  
Depto. Fisioterapia  
EEFFTO- UFMG

## ANEXO C

Belo Horizonte, 25/02/2013.

Parecer consubstanciado da Coordenação do Serviço de Cardiologia do HC-UFMG

Projeto: "Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca"

Avaliamos o estudo "Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca" de interesse dos pesquisadores Roseane Santos Rodrigues e Raquel Rodrigues Britto. Conforme o projeto, estima-se que serão necessários 15 testes ergoespirométricos em pacientes a serem adicionados ao projeto já em andamento e já autorizado pelo COEP. Trata-se de estudo observacional, os exames realizados em pacientes com insuficiência cardíaca com indicação do exame a ser esclarecida: se for indicação médica como parte da assistência, não haverá custo adicional.

Em se tratando de Hospital escola, com missão de desenvolver de forma indissociável e integrada, o ensino, a pesquisa e a extensão, somos favoráveis à aprovação do projeto no âmbito das competências da coordenação do Serviço de Cardiologia. O projeto será submetido também ao COEP, novamente, para adendo e mudança de TCLE.

  
Prof. Marcos Roberto de Sousa  
Sub Coord. Serviço de Cardiologia e  
Cirurgia Cardiovascular HC-UFMG

## ANEXO D

**Duke Activity Status Index – DASI**

Versão final do questionário *Duke Activity Status Index* para o português-Brasil  
(COUTINHO-MYRRHA *et al.*, 2014)

<b>Você consegue</b>	<b>Peso (MET)</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1. Cuidar de si mesmo, isto é, comer, vestir-se, tomar banho ou ir ao banheiro?	2,75		
2. Andar em ambientes fechados, como em sua casa?	1,75		
3. Andar um quarteirão ou dois em terreno plano?	2,75		
4. Subir um lance de escadas ou subir um morro?	5,50		
5. Correr uma distância curta?	8,00		
6. Fazer tarefas domésticas leves como tirar pó ou lavar a louça?	2,70		
7. Fazer tarefas domésticas moderadas como passar o aspirador de pó, varrer o chão ou carregar as compras de supermercado?	3,50		
8. Fazer tarefas domésticas pesadas como esfregar o chão com as mãos usando uma escova ou deslocar móveis pesados do lugar?	8,00		
9. Fazer trabalhos de jardinagem como recolher folhas, capinar ou usar um cortador elétrico de grama?	4,50		
10. Ter relações sexuais?	5,25		
11. Participar de atividades recreativas moderadas como vôlei, boliche, dança, tênis em dupla, andar de bicicleta ou fazer hidroginástica?	6,00		
12. Participar de esportes extenuantes como natação, tênis individual, futebol, basquetebol ou corrida?	7,50		

**Pontuação total:** \_\_\_\_\_

**Pontuação DASI:** Respostas positivas são multiplicadas pelo peso e somadas para se obter uma pontuação total, a qual varia de zero a 58,2. Pontuações mais altas indicam maior capacidade funcional.

## ANEXO E

## PERFIL DE ATIVIDADE HUMANA – PAH

ATIVIDADES	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais que um minuto			
7. Ficar de pé por mais que cinco minutos			
8. Vestir e tirar roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			
19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 km ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por ± 2 horas (160 km ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus sem parar			
29. Subir nove degraus			
30. Subir doze degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus sem parar			
38. Subir doze degraus sem parar			
39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar dois quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano sem parar			
46. Caminhar dois quarteirões no plano sem parar			

47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros			
48. Arrumar a cama trocando lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quarteirões no plano			
56. Caminhar seis quarteirões no plano sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus sem parar			
62. Subir 36 degraus sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm 20$ minutos)			
64. Caminhar 1,6 quilômetro ( $\pm 20$ minutos) sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, "voley", "baseball"			
66. Dançar socialmente			
67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros ( $\pm 40$ minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar ( $\pm 40$ minutos)			
71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			
73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos sem parar			
74. Subir 50 degraus (2 andares e meio) sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm 1$ hora) ou jogar 18 buracos de golfe			
76. Caminhar 4,8 quilômetros ( $\pm 1$ hora) sem parar			
77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (4 quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro sem parar			
82. Pedalar 3,2 quilômetros sem parar			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros sem parar			
88. Correr 800 metros sem parar			
89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetros (4 quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetros (6 quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos			

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

**ANEXO F**

**NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA ARQUIVOS BRASILEIROS DE  
CARDIOLOGIA**

## ARQUIVOS BRASILEIROS DE CARDIOLOGIA

### NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

1. Os Arquivos Brasileiros de Cardiologia (Arq Bras Cardiol) são uma publicação mensal da Sociedade Brasileira de Cardiologia, indexada no Cumulated Index Medicus da National Library of Medicine e nos bancos de dados do MEDLINE, EMBASE, LILACS, Scopus e da SciELO com citação no PubMed (United States National Library of Medicine) em inglês e português.

2. Ao submeter o manuscrito, os autores assumem a responsabilidade de o trabalho não ter sido previamente publicado e nem estar sendo analisado por outra revista. Todas as contribuições científicas são revisadas pelo Editor-Chefe, pelo Supervisor Editorial, Editores Associados e pelos Membros do Conselho Editorial. Só são encaminhados aos revisores os artigos que estejam rigorosamente de acordo com as normas especificadas. Os trabalhos também são submetidos à revisão estatística, sempre que necessário. A aceitação será na originalidade, significância e contribuição científica para o conhecimento da área.

#### 3. Seções

3.1. Editorial: todos os editoriais dos Arquivos são feitos através de convite. Não serão aceitos editoriais enviados espontaneamente.

3.2. Carta ao Editor: correspondências de conteúdo científico relacionadas a artigos publicados na revista nos dois meses anteriores serão avaliadas para publicação. Os autores do artigo original citado serão convidados a responder.

3.3. Artigo Original: os Arquivos aceitam todos os tipos de pesquisa original na área cardiovascular, incluindo pesquisas em seres humanos e pesquisa experimental.

3.4. Revisões: os editores formulam convites para a maioria das revisões. No entanto, trabalhos de alto nível, realizados por autores ou grupos com histórico de publicações na área serão bem-vindos. Não serão aceitos, nessa seção, trabalhos cujo autor principal não tenha vasto currículo acadêmico ou de publicações, verificado através do sistema Lattes (CNPQ), Pubmed ou SciELO. Eventualmente, revisões submetidas espontaneamente poderão ser reclassificadas como "Atualização Clínica" e publicadas nas páginas eletrônicas, na internet (ver adiante).

3.5. Comunicação Breve: experiências originais, cuja relevância para o conhecimento do tema justifique a apresentação de dados iniciais de pequenas séries, ou dados parciais de ensaios clínicos, serão aceitos para avaliação.

3.6. Correlação Anátomo-Clínica: apresentação de um caso clínico e discussão de aspectos de interesse relacionados aos conteúdos clínico, laboratorial e anátomo-patológico.

3.7. Correlação Clínico-Radiográfica: apresentação de um caso de cardiopatia congênita, salientando a importância dos elementos radiográficos e/ou clínicos para a consequente correlação com os outros exames, que comprovam o diagnóstico. Ultima-se daí a conduta adotada.

3.8. Atualização Clínica: essa seção busca focar temas de interesse clínico, porém com potencial de impacto mais restrito. Trabalhos de alto nível, realizados por autores ou grupos com histórico de publicações na área serão aceitos para revisão.

3.9. Relato de Caso: casos que incluam descrições originais de observações clínicas, ou que representem originalidade de um diagnóstico ou tratamento, ou que ilustrem situações pouco frequentes na prática clínica e que mereçam uma maior compreensão e atenção por parte dos cardiologistas serão aceitos para avaliação.

3.10. Imagem Cardiovascular: imagens clínicas ou de pesquisa básica, ou de exames complementares que ilustrem aspectos interessantes de métodos de imagem, que esclareçam mecanismos de doenças cardiovasculares, que ressaltem pontos relevantes da fisiopatologia, diagnóstico ou tratamento serão consideradas para publicação.

3.11. Ponto de Vista: apresenta uma posição ou opinião dos autores a respeito de um tema científico específico. Esta posição ou opinião deve estar adequadamente fundamentada na literatura ou em sua experiência pessoal, aspectos que irão ser a base do parecer a ser emitido.

4. Processo de submissão: os manuscritos deverão ser enviados via internet e sistema, disponível no endereço:  
<http://www.arquivosonline.com.br/2013/submissao>

5. Todos os artigos devem vir acompanhados por uma carta de submissão ao editor, indicando a seção em que o artigo deva ser incluído (vide lista acima), declaração do autor de que todos os coautores estão de acordo com o conteúdo expresso no trabalho, explicitando ou não conflitos de interesse\* e a inexistência de problemas éticos relacionados.

6. Todos os manuscritos são avaliados para publicação no menor prazo possível, porém, trabalhos que mereçam avaliação especial para publicação acelerada (“fast-track”) devem ser indicados na carta de submissão ao editor.

7. Os textos e as tabelas devem ser editados em word e as figuras e ilustrações devem ser anexados em arquivos separados, na área apropriada do sistema. Figuras devem ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 DPI. As Normas para Formatação de Tabelas, Figuras e Gráficos encontram-se em [http://www.arquivosonline.com.br/publicacao/informacoes\\_autores.asp/](http://www.arquivosonline.com.br/publicacao/informacoes_autores.asp/)  
[http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/manual\\_de\\_formatacao\\_abc.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/manual_de_formatacao_abc.pdf)

8. Conflito de interesses: quando existe alguma relação entre os autores e qualquer entidade pública ou privada que pode derivar algum conflito de interesse, essa possibilidade deve ser comunicada e será informada no final do artigo. Enviar a Declaração de Potencial Conflito de Interesses para [revista@cardiol.br](mailto:revista@cardiol.br), colocando no assunto número do artigo. Acesse: [http://www.arquivosonline.com.br/pdf/conflito\\_de\\_interesse\\_abc\\_2013.pdf](http://www.arquivosonline.com.br/pdf/conflito_de_interesse_abc_2013.pdf)

9. Formulário de contribuição do autor: o autor correspondente deverá completar, assinar e enviar por e-mail ([revista@cardiol.br](mailto:revista@cardiol.br) – colocar no assunto número do artigo) os formulários, explicitando as contribuições de todos os participantes, que serão informadas no final do artigo. Acesse: [http://www.arquivosonline.com.br/pdf/formulario\\_contribuicao\\_abc\\_2013.pdf](http://www.arquivosonline.com.br/pdf/formulario_contribuicao_abc_2013.pdf)

10. Direitos Autorais: os autores dos artigos aprovados deverão encaminhar para os Arquivos, previamente à publicação, a declaração de transferência de direitos autorais assinada por todos os coautores (preencher o formulário da página [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/Transferencia\\_de\\_Direitos\\_Autorais.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/Transferencia_de_Direitos_Autorais.pdf) e enviar para [revista@cardiol.br](mailto:revista@cardiol.br), colocando no assunto número do artigo).

## 11. Ética

11.1. Os autores devem informar, no texto e/ou na ficha do artigo, se a pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa de sua instituição em consoante à Declaração de Helsinki.

11.2. Nos trabalhos experimentais envolvendo animais, os autores devem indicar se os procedimentos seguidos seguiram os padrões éticos do comitê responsável por experimentação humana (institucional e nacional) e da Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 2008. Se houver dúvida quanto à realização da pesquisa em conformidade com a Declaração de Helsinki, os autores devem explicar as razões para sua abordagem e demonstrar que o corpo

de revisão institucional explicitamente aprovou os aspectos duvidosos do estudo. Ao relatar experimentos com animais, os autores devem indicar se as diretrizes institucionais e nacionais para o cuidado e uso de animais de laboratório foram seguidas.

11.3. Nos trabalhos experimentais envolvendo seres humanos, os autores devem indicar se os procedimentos seguidos seguiram os padrões éticos do comitê responsável por experimentação humana (institucional e nacional) e da Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 2008. Se houver dúvida quanto à realização da pesquisa em conformidade com a Declaração de Helsinki, os autores devem explicar as razões para sua abordagem e demonstrar que o corpo de revisão institucional explicitamente aprovou os aspectos duvidosos do estudo. Estudos realizados em humanos devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Brasil), que trata do Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos e, para autores fora do Brasil, devem estar de acordo com *Committee on Publication Ethics (COPE)*.

## 12. Ensaio clínico

12.1. O *International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)* e a Organização Mundial da Saúde (OMS) acredita que é importante promover uma base de dados de estudos clínicos abrangente e disponível publicamente. O ICMJE define um estudo clínico como qualquer projeto de pesquisa que prospectivamente designa seres humanos para intervenção ou comparação simultânea ou grupos de controle para estudar a relação de causa e efeito entre uma intervenção médica e um desfecho relacionado à saúde. As intervenções médicas incluem medicamentos, procedimentos cirúrgicos, dispositivos, tratamentos comportamentais, mudanças no processo de atendimento, e outros.

12.2. O número de registo do estudo deve ser publicado ao final do resumo. Serão aceitos qualquer registo que satisfaça o ICMJE, ex. <http://clinicaltrials.gov/>. A lista completa de todos os registros de ensaios clínicos pode ser encontrada no seguinte endereço: <http://www.who.int/ictcp/network/primary/en/index.html>.

12.3. Os ensaios clínicos devem seguir em sua apresentação as regras do CONSORT STATEMENT. Acesse <http://www.consort-statement.org/consort-statement/>

13. Citações bibliográficas: os Arquivos adotam as Normas de Vancouver – Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journal ([www.icmje.org](http://www.icmje.org)).

14. Idioma: os artigos devem ser redigidos em língua portuguesa (com a ortografia vigente) e/ou inglês.

- 14.1. Para os trabalhos que não possuem versão em inglês ou que essa seja julgada inadequada pelo Conselho Editorial, a revista providenciará a tradução sem ônus para o(s) autor(es).
- 14.2. Caso já exista a versão em inglês, tal versão deve ser enviada para agilizar a publicação.
- 14.3. As versões inglês e português serão disponibilizadas na íntegra no endereço eletrônico da SBC (<http://www.arquivosonline.com.br>) e da SciELO ([www.scielo.br](http://www.scielo.br)), permanecendo à disposição da comunidade internacional.
15. Avaliação pelos Pares (*peer review*): todos os trabalhos enviados aos ABC serão submetidos à avaliação inicial dos editores, que decidirão, ou não, pelo envio a revisão por pares (*peer review*), todos eles pesquisadores com publicação regular em revistas indexadas e cardiologistas com alta qualificação (Corpo de Revisores dos ABC <http://www.arquivosonline.com.br/conselhoderevisores/>).
- 15.1. Os autores podem indicar até cinco membros do Conselho de Revisores para análise do manuscrito submetido, assim como podem indicar até cinco revisores para não participar do processo.
- 15.2. Os revisores tecerão comentários gerais sobre o manuscrito e decidirão se esse trabalho deve ser publicado, corrigido segundo as recomendações, ou rejeitado.
- 15.3. Os editores, de posse dos comentários dos revisores, tomarão a decisão final. Em caso de discrepâncias entre os revisores, poderá ser solicitada uma nova opinião para melhor julgamento.
- 15.4. As sugestões de modificação dos revisores serão encaminhadas ao autor principal. O manuscrito adaptado às novas exigências será reencaminhado aos revisores para verificação.
- 15.5. Em casos excepcionais, quando o assunto do manuscrito assim o exigir, o Editor poderá solicitar a colaboração de um profissional que não conste do Corpo de Revisores.
- 15.6. Os autores têm o prazo de trinta dias para proceder às modificações solicitadas pelos revisores e submeter novamente o artigo. A inobservância desse prazo implicará na retirada do artigo do processo de revisão.
- 15.7. Sendo aceitos para revisão, os pareceres dos revisores deverão ser produzidos no prazo de 30 dias.

15.8. As decisões serão comunicadas por mensagem do Sistema de Envio de Artigos e e-mail.

15.9. As decisões dos editores não serão discutidas pessoalmente, nem por telefone. As réplicas deverão ser submetidas por escrito à revista.

15.10. Limites de texto: a contagem eletrônica de palavras deve incluir a página inicial, resumo, texto, referências e legenda de figuras.

	Artigo Original	Editorial	Artigo de Revisão Atualização Clínica	Relato de Caso	Comunicação Breve	Ponto de Vista	Carta ao Editor	Imagem	Correlações
Nº máx. de autores	10	2	4	6	8	8	3	5	4
Título (caracteres incluindo espaços)	100	80	100	80	80	80	80	80	80
Título reduzido (caracteres incluindo espaços)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Resumo (nº máx. de palavras)	250	--	250	--	250	--	--	--	--
Nº máx. de palavras (incluindo referências)	5000	1500	6500	1500	1500	2500	500	250	800
Nº máx. de referências	40	15	80	10	10	20	5	--	10
Nº máx. de	8	2	8	2	2	2	1	1	1

tabelas + figs + vídeo									
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

16. Os artigos deverão seguir a seguinte ordem:

16.1. Página de título

16.2. Texto

16.3. Agradecimentos

16.4. Legendas de figuras

16.5. Tabelas (com legendas para as siglas)

16.6. Referências

16.7. Primeira Página:

16.7.1. Deve conter o título completo do trabalho de maneira concisa e descritiva, em português e inglês, assim como um título resumido (com até 50 caracteres, incluindo espaços) para ser utilizado no cabeçalho das demais páginas do artigo;

16.7.1 Devem ser incluídos de três a cinco descritores (palavras-chave), assim como a respectiva tradução para as keywords (descriptors). Os descritores devem ser consultados nos sites: <http://decs.bvs.br/>, que contém termos em português, espanhol e inglês ou [www.nlm.nih.gov/mesh](http://www.nlm.nih.gov/mesh), para termos somente em inglês;

16.8. Segunda Página:

16.8.1 Resumo (até 250 palavras): o resumo deve ser estruturado em cinco seções quando se tratar Artigo Original, evitando abreviações e observando o número máximo de palavras. No caso de Artigo de Revisão e Comunicação Breve, o resumo não é estruturado, respeitando o limite máximo de palavras.

Não cite referências no resumo:

- Fundamento (racional para o estudo);
- Objetivos;
- Métodos (breve descrição da metodologia empregada);
- Resultados (apenas os principais e mais significativos);
- Conclusões (frase(s) sucinta(s) com a interpretação dos dados).

Obs.: Os Relatos de Caso não devem apresentar resumo.

16.9. Texto para Artigo Original: deve ser dividido em introdução, métodos, resultados, discussão e conclusões.

16.9.1. Introdução:

16.9.1.1. Não ultrapasse 350 palavras.

16.9.1.2. Faça uma descrição dos fundamentos e do racional do estudo, justificando com base na literatura.

16.9.2. Métodos: descreva detalhadamente como foram selecionados os sujeitos da pesquisa observacional ou experimental (pacientes ou animais de experimentação, incluindo o grupo controle, quando houver), incluindo idade e sexo.

16.9.2.1. A definição de raças deve ser utilizada quando for possível e deve ser feita com clareza e quando for relevante para o tema explorado.

16.9.2.2. Identifique os equipamentos e reagentes utilizados (incluindo nome do fabricante, modelo e país de fabricação, quando apropriado) e dê detalhes dos procedimentos e técnicas utilizadas de modo a permitir que outros investigadores possam reproduzir os seus dados.

16.9.2.3. Justifique os métodos empregados e avalie possíveis limitações.

16.9.2.4. Descreva todas as drogas e fármacos utilizados, doses e vias de administração.

16.9.2.5. Descreva o protocolo utilizado (intervenções, desfechos, métodos de alocação, mascaramento e análise estatística).

16.9.2.6. Em caso de estudos em seres humanos, indique se o trabalho foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa e se os pacientes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

16.9.3. Resultados: exibidos com clareza, subdivididos em itens, quando possível, e apoiados em número moderado de gráficos, tabelas, quadros e figuras. Evitar a redundância ao apresentar os dados, como no corpo do texto e em tabelas.

16.9.4. Discussão: relaciona-se diretamente ao tema proposto quando analisado à luz da literatura, salientando aspectos novos e importantes do estudo, suas implicações e limitações. O último período deve expressar conclusões ou, se pertinentes, recomendações e implicações clínicas.

16.9.5. Conclusões

16.9.5.1. Ao final da sessão “Conclusões”, indique as fontes de financiamento do estudo.

17. Agradecimentos: devem vir após o texto. Nesta seção, é possível agradecer a todas as fontes de apoio ao projeto de pesquisa, assim como contribuições individuais.

17.1. Cada pessoa citada na seção de agradecimentos deve enviar uma carta autorizando a inclusão do seu nome, uma vez que pode implicar em endosso dos dados e conclusões.

17.2. Não é necessário consentimento por escrito de membros da equipe de trabalho, ou colaboradores externos, desde que o papel de cada um esteja descrito nos agradecimentos.

18. Referências: os Arquivos seguem as Normas de Vancouver.

18.1. As referências devem ser citadas numericamente, por ordem de aparecimento no texto e apresentadas em sobrescrito.

18.2. Se forem citadas mais de duas referências em sequência, apenas a primeira e a última devem ser digitadas, separadas por um traço (Exemplo: 5-8).

- 18.3. Em caso de citação alternada, todas as referências devem ser digitadas, separadas por vírgula (Exemplo: 12, 19, 23). As abreviações devem ser definidas na primeira aparição no texto.
- 18.5. As referências devem ser alinhadas à esquerda.
- 18.6. Comunicações pessoais e dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas apenas mencionados no texto e em nota de rodapé na página em que é mencionado.
- 18.7. Citar todos os autores da obra se houver seis autores ou menos, ou apenas os seis primeiros seguidos de et al, se houver mais de seis autores.
- 18.8. As abreviações da revista devem estar em conformidade com o Index Medicus/Medline – na publicação List of Journals Indexed in Index Medicus ou por meio do site <http://locatorplus.gov/>.
- 18.9. Só serão aceitas citações de revistas indexadas. Os livros citados deverão possuir registro ISBN (International Standard Book Number).
- 18.10. Resumos apresentados em congressos (abstracts) só serão aceitos até dois anos após a apresentação e devem conter na referência o termo “resumo de congresso” ou “abstract”.
19. Política de valorização: os editores estimulam a citação de artigos publicados nos Arquivos.
20. Tabelas: numeradas por ordem de aparecimento e adotadas quando necessário à compreensão do trabalho. As tabelas não deverão conter dados previamente informados no texto. Indique os marcadores de rodapé na seguinte ordem: \*, †, ‡, §, //, ¶, #, \*\*, ††, etc. O Manual de Formatação de Tabelas, Figuras e Gráficos para Envio de Artigos à Revista ABC está no endereço: [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/manual\\_de\\_formatacao\\_abc.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/manual_de_formatacao_abc.pdf)
21. Figuras: as figuras submetidas devem apresentar boa resolução para serem avaliadas pelos revisores. As legendas das figuras devem ser formatadas em espaço duplo e estar numeradas e ordenadas antes das Referências. As abreviações usadas nas ilustrações devem ser explicitadas nas legendas. O Manual de Formatação de Tabelas, Figuras e Gráficos para Envio de Artigos à Revista ABC está no endereço: [http://publicacoes.cardiol.br/pub\\_abc/autor/pdf/manual\\_de\\_formatacao\\_abc.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/pub_abc/autor/pdf/manual_de_formatacao_abc.pdf)

22. Imagens e vídeos: os artigos aprovados que contenham exames (exemplo: ecocardiograma e filmes de cinecoronariografia) devem ser enviados através do sistema de submissão de artigos como imagens em movimento no formato MP4 com codec h:264, com peso de até 20 megas, para serem disponibilizados no site <http://www.arquivosonline.com.br> e nas revistas eletrônicas para versão tablet.

## MINICURRÍCULO

**Roseane Santo Rodrigues**

Curriculum Vitae

---

### Dados pessoais

**Nome** Roseane Santo Rodrigues

**Nascimento** 04/12/1986 - Belo Horizonte/MG - Brasil

---

### Formação acadêmica/titulação

**2006 - 2011** Graduação em Fisioterapia.  
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil  
Título: Capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca avaliada pelo teste de esforço cardiopulmonar e classificação da *New York Heart Association*  
Orientador: Raquel Rodrigues Britto  
Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

---

### Formação complementar

**2012 - 2012** Curso de curta duração em Método Lógico para Redação Científica.  
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil

**1999 - 2005** Curso de língua inglesa.  
Number One Idiomas, Brasil

---

### Atuação profissional

#### 1. Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais - USIMINAS

**2011 - 2012** Vínculo: Fisioterapeuta autônomo, Carga horária: 20, Regime: Parcial. Atuação em serviço de prevenção e reabilitação cardiovascular.

#### 2. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

---

##### Vínculo institucional

**2012 - Atual** Vínculo: Bolsista CAPES, Enquadramento funcional: Mestrado em Ciências da Reabilitação, Carga horária: 20, Regime: Dedicção exclusiva

- 2013 - 2013** Vínculo: Bolsista CAPES, Enquadramento funcional: Estágio em docência vinculado ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Carga horária: 4, Regime: Dedicção exclusiva
- 2012 - 2012** Vínculo: Bolsista CAPES, Enquadramento funcional: Estágio em docência vinculado ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Carga horária: 4, Regime: Dedicção exclusiva
- 2011 - 2011** Vínculo: Institucional, Enquadramento funcional: Estágio curricular da graduação em Fisioterapia pela UFMG, Carga horária: 20, Regime: Parcial
- 2010 - 2010** Vínculo: Institucional , Enquadramento funcional: Estágio curricular da graduação em Fisioterapia pela UFMG, Carga horária: 20, Regime: Parcial
- 2009 - 2011** Vínculo: Bolsista do Programa de Iniciação Científica do CNPq no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório, Carga horária: 20, Regime: Dedicção exclusiva
- 2009 - 2009** Vínculo: Livre, Enquadramento funcional: Iniciação Científica Voluntária no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório, Carga horária: 5, Regime: Parcial
- 2008 - 2008** Vínculo: Bolsista do Programa de Iniciação à Docência do CNPq na área de Patologia Geral, Carga horária: 6, Regime: Parcial

---

## Projetos

- 2012 - 2014** Influência da eficiência ventilatória sobre a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca
- 2010 - 2011** Associação entre o nível de atividade física auto-relatado e as variáveis cardiorrespiratórias obtidas no teste de esforço cardiopulmonar em indivíduos com insuficiência cardíaca
- 2010 - 2011** Correlação entre o teste de caminhada de seis minutos e o teste de esforço cardiopulmonar em indivíduos com insuficiência cardíaca: um estudo piloto.
- 2009 - 2010** Avaliação do comportamento das variáveis ergoespirométricas em indivíduos com insuficiência cardíaca

- 2008 - 2011** Comparação dos efeitos de duas intensidades de exercício físico agudo sobre o estresse oxidativo e sobre a resposta inflamatória de indivíduos com insuficiência cardíaca

### Prêmios e títulos

- 2011** 3º lugar em tema livre oral no X Congresso Brasileiro de Insuficiência Cardíaca – Associação entre o nível de atividade física auto-relatado com a capacidade aeróbia e classificação funcional da NYHA em indivíduos com insuficiência cardíaca
- 2010** Menção Honrosa na XIX Semana de Iniciação Científica da UFMG – Avaliação do comportamento das variáveis ergoespirométricas em indivíduos com insuficiência cardíaca

### Produção bibliográfica

#### Artigos completos publicados em periódicos

1. PEREIRA, D. A. G., **RODRIGUES, R. S.**, SAMORA, GR, LAGE, S. M., ALENCAR, M. C. N., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.  
Capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca avaliada pelo teste de esforço cardiopulmonar e classificação da *New York Heart Association*. **Fisioterapia e Pesquisa**, 2012. v.19. p.52 - 56

#### Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo)

1. **RODRIGUES, R. S.**, SAMORA, GR, VIEIRA, OA, FERREIRA, MONTEMEZZO, D., ALENCAR, M. C. N., PEREIRA, D. A. G., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.  
Avaliação objetiva e estimada da capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca In: XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte.  
**Resumo das Comunicações**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2013. v.101. p.1 – 56.
2. **RODRIGUES, R. S.**, SAMORA, GR, VIEIRA, OA, FERREIRA, MONTEMEZZO, D., ALENCAR, M. C. N., PEREIRA, D. A. G., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.  
Relação da eficiência ventilatória com a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca In: XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte.  
**Resumo das Comunicações**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2013. v.101. p.1 – 56.
3. PEREIRA, D. A. G., SAMORA, GR, ALENCAR, M. C. N., **RODRIGUES, R. S.**, COELHO, F. M., PEREIRA, L. S. M., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.  
Assesment of baseline levels of interleukin-6 in patients with heart failure and its correlations with functional performance In: 16th International World Physical

Therapy, 2011, Amsterdã.

**Physiotherapy journal**. Elsevier, 2011. v.97.

4. SAMORA, GR, PEREIRA, D. A. G., **RODRIGUES, R. S.**, ALENCAR, M. C. N., FERREIRA, VIEIRA, OA, PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.

Associação entre o nível de atividade física auto-relatado com a capacidade aeróbia e classificação funcional da NYHA em indivíduos com insuficiência cardíaca In: X Congresso Brasileiro de Insuficiência Cardíaca - DEIC, 2011, Belo Horizonte.

**Suplemento Eletrônico dos Arquivos Brasileiros de Cardiologia (Anais do X Congresso Brasileiro de Insuficiência Cardíaca)**, 2011.

5. SAMORA, GR, PEREIRA, D. A. G., **RODRIGUES, R. S.**, FERREIRA, FAVERO, M., GUEDES, G. S., RABELO, L. A., PEREIRA, L. S. M., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.

Comparação dos efeitos de duas intensidades de exercício físico agudo sobre o estresse oxidativo e sobre a resposta inflamatória de indivíduos com insuficiência cardíaca In: X Congresso Brasileiro de Insuficiência Cardíaca, 2011, Belo Horizonte.

**Suplemento Eletrônico dos Arquivos Brasileiros de Cardiologia (Anais do X Congresso Brasileiro de Insuficiência Cardíaca)**, 2011.

6. **RODRIGUES, R. S.**, PEREIRA, D. A. G., VIEIRA, D. S. R., SAMORA, GR, LAGE, S. M., ALENCAR, M. C. N., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.

Functional capacity of heart failure patients evaluated by cardiopulmonary exercise test and NYHA class In: 16th International World Physical Therapy, 2011, Amsterdã.

**Physiotherapy journal**. Elsevier, 2011. v.97.

7. PEREIRA, D. A. G., LAGE, S. M., SAMORA, GR, VIEIRA, D. S. R., **RODRIGUES, R. S.**, PEREIRA, L. S. M., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.

Prognostic value of VE/VCO<sub>2</sub> slope and interleukin-6 in chronic heart failure individuals In: 16th International World Physical Therapy, 2011, Amsterdã.

**Physiotherapy journal**. Elsevier, 2011. v.97.

8. SAMORA, GR, PEREIRA, D. A. G., LAGE, S. M., ALENCAR, M. C. N., **RODRIGUES, R. S.**, PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.

Associação do nível de atividade física auto-relatado com a capacidade aeróbia e com a classe funcional da NYHA em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica In: XVII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação cardiovascular (DERC), 2010, Ouro Preto, MG.

**Revista do DERC**, 2010. v.52.

9. **RODRIGUES, R. S.**, PEREIRA, D. A. G., LAGE, S. M., SAMORA, GR, MOREIRA, M. C. V., ALENCAR, M. C. N., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R.

Avaliação do comportamento das variáveis ergoespirométricas em indivíduos com insuficiência cardíaca In: 65º Congresso Brasileiro de Cardiologia, 2010, Belo Horizonte.

**Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2010. v.95. p.83 – 83.

**Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo expandido)**

1. **RODRIGUES, R. S.**, SAMORA, GR, PEREIRA, D. A. G., PARREIRA, V. F., ALENCAR, M. C. N., BRITTO, R. R.

Capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca avaliada pelo teste de esforço cardiopulmonar e classificação funcional da New York Heart Association In: 63ª Reunião Anual da SBPC – Jornada Nacional de Iniciação Científica, 2011, Goiânia.

**Anais/Resumos online no site da SBPC**, 2011.

### **Trabalhos aceitos para apresentação**

1. RODRIGUES, R. S., SAMORA, GR, PEREIRA, D. A. G., PARREIRA, V. F., DA SILVA, J. A. Jr., **BRITTO, R. R.**

Relationship between ventilatory efficiency and functional capacity evaluated by the six minute walking test in heart failure patients In: World Congress of Cardiology 2014, 5-7 Maio 2014, Melbourne, Austrália.

Todos os resumos aceitos serão publicados nas Revistas **Heart Lung**, **Circulation** e outras relacionadas.

---

### **Orientações e supervisões concluídas**

#### **Monografias de conclusão de curso de aperfeiçoamento/especialização**

1. Beatriz Rodrigues Reis e Silva. **Adaptações cardiovasculares do treinamento resistido em idosos hipertensos e pré-hipertensos**. 2012. Monografia (Especialização em Fisioterapia Cardiorrespiratória) - Universidade Federal de Minas Gerais

2. Jacqueline Malaquias de Oliveira. **Exercício respiratório lento: um possível modulador autonômico em indivíduos com insuficiência cardíaca**. 2012. Monografia (Especialização em Fisioterapia em Geriatria e Gerontologia) - Universidade Federal de Minas Gerais

---

### **Eventos**

#### **Participação em eventos**

1. **XXIII Congresso Mineiro de Cardiologia**, 2013. (Congresso)

Avaliação objetiva e estimada da capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca.

2. Apresentação Oral no(a) **XXIII Congresso Mineiro de Cardiologia**, 2013. (Congresso)

Relação da eficiência ventilatória com a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca.

3. Apresentação Oral no(a) **XX Semana de Iniciação Científica da UFMG**, 2011. (Outra)

Associação entre o nível de atividade física auto-relatado com a capacidade aeróbia e classificação funcional da NYHA em indivíduos com insuficiência cardíaca.

4. Apresentação Oral no(a) **X Congresso Brasileiro de Insuficiência Cardíaca – DEIC**, 2011. (Congresso)

Associação entre o nível de atividade física auto-relatado com a capacidade aeróbia e classificação funcional da NYHA em indivíduos com insuficiência cardíaca.

5. Apresentação de Poster / Painel no(a) **63ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) – Jornada Nacional de Iniciação Científica (JNIC)**, 2011. (Outra)

Capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca avaliada pelo teste de esforço cardiopulmonar e classificação funcional da New York Heart Association.

6. Apresentação de Poster / Painel no(a) **Semana da UFMG Conhecimento & Cultura - XIX Semana da Iniciação Científica**, 2010. (Encontro)

Avaliação do comportamento das variáveis ergoespirométricas em indivíduos com insuficiência cardíaca.

7. Apresentação de Poster / Painel no(a) **65º Congresso Brasileiro de Cardiologia**, 2010. (Congresso)

Avaliação do comportamento das variáveis ergoespirométricas em indivíduos com insuficiência cardíaca.

8. **V Simpósio Integrado do Atendimento Imediato: Abordagem nas Salas de Emergência**, 2010. (Simpósio)

9. **IV Simpósio Integrado de Oncologia**, 2010. (Simpósio)

10. **IV Cardio & Esporte: Simpósio de Cardiologia do Exercício e Esporte do Biocor Instituto**, 2010. (Simpósio)

11. **XVII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia**, 2010. (Congresso)

12. **II Simpósio Integrado da Saúde da Mulher**, 2010. (Simpósio)

13. **Simpósio de Terapia Intensiva Geral e Cardiológica**, 2010. (Simpósio)

14. Apresentação Oral no(a) **Mostra das Profissões UFMG**, 2009. (Encontro)  
Fisioterapia.

15. **V Simpósio de Qualidade de Vida**, 2009. (Simpósio)

16. **III Cardio & Esporte: Simpósio de Cardiologia do Exercício e Esporte**, 2009. (Simpósio)

17. **XVII Congresso da Sociedade Brasileira de Hipertensão**, 2009. (Congresso)

18. **IV Simpósio Integrado de Imagenologia: Radiologia do Tórax**, 2009. (Simpósio)

19. **III Simpósio de Fisioterapia Respiratória do Biocor Instituto**, 2009. (Simpósio)
20. **VI Simpósio Multidisciplinar de Cardiologia**, 2009. (Simpósio)
21. **I Jornada Acadêmica de Fisioterapia (JAF)**, 2009. (Outra)
22. Apresentação Oral no(a) **Mostra das Profissões UFMG**, 2008. (Outra)  
Área: Patologia Geral.
23. Apresentação de Poster / Painel no(a) **Semana da UFMG Conhecimento & Cultura – XII Semana da Graduação**, 2008. (Outra)  
Monitoria em Patologia Geral.