

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
REABILITAÇÃO**

Diego Busin

**Estudo retrospectivo dos efeitos do
Treinamento Aeróbico Contínuo de
Intensidade Moderada ou Intervalado
de Alta Intensidade em pacientes
portadores de Insuficiência Cardíaca
Crônica**

Porto Alegre

2018

Diego Busin

**Estudo retrospectivo dos efeitos do
Treinamento Aeróbico Contínuo de
Intensidade Moderada ou Intervalado
de Alta Intensidade em pacientes
portadores de Insuficiência Cardíaca
Crônica**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências da
Reabilitação da Fundação
Universidade Federal de Ciências da
Saúde de Porto Alegre como requisito
para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Barcos Nunes

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Dal Lago

Porto Alegre

2018

Catálogo na Publicação

Busin, Diego

Estudo retrospectivo dos efeitos do Treinamento Aeróbico Contínuo de Intensidade Moderada ou Intervalado de Alta Intensidade em pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica / Diego Busin. -- 2018.

86 p. : graf., tab. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2018.

Orientador(a): Prof. Dr. Ramiro Barcos Nunes ;
coorientador(a): Prof. Dr. Pedro Dal Lalgo.

1. Insuficiência Cardíaca. 2. Reabilitação Cardíaca.
 3. Treinamento Aeróbico Intervalado de Alta Intensidade.
 4. Treinamento Aeróbico Contínuo de Intensidade Moderada.
- I. Título.

**Estudo retrospectivo dos efeitos do Treinamento Aeróbico
Contínuo de Intensidade Moderada ou Intervalado de Alta
Intensidade em pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca
Crônica**

BANCA AVALIADORA

Dr. Marlus Karsten
Departamento de Fisioterapia
Universidade do Estado de Santa Catarina

Dr. Alexandre Machado Lehen
Departamento de Cardiologia (Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul)
Fundação Universitária de Cardiologia

Dr. Thiago Gomes Heck
Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral a Saúde
Departamento de Ciências da Vida
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Unijuí

Porto Alegre
2018

Dedico esta conquista a minha mãe Eli, ao meu irmão Andrigo, e a minha esposa Amanda por sempre terem me apoiado.

AGRADECIMENTO

Agradeço à minha mãe Eli e ao meu irmão Andrigo, pelo apoio e incentivo dados durante essa trajetória. Serão sempre o meu espelho, a quem eu irei dar ouvidos e seguir os conselhos.

A minha esposa Amanda, por ter estado ao meu lado, ser uma amiga e companheira, compreendendo meus momentos de ausência e me incentivando nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Ramiro Barcos Nunes, que confiou no meu trabalho e me deu a oportunidade de iniciar o meu mestrado na UFCSPA. Foram inúmeras experiências e ensinamentos compartilhados.

À equipe da Unidade de Medicina do Esporte, da Universidade de Caxias do Sul que foi muito importante na elaboração dessa importante pesquisa.

Aos meus colegas Micael, Eliane (Nane) e Inês. Vocês são, além de colegas, amigos especiais, e quero tê-los para sempre por perto.

Ao professor Luis Fernando Deresz, que não negou ajuda em momento algum, contribuindo com seu grande conhecimento.

Por fim, agradeço a todas as pessoas e profissionais que cruzaram o meu caminho e que contribuíram de alguma forma para o meu crescimento pessoal e profissional.

**“Enquanto você sonha, está
fazendo o rascunho do seu futuro”**

Charles Chaplin

RESUMO

Introdução: a insuficiência cardíaca crônica (ICC) contribui para a intolerância ao exercício. Objetivos: comparar os dados dos registros referentes às variáveis de composição corporal, aptidão física, consumo submáximo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$), VE/VCO_2 , VE/VCO_2 slope, eficiência ventilatória do consumo de oxigênio (OUES), bem como da cinética de recuperação do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca de pacientes portadores de ICC, participantes de um Programa de Reabilitação Cardíaca. Metodologia: 30 pacientes que realizaram, durante 10 semanas, treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (TAI) ou treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC). O grupo controle (CON) não realizou exercícios, pelo mesmo período. Resultados: não houve diferença nos parâmetros de composição corporal e aptidão física. O $VO_{2\text{pico}}$ não foi diferente nos grupos. As cinéticas de recuperação da frequência cardíaca e do VO_2 , não apresentaram diferenças. Não observou-se diferença nos valores obtidos do VE/VCO_2 e VE/VCO_2 slope. Os grupos TAC e TAI apresentaram valores do VE/VCO_2 slope obtidos menores do que os previstos. Não houve diferença no OUES dos grupos. O grupo TAI apresentou valores maiores no segundo teste em comparação com o primeiro, na velocidade da esteira, inclinação da esteira e tempo para alcance do $VO_{2\text{pico}}$. A velocidade da esteira no segundo teste foi maior do que no primeiro, para alcance do primeiro limiar ventilatório (LV1), no grupo TAC e do segundo limiar ventilatório (LV2), no grupo TAI. A inclinação da esteira para alcance do LV2 no grupo TAI, foi maior no segundo teste. O tempo para alcance do LV1 no segundo teste foi maior, no grupo TAI. Conclusão: o TAI e o TAC, realizados durante 10 semanas, promoveram adaptações positivas na capacidade de exercício, com aumentos nos tempos, velocidades e inclinações da esteira para alcance dos limiares ventilatórios e do $VO_{2\text{pico}}$.

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca crônica, Reabilitação cardíaca, Treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade, Treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada; Teste de exercício cardiopulmonar

ABSTRACT

Chronic heart failure (CHF) contributes to exercise intolerance. Objectives: To analyze and compare the data of the records referring to the variables of body composition, physical fitness, submaximal oxygen consumption (VO_{2peak}), VE/VCO_2 , VE/VCO_2 slope, ventilatory efficiency of oxygen consumption (OUES) of recovery of oxygen consumption and heart rate of patients with CHF, participants of a Cardiac Rehabilitation Program. METHODS: 30 patients who underwent high-intensity interval aerobic training HIIT during 10 weeks or continuous aerobic training of moderate intensity CT. The control group CON did not perform exercises for the same period. Results: There was no difference in body composition and physical fitness parameters. VO_{2peak} was not different in groups. The kinetics of heart rate and VO_2 recovery did not present differences. There was no difference in the values obtained from VE/VCO_2 and VE/VCO_2 slope. The CT and HIIT groups presented lower predicted VE/VCO_2 slope values. There was no difference in the OUES of the groups. The HIIT group presented higher values in the second test compared to the first one, in the treadmill speed, treadmill incline and time to reach VO_{2peak} . The velocity of the treadmill in the second test was greater than in the first, to reach the first ventilatory threshold (VT1), in the CT group and the second ventilatory threshold (VT2) in the HIIT group. The inclination of the treadmill to reach VT2 in the HIIT group was higher in the second test. The time to reach VT1 in the second test was higher in the HIIT group. Conclusion: HIIT and CT performed during 10 weeks promoted positive adaptations in exercise capacity, with increases in treadmill times, velocities and inclinations to reach of ventilatory thresholds and of VO_{2peak} .

Key words: Chronic heart failure, Cardiac rehabilitation, High intensity interval aerobic training, Continuous aerobic training of moderate intensity; Cardiopulmonary exercise test

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Velocidade da esteira para alcance do $VO_{2\text{pico}}$, 1º limiar ventilatório e 2º limiar ventilatório no TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC..... 58

Figura 2. Inclinação da esteira para alcance do $VO_{2\text{pico}}$ e 2º limiar ventilatório no TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC..... 58

Figura 3. Tempo do teste para alcance do $VO_{2\text{pico}}$, 1º limiar ventilatório e 2º limiar ventilatório no TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC... 59

LISTA DE TABELAS DA REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 – Tabela de Classificação Funcional da New York Heart Association (NYHA - Class)	18
---	----

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO

Tabela 1. Características e medicações em uso dos pacientes no momento do ingresso no PRC.....	53
--	----

Tabela 2. Dados das variáveis de composição corporal no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC.....	55
---	----

Tabela 3. Dados das variáveis de aptidão física no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC.....	55
--	----

Tabela 4. Variáveis do teste de exercício cardiopulmonar e dados dos testes realizados no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC.....	56
---	----

Tabela 5. Valores de cinética de recuperação da frequência cardíaca e VO_2 nos primeiros três minutos após o término do TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC.....	57
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVD's Atividades de Vida Diária

ATP Adenosina Trifosfato

CON Controle

DAC Doença Arterial Coronariana

DB Débito Cardíaco

Enos Óxido Nítrico-Sintase endotelial

FC Frequência Cardíaca

FCR Frequência Cardíaca de Reserva

FEVE Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

HAS Hipertensão Arterial Sistêmica

IC Insuficiência Cardíaca

ICC Insuficiência Cardíaca Crônica

NYHA New York Heart Association

O₂ Oxigênio

OUES Eficiência Ventilatória do Consumo de Oxigênio

PCR Proteína C reativa

PRC Programa de Reabilitação Cardíaca

RC Reabilitação Cardíaca

SNS Sistema Nervoso Simpático

TAC Treinamento Aeróbico Contínuo de intensidade Moderada

TAI Treinamento Aeróbico Intervalado de Alta Intensidade

TEC Teste de Exercício Cardiopulmonar

VE Ventrículo Esquerdo

VE/VCO₂ Eficiência Ventilatória para eliminação de CO₂

VE/VCO₂ slope Inclinação da Eficiência Ventilatória para eliminação de CO₂

VO_2 Consumo de Oxigênio

$VO_{2\text{ pico}}$ Consumo Submáximo de Oxigênio

$VO_{2\text{ máx.}}$ Consumo Máximo de Oxigênio

VS Volume Sistólico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	17
3 OBJETIVOS	33
3.1 OBJETIVO GERAL	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA	34
5 ARTIGO	45
RESUMO	46
INTRODUÇÃO	45
MÉTODOS.....	46
RESULTADOS.....	52
DISCUSSÃO.....	59
CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS DO ARTIGO.....	68
6 CONCLUSÃO GERAL	79
ANEXOS	80
ANEXO A – Ficha de controle de treinamento do Programa de Reabilitação Cardíaca.....	79
ANEXO B - Ficha de ingresso do Programa de Reabilitação Cardíaca.....	80
ANEXO C - Termo de Anuência do responsável pelo setor ou instituição da realização da pesquisa.....	81
ANEXO D - Parecer consubstanciado do CEP/CONEP.....	82

1 INTRODUÇÃO

A Insuficiência Cardíaca Crônica (ICC) é a via final comum da maioria das doenças que acometem o coração, sendo um dos mais importantes desafios clínicos atuais na área da saúde (ALBUQUERQUE et al., 2015). Possui uma fisiopatologia complexa, com muitas causas e de caráter sistêmico, e pode ser definida como uma síndrome clínica progressiva causada por uma anormalidade cardíaca estrutural e/ou funcional, sendo incapaz de fornecer sangue suficiente para atender a demanda dos órgãos periféricos, o que resulta em sintomas de fadiga, dispnéia retenção de líquidos (PIÑA et al., 2003).

De acordo com os recentes dados da American Heart Association (MOZAFFARIAN et al., 2016), estima-se a prevalência de 5,1 milhões de indivíduos com ICC somente nos Estados Unidos, no período de 6 anos, entre 2007 e 2012. As projeções mostram que a prevalência de ICC aumentará 46% de 2012-2030, resultando em mais de 8 milhões de pessoas acima dos 18 anos de idade com ICC. No Brasil, os registros do DATA-SUS demonstram que apenas no ano de 2012 houve 26.694 óbitos por IC no Brasil. Para o mesmo ano, das 1.137.572 internações por doenças do aparelho circulatório, em torno de 21% foram devidas à ICC. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Diante dessa prevalência crescente, a ICC vem representando um importante problema de saúde pública, necessitando de atenção especial entre os diversos gestores da saúde no que diz respeito à prevenção e tratamento.

As alterações hemodinâmicas comumente encontradas na ICC envolvem resposta inadequada do débito cardíaco (DC) e elevação das pressões pulmonar e venosa sistêmica. Esse quadro ocorre quando a ICC apresenta uma disfunção sistólica, caracterizada por uma anormalidade da contratilidade miocárdica, que leva à redução da Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE), e consequentemente redução do DC (YANCY et al., 2013a). Nesses casos, há um maior comprometimento clínico e funcional do que nos pacientes com ICC com disfunção diastólica, por exemplo. (ZILE; BRUTSAERT, 2002). Além disso, anormalidades do sistema músculo esquelético, no que diz respeito à entrega e utilização de oxigênio (O₂), correlacionam-se com a gravidade da doença (BOWEN et al., 2018), gerando um ciclo entre o descodicionamento físico e distúrbios associados, aonde a intolerância ao exercício e a dificuldade para a

realização das atividades de vida diária (AVD's) acabam culminando com elevadas taxas de mortalidade. (UL HAQ et al., 2015).

Importantes diretrizes nacionais e internacionais baseadas em evidência tem demonstrado preocupação com o tema, desenvolvendo melhorias no que tange a etiologia e prevenção em diferentes modalidades e intervenções terapêuticas, apontando cada vez mais os Programas de Reabilitação Cardíaca (PRC) incluindo o exercício físico como tratamento não-farmacológico seguro na terapia adjunta a elementos chave combinados, associando-se a substanciais benefícios aos portadores de ICC. (PIEPOLI et al., 2011; PONIKOWSKI et al., 2016; RS et al., 2017). Dentre os principais benefícios do exercício físico nos PRC, incluem-se um aumento na circulação sanguínea periférica (LEON et al., 2005), bem como no músculo esquelético (BOCALINI; SANTOS; SERRA, 2008) aumentando assim o condicionamento aeróbico (HAMBRECHT et al., 1995). Além disso, é mostrado que o exercício físico melhora a função endotelial e a capacidade oxidativa do músculo esquelético (PIEPOLI et al., 2011) e atua no aumento do consumo submáximo de oxigênio (ISMAIL et al., 2014) e na exacerbação da atividade neuro-humoral (ROVEDA et al., 2003).

Um acordo universal sobre a prescrição de exercícios nos PRC para essa população não existe, assim, uma abordagem individualizada, incluindo características comportamentais, metas pessoais e preferências, é recomendada. (SAGAR et al., 2015). No entanto, o treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC) tem sido descrito como a forma de treinamento mais bem estabelecida, em virtude da sua eficácia e segurança. (VANHEES et al., 2012). Esta recomendação baseia-se principalmente em um grande estudo multicêntrico de intervenção com exercício (*HF-ACTION [Heart Failure: A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training]*) com 2331 pacientes portadores de insuficiência cardíaca, que observou redução moderada dos sintomas, melhora da capacidade de exercício e redução de readmissões hospitalares por insuficiência cardíaca. (CONNOR et al., 2010). Dados colhidos, por meio de uma metanálise que avaliou dezenove estudos controlados e randomizados com um total de 3.647 pacientes, que realizaram protocolos de exercício aeróbico contínuo de intensidade moderada, mostraram redução nas internações e melhora na qualidade de vida dos pacientes com ICC, em comparação com treinamento com cuidados habituais. (DAVIES et al., 2010).

Apesar desses bons resultados, novos estudos utilizando maiores intensidades de exercício aeróbico vêm sendo testados em pacientes com ICC (ELLINGSEN et al., 2017; HELGERUD et al., 2007; ROGNMO et al., 2004; YARDLEY et al., 2017). Algumas das possibilidades da justificativa para tal conduta seria uma maior adaptação aeróbica e cardiovascular que poderiam ser alcançadas com esse tipo de estratégia (ROGNMO et al., 2004), além da melhoria da capacidade de exercício, função endotelial, diâmetro do ventrículo esquerdo e fração de ejeção. (WISLOFF et al., 2007).

O fato é que numerosas questões clinicamente relevantes, dentre elas a segurança do paciente, o impacto sobre os diferentes prognósticos e o real cumprimento do treinamento físico, levando-se em conta a heterogeneidade dos pacientes e dos protocolos utilizados nos diferentes estudos, precisam de mais investigações para sustentar os diferentes métodos de treinamento aeróbico utilizados para portadores de ICC, participantes de programas de reabilitação cardíaca (PRC). Tais questões, deixam incertezas sobre os padrões e os resultados das prescrições de treinamento aeróbico utilizados. Assim, torna-se necessário comparar os registros dos dados coletados de pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica classe II e III (NYHA) participantes de um programa de reabilitação cardíaca, que treinaram utilizando os métodos contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade em seus exercícios aeróbicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 INSUFICIÊNCIA CARDÍACA

A IC é uma síndrome clínica caracterizada por sintomas típicos, como por exemplo, falta de ar, inchaço no tornozelo e fadiga, que podem ser acompanhados por sinais, como (pressão venosa jugular elevada e edema periférico), causados por uma anormalidade cardíaca funcional e/ou estrutural, resultando em redução do débito cardíaco e/ou pressões intracardíacas elevadas em repouso ou durante a atividade física. (PIÑA et al., 2003; PONIKOWSKI et al., 2016). A atual definição de IC se restringe a estágios em que os sintomas são aparentes. Antes que os sintomas clínicos se tornem aparentes, os pacientes podem apresentar anormalidades cardíacas funcionais ou estruturais assintomáticas (disfunções sistólica ou diastólica do Ventrículo Esquerdo (VE)), que são precursores da IC. (PONIKOWSKI et al., 2016). O reconhecimento desses precursores é importante porque estão relacionados a pior prognóstico, e o início do tratamento nesse estágio pode reduzir a mortalidade em pacientes assintomáticos com disfunção sistólica do VE. (WANG et al., 2003).

2.1.1 Insuficiência Cardíaca com Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE) reduzida e Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE) preservada

A terminologia principal usada para descrever a IC é histórica e é baseada na medição da FEVE. A IC compreende uma ampla gama de pacientes, daqueles com FEVE normal ou preservada (tipicamente considerada $\geq 50\%$) para aqueles com FEVE reduzida (tipicamente considerada como 40% a 49%). A diferenciação de pacientes com IC com base na FEVE é importante devido diferentes etiologias subjacentes, demografia, co-morbilidades e resposta às terapias. (AVED BUTLER et al, 2014). As técnicas utilizadas para medição da FEVE são: a ecocardiografia, a técnica de radionuclídeo ou a ressonância magnética cardíaca.

A IC com FEVE reduzida é responsável pela inapropriada perfusão tecidual, devido a uma disfunção sistólica, caracterizada por uma anormalidade

na contratilidade miocárdica, e conseqüentemente redução do débito cardíaco. (UL HAQ et al., 2015). Por outro lado, a IC com FEVE preservada é comumente resultado de uma disfunção diastólica e ocorre devido à uma redução de complacência do VE. (ZILE; BRUTSAERT, 2002). Na IC com disfunção sistólica há um maior comprometimento clínico funcional do que nos pacientes com IC com disfunção diastólica. Em ambas as situações, a intolerância ao exercício é agravada por vários mecanismos fisiopatológicos, sendo apontado como principal problema incapacitante em pacientes com IC, culminando com elevadas taxas de mortalidade. (ALBUQUERQUE et al., 2015; POLAND et al., 2016).

2.1.2 Insuficiência Cardíaca Crônica

Pacientes que possuem a IC por um tempo são chamados de portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica (ICC). (POLAND et al., 2016). Um paciente tratado com sintomas e sinais que permaneceram geralmente inalterado por pelo menos 1 mês é considerado "estável". Se a ICC estável se deteriora, o paciente pode ser descrito como "descompensado" e isso pode acontecer de repente ou lentamente, muitas vezes levando a uma admissão ao hospital, caso seja um evento de considerável importância prognóstica.

2.1.2.1 Classificação funcional da ICC

A classificação funcional da NYHA (Tabela 1) foi usada para descrever a gravidade dos sintomas e a intolerância ao exercício.

Tabela 1 – Tabela de Classificação Funcional da New York Heart Association (NYHA - Class)

Classe	Sintomas
I	Ausência de sintomas (dispneia) durante atividades cotidianas. A limitação para esforços é semelhante à esperada em indivíduos normais
II	Sintomas desencadeados por atividades cotidianas
III	Sintomas desencadeados por atividades menos intensas que as cotidianas ou pequenos esforços
IV	Sintomas em repouso

Fonte: New York Heart Association (2018)

2.2 EPIDEMIOLOGIA DA IC

A prevalência de IC depende da definição aplicada, mas é aproximadamente 1–2% da população adulta em países desenvolvidos, subindo para 25% em maiores de 85 (HARTSTICHTING, 2013) e para $\geq 10\%$ entre as pessoas com idade de 70 anos. (VAN RIET et al., 2016). Entre as pessoas com 65 anos de idade apresentando cuidados primários com falta de ar ao esforço, um em cada seis terão IC não reconhecida. (FILIPPATOS; PARISSIS, 2011). O risco vitalício de IC aos 55 anos é de 33% para homens e 28% para mulheres. (BLEUMINK et al., 2004). As projeções mostram que a prevalência da ICC aumentará 111% de 2011-2040, resultando em mais de 12 milhões de pessoas acima dos 18 anos de idade com IC (MOZAFFARIAN et al., 2016; NIEMEIJER, 2018). Dados recentes da *American Heart Association* (MOZAFFARIAN et al., 2016) estimaram a prevalência de 5,1 milhões de indivíduos com IC somente nos Estados Unidos, no período entre os anos de 2007 e 2012. No Brasil estes dados não são diferentes. Os registros do Ministério da Saúde Brasileiro (DATASUS, 2013), mesmo com as limitações inerentes de um banco de dados de caráter administrativo, demonstram que apenas no ano de 2013 houve 27.290 óbitos por IC no Brasil. Além disso, os dados também apontam que as doenças cardiovasculares representam a terceira causa de admissões em hospitais, sendo a ICC a mais frequente. No censo de 2010, observou-se crescimento da população idosa no Brasil, aumentando a prevalência dos precursores da IC, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), obesidade e diabetes, portanto, com maior potencial crescimento de pacientes em risco de desenvolver a IC.

2.3 ETIOLOGIA DA IC

Embora a Organização Mundial da Saúde reconheça 4 classes primárias de cardiomiopatia, existem muitos tipos específicos que podem ser categorizados por fenótipo ou etiologia subjacente. (JOHNSON, 2014).

2.3.1 Cardiomiopatia Isquêmica

A doença arterial coronariana (DAC) oclusiva é amplamente reconhecida como a razão mais comum para IC sintomática em adultos nos Estados Unidos. A cardiomiopatia isquêmica é tipificada por hipocinesia regional, aumento ventricular e afinamento dos ventrículos em áreas de lesão de espessura total. Um ou ambos os ventrículos frequentemente torna-se mais esférico e exibe incompetência valvar atrioventricular, devido à dilatação anular ao longo do tempo. O resultado é combinado entre fase sistólica e diastólica, com predomínio da disfunção sistólica na maioria dos pacientes. (JOHNSON, 2014).

2.3.2 Cardiomiopatia Dilatada Idiopática

A cardiomiopatia dilatada idiopática é a segunda causa em prevalência, e o mais comum motivo do transplante cardíaco registrado na Sociedade Internacional de Transplante de Coração e Pulmão. Pertencente a um grupo heterogêneo. Este diagnóstico de exclusão reflete o quão difícil é diagnosticar a incitação precoce e os eventos genéticos incomuns. A história natural da miocardite sugere que muitos desses casos podem ser atribuídos a remodelação após inflamação aguda, e um adicional de 20% a 35% dos casos são estimados ser hereditários na natureza. (KAPHINGST; PERSKY; LACHANCE, 2010).

2.3.3 Doença Cardíaca Hipertensiva

O fator de risco mais forte para o desenvolvimento da IC continua sendo a hipertensão arterial sistêmica (HAS), e é uma comorbidade comum em pessoas com doença cardíaca isquêmica. (LLOYD-JONES et al., 2009). Como a população envelhece e a IC com FEVE preservada aumenta em prevalência, os termos cardiopatia hipertensiva e IC com FEVE preservada podem se tornar quase sinônimo. As características cardíacas incluem hipertrofia ventricular esquerda e função diastólica anormal confirmada por Eco Doppler ou cateterismo cardíaco em um paciente com história de HAS.

2.3.4 Cardiomiopatia Valvar

A cardiomiopatia valvar pode ser hereditária ou adquirida. Excluindo o complexo congênito e sindrômico da doença cardíaca, as doenças congênitas com lesões valvares mais comuns são da válvula aórtica bicúspide, com prevalência de aproximadamente 1% e mixomatose da válvula mitral, com prevalência de 2% a 3% em adultos. (BENENSTEIN; SARIC, 2012). As lesões adquiridas são tipicamente por degeneração ou são causadas por doenças pós-inflamatórias, alterações por endocardite infecciosa, febre reumática, distúrbios reumatológicos ou carcinóides.. Entre as lesões adquiridas , a estenose aórtica calcificada é a mais comum, e afeta principalmente os idosos.

2.3.5 Cardiomiopatia Familiar

A cardiomiopatia familiar é definida por uma história familiar clara de morte cardíaca súbita em pelo menos 2 membros da família ou testes genéticos positivos para mutação específica. A maioria das cardiomiopatias familiares são autossômicas dominantes em herança e são descritas pelos fenótipos da OMS, com uma frequência estimada de 1 em 500 adultos. (WARE, 2015).

2.3.6 Cardiomiopatia Inflamatória

A cardiomiopatia inflamatória faz parte de um grupo heterogêneo de cardiomiopatias secundárias, e é causada por lesão inflamatória do miocárdio, pericárdio e/ou estruturas valvares. Algumas evidências em seres humanos suportam que a persistência viral e a formação de anticorpos e proteínas cardíacas são sinais de mau prognóstico. Manifestações cardíacas de doença auto-imune ou hipersensibilidade são frequentemente negligenciadas, mas devem ser consideradas com diagnóstico diferencial. A cardiomiopatia periparto também parece ser auto-imune mediada na maioria dos casos. (GALLOWAY et al., 2016).

2.3.7 Cardiomiopatia Tóxica

As lesões tóxicas mais comuns no coração incluem ingestão excessiva de álcool, alérgenos que causam miocardite alérgica, exposição à radiação da radioterapia para câncer e exposição a agentes quimioterápicos. Agentes citostáticos tradicionais, como antraciclinas, ciclofosfamida e cisplatinas causam danos irreversíveis através de alterações miofibrilares e morte celular. (JOHNSON, 2014).

2.4 FISIOPATOLOGIA DA IC

A fisiopatologia da IC, em sua complexidade, envolve a disfunção de vários sistemas orgânicos, incluindo os sistemas cardiovascular, músculoesquelético, renal, neuroendócrino, hemostático e imunológico, que juntos contribuem para a progressão desta síndrome. (ANTÓNIO, 2018). A hiperatividade do sistema nervoso simpático, em resposta a limitada função cardíaca e as alterações hemodinâmicas compoêm o processo fisiopatológico da IC com marcado desequilíbrio entre um reflexo compensatório adequado e um estímulo adrenérgico excessivo, o que representa um importante prejuízo para a homeostase. (FLORAS, 2009). Em resposta a uma perfusão renal prejudicada, também se observa uma hiperativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, com aumento da reabsorção de água e sódio, aumento do volume sanguíneo e um constante estado de congestão, culminando em uma importante sobrecarga do sistema circulatório (DUBE, WEBER 2011).

Adaptações fisiopatológicas ocorrem por presença de defeito da contração miocárdica, de sobrecarga hemodinâmica excessiva ao ventrículo, ou por ambos. O coração possui três principais mecanismos compensatórios para manutenção de sua função de bomba: 1) o mecanismo de *Frank Starling*, no qual há aumento da pré-carga, com alongamento dos sarcômeros para fornecer superposição ótima entre os miofilamentos melhorando o desempenho contrátil; 2) o aumento da liberação de catecolaminas por nervos adrenérgicos e pela medula adrenal, produzindo efeito inotrópico positivo, aumentando a contratilidade miocárdica; 3) a hipertrofia miocárdica, com ou sem dilatação das câmaras cardíacas, na qual a massa de tecido contrátil

está aumentada. Esses três mecanismos compensatórios podem ser inicialmente adequados para manter o desempenho da bomba cardíaca, em nível relativamente normal, embora a contratilidade miocárdica intrínseca possa ser substancialmente reduzida. Todavia, esses mecanismos têm potencial limitado. Se o distúrbio original de contratilidade miocárdica e/ou sobrecarga hemodinâmica persistir podem acarretar efeito deletério sobre a função cardíaca. (YANCY et al., 2013b)

Dentre os mediadores acionados na ICC estão: ativação do sistema renina angiotensina aldosterona e do sistema nervoso simpático (SNS); aumento das concentrações de proteína C reativa (PCR), baixa resposta vasodilatadora da parede endotelial, menor expressão da proteína de óxido nítrico-sintase endotelial (eNOS) e aumento na expressão gênica pela produção de citocinas pró-inflamatórias e linfócitos, como o TNF- α , IL-6, IL-18, PCR e interleucina 1 beta (IL-1 β). (DESWAL et al., 2002).

Resumidamente, em situações nas quais há redução do DC, mecanismos neuro-humorais são ativados com o objetivo de preservar a homeostase circulatória. Apesar de primeiramente ser vista como uma resposta compensatória benéfica, a liberação endógena de neuro-hormônios vasoconstritores exerce papel deletério no desenvolvimento da ICC. Assim, a progressão da insuficiência pré-existente se dá às custas da ativação dos sistemas nervoso simpático e renina- angiotensina-aldosterona, aumentando a sobrecarga de volume e a pós-carga do ventrículo esquerdo. Deste modo, a síndrome clínica da ICC ocorre em consequência às limitações ou falha definitiva desses mecanismos compensatórios. (SHARMA et al., 2015).

Essas alterações do controle autônomo do coração e da circulação periférica variam com o modelo e a etiologia da ICC, bem como com a natureza e intensidade do estímulo preditor. Em geral, nos estágios iniciais da ICC, a ativação do sistema nervoso autônomo atua para manter o débito cardíaco, aumentando a contratilidade miocárdica e elevando a frequência cardíaca; na ICC grave, a vasoconstrição mediada pelo sistema nervoso simpático e pela angiotensina II circulante, tende a manter a pressão arterial e, desviar o fluxo sanguíneo dos leitos cutâneo, esplâncnico e renal para preservar a perfusão dos leitos coronários e cerebral. Em pacientes com ICC moderada, estas alterações ocorrem primariamente durante o esforço,

enquanto nos pacientes com ICC grave, elas estão presentes mesmo em repouso. (NIEMEIJER, 2018; VESCOVO, 2012).

Outro ajuste compensatório é o aumento do conteúdo de sódio vascular e a pressão intersticial elevada que resultam na retenção de sódio e água e levam ao espessamento e compressão das paredes vasculares sanguíneas, o que impede a resposta vasodilatadora normal durante o esforço. A perfusão inadequada do músculo esquelético, por sua vez, leva à dependência mais precoce do metabolismo anaeróbio, de acidemia láctica, a um débito de oxigênio excessivo, à fraqueza e à fadiga. As veias da extremidade dos pacientes com ICC estão contraídas, aparentemente em consequência da compressão pelo aumento da pressão tecidual, por substâncias venoconstritoras circulantes (noradrenalina e angiotensina II) e, em menor extensão, pela atividade do sistema nervoso simpático. A venoconstricção das extremidades resulta no deslocamento do sangue para coração e pulmões. (ANTUNES-CORREA et al., 2015; KRETZSCHMAR, 2010).

Como resposta, para portadores de ICC a perda da capacidade funcional é consequência destas alterações centrais e periféricas. Sob a ótica central, ocorre incapacidade em se aumentar adequadamente o volume sistólico (VS) e a frequência cardíaca (FC), resultando em menor fração de ejeção e menor débito cardíaco (DC). Sob o prisma periférico, observa-se diminuição da capacidade oxidativa do músculo esquelético, menor perfusão muscular presença de disfunção endotelial e favorecimento na incidência de acidose (acúmulo de lactato) nas fases iniciais do exercício. (BORGHI-SILVA et al., 2015; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2014; UL HAQ et al., 2015).

2.5 REABILITAÇÃO CARDÍACA NA ICC

Diante da representação da ICC como um problema de saúde pública, surge o conceito de reabilitação cardíaca que, desde a segunda metade do século XX atua como um “instrumento” valioso que permite, se devidamente utilizado, a concretização dos objetivos fundamentais da promoção da saúde. (ARAKAKI, H.; MAGALHÃES, H. M, 1996; BERCKMAN et. al, 2000; CATO,

ISKANDRIAN, 2003; FARDY, YANOWITZ , WILSON, 1998). O seu objetivo é multifatorial e multidisciplinar (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2009; AACPR, 2004; ARQUIVOS BRASILEIROS DE CARDIOLOGIA, 2005; FOODY et. al, 2007; GIBBONS et. al. 2003; MENEGHELO, 2010) atuando como um processo contínuo de desenvolvimento e manutenção do conjunto de mecanismos necessários para assegurar ao indivíduo as melhores condições físicas, mentais e sociais de modo a possibilitar a manutenção e/ou retorno da sua atividade sócio profissional e familiar pelos seus próprios meios. (BETHELL, LEWIN, DALAL, 2009; JOLLIFFE, 2001; OLDRIDGE, 1998; TAYLOR et. al, 2004; THOMAS et. al, 2007).

As descrições científicas acerca dos programas de RC (PRC), credenciaram nos últimos anos o exercício físico regular para portadores de cardiopatias como a principal intervenção nestes processos, apontando os seus inúmeros benefícios, além da melhora na capacidade funcional. (BALADY et al., 2007; CHEETHAM et. al., 2002; CONRAADS et al., 2004; FREYSSIN et al., 2012; JOLLIFFE, 2001; VOLAKLIS, TOKMAKIDIS, 2005; MAIORANA et al., 2000; MUELA, et. a., 2011; MYERS, 2008). Para os autores das pesquisas, os PRC com ênfase no exercício físico foram desenvolvidos com o propósito de trazer os pacientes de volta às suas atividades diárias habituais, aumentando o limiar para sintomas como a angina de peito, a dispneia, a fadiga e o esgotamento e, além disso, otimizando as funções cardíacas e pulmonares. (GARDENGHI, DIAS, 2007; MYERS, 2008; PARREIRAS, OVANDO, 2008; PINA et. al, 2003; VOGIATZIS, ZAKYNTINOS, 2013). Com base nas evidências atuais dos resultados e dos custos clínicos, e de diretrizes internacionais sobre a gestão da ICC, incluindo o Colégio Americano de Cardiologia, a Associação Americana do Coração, a Sociedade Europeia de Cardiologia e o Instituto Nacional de Excelência em Cuidados e Saúde do Reino Unido, existe uma consistente recomendação da RC como uma intervenção eficaz e segura. (KAPHINGST; PERSKY; LACHANCE, 2010; MCMURRAY et al., 2012; YANCY et al., 2013a). No entanto, estas diretrizes não estão totalmente implementadas na prática atual dos PRC para portadores de ICC parecendo estar abaixo do ideal. (DALAL; DOHERTY; TAYLOR, 2015). Para os autores, um dos principais impulsionadores dessa má adesão tem sido que os PRC não estão oferecendo

reabilitação para pessoas com IC devido a falta de recursos e exclusão de ICC de acordos de comissionamentos locais. (DALAL; DOHERTY; TAYLOR, 2015).

2.6 EXERCÍCIO FÍSICO NA ICC

A redução na qualidade de vida dos pacientes com ICC está estreitamente relacionada com a intolerância ao exercício, e à fadiga precoce. Esses fatores são determinantes para que o indivíduo consiga realizar suas tarefas cotidianas com independência. Nesse âmbito, o exercício físico surge como uma terapia eficaz para a melhora da capacidade funcional e reinserção à vida social dos pacientes com ICC. (CARDIAC; CENTRE, 2008).

Apesar de na década de 50 já existirem evidências de que o exercício físico poderia ser um fator protetor para doenças cardiovasculares (MORRIS; CRAWFORD, 1958), até o início da década de 90 não era recomendado que o indivíduo com IC realizasse exercícios físicos, pois se acreditava que àqueles com fração de ejeção reduzida teriam risco aumentado de morbimortalidade relacionado ao exercício físico. (MYER et al., 2013). O principal marco para essa mudança de paradigma foi o estudo de Sullivan e seus colaboradores (1988a), o qual comprovou que o treinamento aeróbico crônico não gerou prejuízos na FEVE, e além disso, resultou em importantes melhoras nos parâmetros relacionados à capacidade funcional.

Desde então, diversos estudos randomizados tem sido conduzidos em pacientes com insuficiência cardíaca (SAGAR et al., 2015), confirmando que o exercício físico quando realizado em pacientes estáveis e com supervisão profissional é uma ferramenta segura e capaz de reduzir, tanto internações hospitalares, quanto o risco de mortalidade. (COLLABORATIVE, 2004; CONNOR et al., 2010). Atualmente sabe-se que o exercício e a reabilitação cardíaca são capazes de modular as disfunções presentes em diferentes sistemas orgânicos nessa patologia e classificam-se como nível A de evidência e classe I de recomendação em diretrizes das sociedades de cardiologia. (BOCCHI et al., 2012).

O aumento da capacidade submáxima ao exercício, associado a modificações na função metabólica, tônus vascular, produção de citocinas e modulação neuro-hormonal, sugere um importante e positivo papel do exercício

físico. (CARDIAC; CENTRE, 2008; FIUZA-LUCES et al., 2013). Atenuação da atividade simpática, melhora do tônus parassimpático e a consequente melhora na variabilidade da frequência cardíaca durante o exercício foram verificadas em ensaios randomizados e, recentemente, compilados em revisões sistemáticas. (HSU et al., 2015; YAYLALI et al., 2015). A atenuação da hiperativação da angiotensina II, aldosterona e norepinefrina também são fatores associados ao treinamento físico que é capaz de atuar na regulação da disfunção autonômica. (ZUCKER et al., 2015).

Alguns autores têm atribuído a capacidade de reversão do remodelamento cardíaco diretamente ao exercício físico. Hambrecht e seus colegas (2000) verificaram um aumento em torno de 30% na fração de ejeção e redução no diâmetro do ventrículo esquerdo ao final da diástole. Principalmente o exercício aeróbico e com duração de treinamento maior do que seis meses tem se mostrado eficaz na reversão do remodelamento. (HAYKOWSKY et al., 2007).

Apesar de o treinamento físico ser capaz de melhorar a FEVE, com o avanço das pesquisas nessa área, verificou-se que a intolerância ao exercício observada na ICC pouco se correlaciona com fatores hemodinâmicos. Assim, possivelmente, os prejuízos periféricos da musculatura esquelética tem uma importante participação nas queixas de fadiga precoce. (BACURAU et al., 2016; KINUGAWA et al., 2015). Uma série de alterações pode levar à miopatia esquelética, a qual está associada a disfunções metabólicas, tais como mudança do tipo de fibra (GARNIER et al., 2003), menor expressão da PGC-1 α e, conseqüentemente, diminuição na densidade de mitocôndrias. (SOUZA et al., 2014). A resposta da musculatura esquelética ao exercício aeróbico é maior do que terapias farmacológicas isoladas, sendo, portanto, essa estratégia, capaz de reverter a maioria dos distúrbios relacionados à miopatia e contornar a deficiência na produção e utilização de energia, resultando principalmente num aumento no VO₂ de pico. (BACURAU et al., 2009; HAMBRECHT et al., 1997; PIEPOLI, 2013).

2.7 EXERCÍCIO AERÓBICO NA ICC

A prática regular de exercício físico contribui para a melhora do estado de saúde e redução do risco de futuros eventos clínicos. Entretanto, apesar destas favoráveis informações, ainda se faz necessário avançar no entendimento em relação aos demais benefícios do exercício físico, bem como identificar a intensidade, a frequência e a duração ótimas para maximizar os resultados clínicos. (KAPHINGST; PERSKY; LACHANCE, 2010).

As recomendações correntes, segundo o posicionamento do *American College of Sports Medicine* (ACSM), fixam valores em 150 minutos/semana de atividade aeróbia de moderada intensidade ou 75 minutos/semana de atividade aeróbia de intensidade vigorosa, ou ainda a combinação dos dois estímulos, realizados de forma rítmica e contínua, envolvendo os principais grupos musculares, garantindo a melhora e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória, bem como a prevenção de doenças cardiovasculares em indivíduos aparentemente saudáveis. (ELAHI et al., 2010; GARBER et al., 2011). O aumento da capacidade máxima ao exercício, associado a modificações na função metabólica, tônus vascular, produção de citocinas e ativação neural, sugere um importante e positivo papel do exercício físico na melhora da intolerância ao exercício, que é o principal sintoma limitante na ICC. (DOWNING; BALADY, 2011).

2.8 DIFERENTES MÉTODOS DE EXERCÍCIO AERÓBICO E SUAS PARTICULARIDADES NA ICC

Apesar dos efeitos positivos bem conhecidos em pacientes com ICC, as evidências quanto à supremacia de um método de exercício aeróbico sobre outro não nos permitem a chegar a uma conclusão clara, sendo alvo de discussões. (VANHEES et al., 2012). Os dois métodos mais reconhecidos atualmente são: o contínuo de intensidade moderada (TAC), e o intervalado de alta intensidade (TAI).

O TAC é caracterizado pela manutenção de uma intensidade moderada, por um período estipulado (60% a 80% $VO_{2\text{pico}}$ ou frequência cardíaca reserva) (ROVERE, 1992). O uso de protocolos com velocidade contínua e com

intensidade e duração bem definidas são amplamente utilizados em protocolos de reabilitação cardíaca. (ELAHI et al., 2010). A utilização mais frequente de intensidades baixas a moderadas e velocidade contínua se deve ao fato de que se acreditava que a intensidade máxima que os indivíduos com IC poderiam atingir seria dentro do primeiro limiar ventilatório, entre 50-60% do pico de VO_2 .

O TAI é baseado no fenômeno de aumento da frequência cardíaca e débito sistólico durante as pausas após um trabalho relativamente intensivo (80% a 95% VO_{2pico} ou Frequência cardíaca reserva) (MEYER et al., 2012). Os pacientes com ICC, todavia, em comparação a indivíduos saudáveis, precisam de um maior percentual do seu VO_2 de pico para exercer suas funções cotidianas, visto que, possuem um condicionamento físico prejudicado. Nesse contexto, atualmente tem se discutido o uso de intensidades acima do primeiro limiar ventilatório. Utilizando-se de intensidades entre 65-90% do VO_{2pico} , no limite entre alta intensidade e intensidade severa, no treinamento de indivíduos com ICC sem que haja o risco de situações adversas. (MEZZANI et al., 2009; VANHEES et al., 2012). Dessa maneira, embora existam recomendações formais para o TAC, um forte interesse clínico emergiu no TAI para pacientes com ICC. (PIEPOLI et al., 2011; PONIKOWSKI et al., 2016). Assim, o TAI é atualmente considerado uma importante alternativa de exercício aeróbico isolado ou complementar ao TAC dentro de um programa de reabilitação cardíaca.

Diversos estudos têm surgido a fim de determinar se o exercício aeróbico intervalado é superior ao exercício aeróbico contínuo, tanto em populações saudáveis, quanto em populações especiais. Alguns estudos tem demonstrado resultados promissores, tais como reversão do remodelamento cardíaco, melhora da função endotelial e melhor capacidade aeróbica, com aumento do VO_{2pico} (ROGNMO et al., 2004; WISLOFF et al., 2007). Entretanto outros delineamentos não verificaram diferenças entre os dois protocolos de treinamento, porém com efeitos positivos de ambos em relação ao grupo controle ou ao *baseline*. (BENDA et al., 2015; SMART; STEELE, 2012). Vale ressaltar que o grande número de possibilidades protocolos pode estar envolvido com a heterogeneidade observada nos ensaios clínicos.

Em 2013, uma meta-análise, ao avaliar diferentes intensidades de treinamento em indivíduos com IC, concluiu que quanto maior a intensidade do

exercício maior são os ganhos em capacidade cardiorrespiratória, principalmente devido a maior adesão dos pacientes nesse tipo de protocolo, visto que o aumento de intensidade possibilita a utilização de treinos de curta duração. (SMART; DIEBERG; GIALLAURIA, 2013a). Em contrapartida, outro estudo verificou que as principais variáveis para melhora da capacidade funcional, em ordem decrescente, são: gasto energético da sessão, frequência de sessões, duração do treino e, por último, a intensidade do exercício. (KRAAL et al., 2017). Em relação aos benefícios cardiovasculares, estudos meta-analíticos têm demonstrado que o TAI é mais efetivo em gerar aumento no VO_2 máximo, tanto em pacientes com doenças cardiovasculares, quanto em indivíduos saudáveis, porém falha em se mostrar superior no aumento da FEVE na população com ICC. (HAYKOWSKY et al., 2013; MILANOVIĆ; SPORIŠ; WESTON, 2015). Na recente meta-análise de Gomes Neto e seus colaboradores (GOMES NETO et al., 2018), analisando globalmente os estudos incluídos, o resultado foi favorável ao TAI. Segundo os autores, em resumo, o TAI é mais eficiente do que o TAC para aumentar o $VO_{2\text{ pico}}$ em pacientes com ICC e FEVE reduzida, em protocolos de treinamento de curta duração realizados em programas de reabilitação cardíaca. Entretanto, essa superioridade desapareceu na análise subgrupos realizada de protocolos isocalóricos, e no VE/VCO_2 slope dos pacientes. Sendo uma área de investigação ainda muito recente, mais estudos devem ser realizados.

2.9 VARIÁVEIS DO TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR NA ICC

Como a capacidade de exercício em pacientes com ICC está fortemente ligada à sobrevida, (GUAZZI et al., 2010; O'NEILL et al., 2005) os parâmetros de exercício são marcadores valiosos para classificar a gravidade da síndrome e para apoiar decisões de tratamento (por exemplo, transplante cardíaco, suporte circulatório mecânico ou prescrição do exercício). (MANCINI et al., 1989; POLAND et al., 2016). Outros parâmetros de avaliação, como os índices de repouso da função cardíaca e percepção de sintomas de esforço, mostraram-se menos informativos sobre a capacidade máxima de exercício. (WILSON et al., 1999). Portanto, o teste de exercício cardiopulmonar (TEC) tornou-se um técnica bem estabelecida para estratificar o risco cardiovascular e objetivar sintomas a

avaliação da ICC, mas também para a avaliação da base fisiopatológica da intolerância ao exercício e prescrição de treinamento físico. (INGLE, 2008; MEZZANI et al., 2009).

O parâmetro mais utilizado para avaliar a capacidade de exercício aeróbico é o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$). Durante o teste de esforço máximo, o $VO_{2m\acute{a}x}$ é a mais alta captação de O_2 obtível, que é evidenciada pelo nivelamento da utilização de O_2 , apesar de aumentos da taxa de excesso de trabalho. No entanto, o $VO_{2m\acute{a}x}$ nem sempre é confirmado pela obtenção de um VO_2 platô, especialmente em pacientes com ICC. (KETEYIAN et al., 2009), devido a existência de uma falha para alcançar um verdadeiro esforço máximo, ligada à motivação do paciente, falta de coordenação motora, incompetência dos sistemas participantes, a duração e magnitude dos passos do protocolo de exercícios incrementais, ou (falta de) incentivo do observador, comprometendo assim, a interpretação do pico de $\dot{V}O_2$ (ANDREACCI et al., 2010). Portanto, a maior absorção de O_2 nesses pacientes é geralmente expresso como pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}). (MEZZANI et al., 2009). Se os critérios não forem cumpridos, ou quando testes adicionais forem realizados e mal tolerados, ou considerados ineficientes em termos de tempo, a aplicabilidade prática dessas estratégias é limitada. Dessa forma, o interesse em variáveis objetivas de exercício para a avaliação da capacidade de exercício e o prognóstico em pacientes com ICC independentes do esforço do paciente está aumentando, possibilitando informações através dessas variáveis, que vão muito além do consumo de oxigênio do pico de exercício (VO_{2pico}). Além do VO_{2pico} outras variáveis do TEC possuem semelhante ou até mesmo maior valor na abordagem do prognóstico da ICC. (SERRA; ALOYSIO; PR, 2012).

O $\dot{V}O_2$ após o exercício físico tem sido apresentado com grande interesse científico nos últimos anos. O prolongamento e o excesso de $\dot{V}O_2$ no período de recuperação é representado tanto pelo aumento do metabolismo pós-exercício, como pela tentativa do organismo em ajustar a homeostase de repouso pré-exercício (SULLIVAN; HIGGINBOTHAM; COBB, 1988b). Com o passar do tempo as teorias relacionadas aos fatores que influenciam o $\dot{V}O_2$ no período de recuperação sofreram modificações devido aos avanços científicos e tecnológicos. Outro indicador importante avaliado, diz respeito às implicações prognósticas das mudanças dos valores de frequência cardíaca após a cessação

do TEC. A queda da FC imediatamente após o exercício ocorre devido a reativação do sistema nervoso parassimpático, relacionado ao aumento da atividade vagal, sendo um importante marcador prognóstico e associada a redução do risco de morte (BARRON, LESH, 1996; COLE et al., 1996). O equivalente ventilatório de gás carbônico, que expressa o quanto é ventilado para eliminar uma dada quantidade de gás carbônico produzido (VE/VCO_2), é uma das variáveis valorizadas na avaliação da eficiência ventilatória no TECP e, conseqüentemente, do prognóstico da doença básica, particularmente nas doenças pulmonares e na ICC. Habitualmente, utiliza-se também a regressão linear desta relação, inferida através de um valor que representa a ascensão, inclinação ou rampa, ou, em inglês, slope. Quanto maior for a ventilação para uma mesma produção de gás carbônico maior será o valor da inclinação ou do slope que o representa e, por conseqüência, menor será a eficiência ventilatória, sendo este, possivelmente, o mais valioso marcador prognóstico na ICC. (SERRA; ALOYSIO; PR, 2012). Vários mecanismos fisiopatológicos estão associados ao aumento do equivalente ventilatório de gás carbônico (VE/VCO_2) e do VE/VCO_2 slope na ICC, como expressão maior de gravidade e ineficiência ventilatória. Ressalta-se ainda, as descrições dos valores adicionais da potência ventilatória na estratificação do prognóstico do paciente com ICC. Ela é obtida através da razão entre a pressão arterial sistólica no pico do exercício e o VE/VCO_2 slope. (SERRA; ALOYSIO; PR, 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e comparar os dados dos registros referentes aos efeitos do treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade ou do treinamento aeróbico de intensidade moderada e período controle em pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica classe II e III (NYHA).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os efeitos do treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade ou do treinamento aeróbico de intensidade moderada e período controle sobre a (o):

- Composição corporal (IMC e somatório de dobras cutâneas);
- Aptidão física (Teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos e Caminhada de 2,40 metros);
- Capacidade funcional aeróbica (Consumo submáximo de oxigênio);
- Cinética de recuperação do consumo de oxigênio;
- Cinética de recuperação da frequência cardíaca;
- Eficiência ventilatória para eliminação do CO₂ (VE/VCO₂);
- Inclinação da eficiência ventilatória para eliminação do CO₂ (VE/VCO₂ slope);
- Eficiência do declínio de captação do oxigênio (OUES).

4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

AACVPR, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. **Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs**, 4^a ed. Human Kinetics, Champaign, IL, 2004.

ALBUQUERQUE, D. C. DE et al. I Brazilian Registry of Heart Failure - Clinical Aspects, Care Quality and Hospitalization Outcomes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2015.

ANDREACCI, J. L. et al. The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing*. n. July 2011, p. 37–41, 2010.

ANGADI, S. S. et al. High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 119, n. 6, p. 753–8, 15 set. 2015.

ANTÓNIO, N. Redução da inflamação sistêmica após terapêutica de ressincronização cardíaca: uma nova forma de resposta? **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 37, n. 2, p. 115–116, 2018.

ANTUNES-CORREA, L. M. et al. Cost-effectiveness of supervised exercise therapy in heart failure patients. **Heart Failure Clinics**, v. 11, n. 1, p. S100–S107, 2015.

AVED BUTLER et al. Developing Therapies for Heart Failure with Preserved Ejection Fraction: Current State and Future Directions. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 2, n. 2, p. 97–112, 2014.

ARAKAKI, H.; MAGALHÃES, H. M. Programas supervisionados em reabilitação cardiovascular-abordagem de prescrição de exercício; Supervised programs in cardiovascular rehabilitation-approach to exercise prescription. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 6, n. 1, p. 23-30, 1996.

BACURAU, A. V. N. et al. Sympathetic hyperactivity differentially affects skeletal muscle mass in developing heart failure: role of exercise training. **J Appl Physiol**, v. 29, n. 106, p. 1631–1640, 2009.

BACURAU, A. V. et al. Aerobic exercise and pharmacological therapies for skeletal myopathy in heart failure: Similarities and differences. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, 2016.

BALADY, Gary J. et al. Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs: 2007 Update A Scientific Statement From the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism;

and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. **Circulation**, v. 115, n. 20, p. 2675-2682, 2007.

BARRON, H. V.; LESH, M. D. Autonomic nervous system and sudden cardiac death. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 27, n. 5, p. 1053–1060, 1996.

BELARDINELLI, R. et al. 10-year exercise training in chronic heart failure: A randomized controlled trial. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 60, n. 16, p. 1521–1528, 2012.

BENDA, N. M. M. et al. Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. **PloS one**, v. 10, n. 10, p. e0141256, 30 out. 2015.

BENENSTEIN, R.; SARIC, M. Mitral valve prolapse. **Current Opinion in Cardiology**, p. 1, 2012.

BERKMAN, Lisa F. et al. From social integration to health: Durkheim in the new millennium. **Social science & medicine**, v. 51, n. 6, p. 843-857, 2000.

BETHELL, Hugh; LEWIN, Robert; DALAL, Hasnain. Cardiac rehabilitation in the United Kingdom. **Heart failure**, v. 95, n. 4, p. 271-275, 2009.

BLEUMINK, G. S. et al. Quantifying the heart failure epidemic: Prevalence, incidence rate, lifetime risk and prognosis of heart failure - The Rotterdam Study. **European Heart Journal**, v. 25, n. 18, p. 1614–1619, 2004.

BOCALINI, D. S.; SANTOS, L. DOS; SERRA, A. J. Physical exercise improves the functional capacity and quality of life in patients with heart failure. **Clinics**, v. 63, n. 4, p. 437–442, 2008.

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

BORGHI-SILVA, A. et al. Rehabilitation practice patterns for patients with heart failure: The South American perspective. **Heart Failure Clinics**, v. 11, n. 1, p. 73–82, 2015.

BOUCHARD, C. et al. Familial aggregation of $\dot{V}O_2$ max response to exercise training : results from the HERITAGE Family Study and elite athletic performance
· $\dot{V}O_2$ max response to exercise Familial aggregation of $\dot{V}O_2$ max response to exercise training : results from the HERITAGE Family Study. p. 1003–1008, 2012.

BOWEN, T. S. et al. The intramuscular contribution to the slow oxygen uptake kinetics during exercise in chronic heart failure is related to the severity of the condition. **J Appl Physiol**, v. 112, p. 378–387, 2018.

BRAWNER, C. A. et al. Comprehensive Analysis of Cardiopulmonary Exercise Testing and Mortality in Patients with Systolic Heart Failure: The Henry Ford Hospital Cardiopulmonary Exercise Testing (FIT-CPX) Project. **Journal of Cardiac Failure**, v. 21, n. 9, p. 710–718, 2015.

BROOKS, K.; BROOKS, K. Journal of Exercise Physiology online. v. 13, n. 2, p. 52–57, 2010.

BUTLER, J. et al. Selection of patients for heart transplantation in the current era of heart failure therapy. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 43, n. 5, p. 787–793, 2004.

CARDIAC, O.; CENTRE, S. Methodology of Exercise Prescription in Patients with Heart Failure. n. Figure 1, p. 267–277, 2008.

CATO, J. G.; ISKANDRIAN, A. E. Major risk factors for cardiovascular disease – debunking the only 50% myth. **JACC. Journal American Medicine Association**, v. 290, n. 7, p. 947-949, 2003.

CHEETHAM, Craig et al. Effect of aerobic and resistance exercise on central hemodynamic responses in severe chronic heart failure. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 1, p. 175-180, 2002.

COLE, C. R. et al. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. **New England Journal of Medicine**, v. 341, n. 18, p. 1351–1357, 1999.

COLLABORATIVE, E. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). **Bmj**, v. 328, n. 7433, p. 189–0, 2004.

CONNOR, C. M. O. et al. Efficacy and Safety of Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure: HF-ACTION Randomized Controlled Trial. **Jama**, v. 301, n. 14, p. 1439–1450, 2010.

CONRAADS, Viviane M. et al. Combined endurance/resistance training reduces NT-proBNP levels in patients with chronic heart failure. **European heart journal**, v. 25, n. 20, p. 1797-1805, 2004.

DALAL, H. M.; DOHERTY, P.; TAYLOR, R. S. Cardiac rehabilitation. **Bmj**, v. 5000, n. September, p. h5000, 2015.

DAVIES, E. J. et al. Exercise training for systolic heart failure: Cochrane systematic review and meta-analysis. **European Journal of Heart Failure**, v. 12, n. 7, p. 706–715, 2010.

DESWAL, A. et al. Cytokines and Cytokine Receptors in Advanced Heart Failure. 2002.

Diretriz de Reabilitação Cardíaca. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 84, n. 5, p. 431-440, 2005.

DOWNING, J.; BALADY, G. J. The role of exercise training in heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 58, n. 6, p. 561–569, 2011.

ELAHI, M. et al. Current concepts underlying benefits of exercise training in congestive heart failure patients. **Current cardiology reviews**, v. 6, n. 2, p. 104–111, 2010.

ELLINGSEN, Ø. et al. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart

Failure With Reduced Ejection Fraction. **Circulation**, v. 135, n. 9, p. 839–849, 28 fev. 2017.

FARDY, P. S.; YANOWITZ, F. G.; WILSON, P. K. **Reabilitação Cardiovascular: Aptidão Física do Adulto e Teste de Esforço**. Rio de Janeiro: Revinter, 1998.

FILIPPATOS, G.; PARISSIS, J. T. Heart failure diagnosis and prognosis in the elderly: The proof of the pudding is in the eating. **European Journal of Heart Failure**, v. 13, n. 5, p. 467–471, 2011.

FIUZA-LUCES, C. et al. Exercise is the Real Polypill. **Physiology**, v. 28, n. 5, p. 330–358, 2013.

FLORAS, J. S. Sympathetic Nervous System Activation in Human Heart Failure. Clinical Implications of an Updated Model. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 54, n. 5, p. 375–385, 2009.

FOODY, J. M. et al. Core Components of Cardiac Rehabilitation/ secondary Prevention Programs. **Circulation**, V. 115, p. 2675, 2007.

FOUREAUX, G.; PINTO, K. M. DE C.; DAMASO, A. Effects of excess post-exercise oxygen consumption and resting metabolic rate in energetic cost. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 393–398, 2006.

FREYSSIN, C. et al. Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 93, n. 8, p. 1359–64, ago. 2012.

GALLOWAY, D. A. et al. HHS Public Access. v. 52, n. 4, p. 87–92, 2016.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GARDENGHI, Giulliano; DIAS, Fernanda Dultra. Reabilitação cardiovascular em pacientes cardiopatas. **Integração**, v. 51, p. 387-92, 2007.

GARNIER, A. et al. Depressed mitochondrial transcription factors and oxidative capacity in rat failing cardiac and skeletal muscles. **Journal of Physiology**, v. 551, n. 2, p. 491–501, 2003.

GIBBONS, R. J. et.al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina). **Circulation**, v. 107, p. 149–158, 2003.

GOMES NETO, M. et al. High intensity interval training versus moderate intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Cardiology**, v. 261, p. 134–141, 2018.

GUAZZI, M. et al. Cardiopulmonary exercise testing variables reflect the degree of diastolic dysfunction in patients with heart failure-normal ejection fraction. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 30, n. 3, p. 165–172, 2010.

HAMBRECHT, R. et al. Physical training in patients with stable chronic heart failure: Effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 25, n. 6, p. 1239–1249, 1995.

HAMBRECHT, R. et al. Effects of endurance training on mitochondrial ultrastructure and fiber type distribution in skeletal muscle of patients with stable chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 29, n. 5, p. 1067–1073, 1997.

HAMBRECHT, R. et al. Effects of Exercise Training on Left Ventricular Function and Peripheral Resistance in Patients With Chronic Heart Failure. v. 283, n. 23, p. 3095–3101, 2000.

HARTSTICHTING. Hart-en vaatziekten in Nederland 2016. p. 164, 2013.

HAYKOWSKY, M. J. et al. A Meta-Analysis of the Effect of Exercise Training on Left Ventricular Remodeling in Heart Failure Patients. The Benefit Depends on the Type of Training Performed. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 49, n. 24, p. 2329–2336, 2007.

HAYKOWSKY, M. J. et al. Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. **American Journal of Cardiology**, v. 111, n. 10, p. 1466–1469, 2013.

HELGERUD, J. et al. Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_{2\max}$ more than moderate training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 4, p. 665–671, 2007.

HSU, C.-Y. et al. Effects of Exercise Training on Autonomic Function in Chronic Heart Failure: Systematic Review. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1–8, 2015.

INGLE, L. Prognostic value and diagnostic potential of cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure. **European Journal of Heart Failure**, v. 10, n. 2, p. 112–118, 2008.

ISMAIL, H. et al. Exercise training program characteristics and magnitude of change in functional capacity of heart failure patients. **International Journal of Cardiology**, v. 171, n. 1, p. 62–65, 2014.

JOHNSON, F. L. Pathophysiology and Etiology of Heart Failure. **Cardiology Clinics**, v. 32, n. 1, p. 9–19, 2014.

JOLLIFFE, Judith et al. Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. **The Cochrane Library**, 2001.

KAPHINGST, K. A.; PERSKY, S.; LACHANCE, C. NIH Public Access. v. 14, n. 4, p. 384–399, 2010.

KELL, R. T.; BELL, G.; QUINNEY, A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. **Sports Med**, v. 31, n. 12, p. 863–873, 2001.

KEMPS, H. M. et al. **Oxygen uptake kinetics in chronic heart failure: clinical and physiological aspects**. [s.l.: s.n.]. v. 17

KETEVIAN, S. J. et al. Investigating Outcomes of exercise training). **NIH Public Access**, v. 102, n. 6, p. 712–717, 2009.

KETEVIAN, S. J. et al. Variables measured during cardiopulmonary exercise testing as predictors of mortality in chronic systolic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 67, n. 7, p. 780–789, 2016.

KINUGAWA, S. et al. Skeletal Muscle Abnormalities in Heart Failure. **International Heart Journal**, v. 56, n. 5, p. 475–484, 2015.

KITZMAN, D. W. Exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: Beyond proof-of-concept. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 58, n. 17, p. 1792–1794, 2011.

KOUFAKI, P. et al. Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: a pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 46, n. 4, p. 348–56, abr. 2014.

KRAAL, J. J. et al. The influence of training characteristics on the effect of exercise training in patients with coronary artery disease: Systematic review and meta-regression analysis. **International Journal of Cardiology**, v. 245, p. 52–58, 2017.

KRETZSCHMAR, D. Elevated plasma levels of interleukin-16 in patients with acute myocardial infarction. **INTERNATIONAL HEART JOURNAL**, v. 51, n. i, p. 75–81, 2010.

LAVIE, C. J.; ARENA, R.; EARNEST, C. P. High-intensity interval training in patients with cardiovascular diseases and heart transplantation. **Journal of Heart and Lung Transplantation**, v. 32, n. 11, p. 1056–1058, 2013.

LEON, A. S. et al. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: An American Heart Assoc. scientific statement from the Council on Clin. Cardiol. (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabil., and Prevention) and the Council on Nutr., Phys. Activi. **Circulation**, v. 111, n. 3, p. 369–376, 2005.

LLOYD-JONES, D. et al. Heart disease and stroke statistics--2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. **Circulation**, v. 119, n. 3, 2009.

MAIORANA, Andrew et al. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 5, p. 1565–1570, 2000.

MANCINI, D. M. et al. Value of Peak Exercise Oxygen Consumption for Optimal Timing of Cardiac Transplantation in Ambulatory Patients With Heart Failure.

Circulation, v. 83, p. 778–787, 1989.

MCMURRAY, J. J. V. et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. **European Journal of Heart Failure**, v. 14, n. 8, p. 803–869, 2012.

MENEGHELO, Romeu S. et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 95, n. 5, p. 1-26, 2010.

MEYER, K. et al. Predictors of response to exercise training in severe chronic congestive heart failure. **The American journal of cardiology**, v. 80, n. 1, p. 56–60, 1997.

MEYER, P. et al. High-intensity interval exercise in chronic heart failure: Protocol optimization. **Journal of Cardiac Failure**, v. 18, n. 2, p. 126–133, 2012.

MEYER, P, Gayda M, Juneau M, Nigam A. High-intensity aerobic interval exercise in chronic heart failure. **Current Heart Failure Reports**, v. 10, n.2, p. 130–8, 2013.

MEZZANI, A. et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 16, n. 3, p. 249–267, 2009.

MILANOVIĆ, Z.; SPORIŠ, G.; WESTON, M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. **Sports Medicine**, 2015.

MORRIS, J. N.; CRAWFORD, M. D. Coronary Heart Disease And Physical Activity of Work. **British Medical Journal**, n. 5111, p. 1486–1495, 1958.

MOSTERD, A.; HOES, A. W. Clinical epidemiology of heart failure. **Heart**, v. 93, n. 9, p. 1137–1146, 2007.

MOZAFFARIAN, D. et al. **AHA Statistical Update Heart Disease and Stroke Statistics — 2016 Update A Report From the American Heart Association WRITING GROUP MEMBERS**. [s.l.: s.n.].

MUELA, Henrique et al. Avaliação dos benefícios funcionais de um programa de reabilitação cardíaca. **Revista Brasileira de Cardiologia**, v. 24, n. 4, p. 241-250, 2011.

MYERS, J. et al. Effect of exercise training on postexercise oxygen uptake kinetics in patients with reduced ventricular function. **Chest**, v. 120, n. 4, p. 1206–11, 2001.

MYERS, Jonathan. Principles of exercise prescription for patients with chronic heart failure. **Heart failure reviews**, v. 13, n. 1, p. 61-68, 2008.

NIEMEIJER, V. M. **Skeletal muscle characteristics and exercise intolerance in chronic heart failure.** [s.l: s.n.].

NILSSON, B. B.; WESTHEIM, A.; RISBERG, M. A. Long-term effects of a group-based high-intensity aerobic interval-training program in patients with chronic heart failure. **The American journal of cardiology**, v. 102, n. 9, p. 1220–4, 1 nov. 2008.

OLDRIDGE, N. B. Comprehensive cardiac rehabilitation: is it cost-effective? **European Heart Journal**, v. 19, 1998.

O'NEILL, J. O. et al. Peak oxygen consumption as a predictor of death in patients with heart failure receiving β -blockers. **Circulation**, v. 111, n. 18, p. 2313–2318, 2005.

PARREIRAS, Luisa Pereira; OVANDO, Angélica Cristine. Exercício Físico e Reabilitação Cardiovascular. **Efdeportes – Revista Digital**, Ano 13, n. 127, 2008.

PIEPOLI, M. F. et al. Exercise training in heart failure: From theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **European Journal of Heart Failure**, v. 13, n. 4, p. 347–357, 2011.

PIEPOLI, M. F. Exercise training in chronic heart failure: Mechanisms and therapies. **Netherlands Heart Journal**, v. 21, n. 2, p. 85–90, 2013.

PIÑA, I. L. et al. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention. **Circulation**, v. 107, n. 8, p. 1210–1225, 2003.

POLAND, P. P. CHAIRPERSON et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of. **European Heart Journal**, p. 891–975, 2016.

PONIKOWSKI, P. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. **European Heart Journal**, v. 37, n. 27, p. 2129–2200m, 2016.

RIKLI, ROBERTA; JONES, J. rikli.pdf. **Journal of aging and Physical Activity**, v. 7, p. 129–161, 1999.

ROGNMO, Ø. et al. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v. 11, n. 3, p. 216–222, 2004.

ROVEDA, F. et al. The effects of exercise training on sympathetic neural activation in advanced heart failure: A randomized controlled trial. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 42, n. 5, p. 854–860, 2003.

- ROVERE, T. LA. Exercise Training * to Short-term. **chestnet**, v. 5, n. 101, 1992.
- RS, T. et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure (Review). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 4, 2017.
- SAGAR, V. A. et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure: systematic review and meta-analysis. **Open Heart**, v. 2, n. 1, p. e000163, 2015.
- SENNI, M. et al. Congestive heart failure in the community: A study of all incident cases in Olmsted county, Minnesota, in 1991. **Circulation**, v. 98, n. 21, p. 2282–2289, 1998.
- SERRA, S.; ALOYSIO, C.; PR, H. ARTIGO O Valor da Eficiência. v. 18, n. 3, p. 74–76, 2012.
- SHARMA, A. et al. Insuficiência cardíaca congestiva: visão atual e perspectivas futuras. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 25, n. 2, p. 1–60, 2015.
- SMART, N. A.; DIEBERG, G.; GIALLAURIA, F. Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: A meta-analysis. **International Journal of Cardiology**, v. 166, n. 2, p. 352–358, 2013a.
- SMART, N. A.; DIEBERG, G.; GIALLAURIA, F. Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: A meta-analysis. **International Journal of Cardiology**, v. 166, n. 2, p. 352–358, 2013b.
- SMART, N. A.; STEELE, M. A Comparison of 16Weeks of Continuous vs Intermittent Exercise Training in Chronic Heart Failure Patients. **Congestive Heart Failure**, v. 18, n. 4, p. 205–211, 2012.
- SMART, N.; MARWICK, T. H. Exercise training for patients with heart failure: A systematic review of factors that improve mortality and morbidity. **American Journal of Medicine**, v. 116, n. 10, p. 693–706, 2004.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. DIRETRIZ SUL-AMERICANA DE CARDIOVASCULAR P revenção e Reabilitação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 103, n. 2, 2014.
- SOUZA, R. W. A. et al. Aerobic exercise training prevents heart failure-induced skeletal muscle atrophy by anti-catabolic, but not anabolic actions. **PLoS ONE**, v. 9, n. 10, 2014.
- SULLIVAN, M. J.; HIGGINBOTHAM, M. B.; COBB, F. R. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction. Hemodynamic and metabolic effects. **Circulation**, v. 78, p. 506–515, 1988a.
- SULLIVAN, M. J.; HIGGINBOTHAM, M. B.; COBB, F. R. Increased exercise ventilation in patients with chronic heart failure: Intact ventilatory control despite hemodynamic and pulmonary abnormalities. **Circulation**, v. 77, n. 3, p. 552–559, 1988b.
- TANABE, Y. et al. Prolonged recovery of cardiac output after maximal exercise in patients with chronic heart failure. **Journal of the American College of**

Cardiology, v. 35, n. 5, p. 1228–1236, 2000.

TAYLOR, R. S. et al. Exercise based rehabilitation for patients with coronary heart disease: a systematic review and meta analysis of randomized trials. **American Journal Medicine**, v. 116, p. 682-697, 2004.

THOMAS, R. J. et al. AACVPR/ACC/AHA 2007 performance measures on cardiac rehabilitation for referral to and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention services. **Journal Cardiopulmonary Rehabilitation Prevention**, v. 27, p. 260-290, 2007.

TZANIS, G. et al. Effects of High-Intensity Interval Exercise Training on Skeletal Myopathy of Chronic Heart Failure. **Journal of cardiac failure**, v. 23, n. 1, p. 36–46, jan. 2017.

UL HAQ, M. A. et al. Clinical utility of exercise training in heart failure with reduced and preserved ejection fraction. **Clinical Medicine Insights: Cardiology**, v. 9, p. 1–9, 2015.

VAN RIET, E. E. S. et al. Epidemiology of heart failure: The prevalence of heart failure and ventricular dysfunction in older adults over time. A systematic review. **European Journal of Heart Failure**, v. 18, n. 3, p. 242–252, 2016.

VANHEES, L. et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health within the general population : Recommendations from the EACPR (Part I). 2012.

VESCOVO, G. The mechanisms of muscle wasting in COPD and heart failure. **Italian Journal of Medicine**, v. 6, n. 3, p. 170–178, 2012.

VICENTE-CAMPOS, D. et al. Heart rate recovery normality data recorded in response to a maximal exercise test in physically active men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 6, p. 1123–1128, 2014.

VOGIATZIS, I.; ZAKYNTHINOS, S. The physiological basis of rehabilitation in chronic heart and lung disease. **Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 1, p. 16-21, 2013.

VOLAKLIS, Konstantinos A.; TOKMAKIDIS, Savvas P. Resistance exercise training in patients with heart failure. **Sports Medicine**, v. 35, n. 12, p. 1085-1103, 2005.

WANG, T. J. et al. Natural history of asymptomatic left ventricular systolic dysfunction in the community. **Circulation**, v. 108, n. 8, p. 977–982, 2003.

WARE, S. M. Evaluation of genetic causes of cardiomyopathy in childhood. **Cardiology in the Young**, v. 25, n. S2, p. 43–50, 2015.

WILSON, J. R. et al. Relationship between exertional symptoms and functional capacity in patients with heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 33, n. 7, p. 1943–1947, 1999.

WISLOFF, U. et al. Superioridade dos Efeitos Cardiovasculares Obtidos Através

do Treinamento com Exercício Aeróbico Intenso Intervalado em Comparação ao Treinamento com Exercício Moderado com Característica Contínua em Pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica . Um Estud. p. 9–10, 2007.

WISLØFF, U. et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. **Circulation**, v. 115, n. 24, p. 3086–3094, 2007.

WITH, A.; EXCHANGE, G. **Prolonged Kinetics of Recovery of Oxygen Consumption After Maximal Graded Exercise in Patients With Chronic Heart Failure**, 1995.

YANCY, C. W. et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: A report of the American college of cardiology foundation/american heart association task force on practice guidelines. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 62, n. 16, p. e147–e239, 2013a.

YANCY, C. W. et al. Myocardial perfusion imaging and cardiac involvement in the indeterminate phase of chagas disease. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 93, n. 2, p. 518–624, 2013b.

YARDLEY, M. et al. Long-term effects of high-intensity interval training in heart transplant recipients: A 5-year follow-up study of a randomized controlled trial. **Clinical transplantation**, v. 31, n. 1, p. e12868, jan. 2017.

YAYLALI, Y. T. et al. The effects of baseline heart rate recovery normality and exercise training protocol on heart rate recovery in patients with heart failure. **The Anatolian Journal of Cardiology**, v. 15, n. 9, p. 727–734, 2015.

ZILE, M. R.; BRUTSAERT, D. L. New concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure: Part II. Causal mechanisms and treatment. **Circulation**, v. 105, n. 12, p. 1503–1508, 2002.

ZUCKER, I. H. et al. Modulation of angiotensin II signaling following exercise training in heart failure. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 308, n. 8, p. H781–H791, 2015.

5 ARTIGO

Estudo retrospectivo dos efeitos do Treinamento Aeróbico Contínuo de Intensidade Moderada ou Intervalado de Alta Intensidade em pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica

A ser submetido ao periódico Clinical Rehabilitation

Diego Busin^{1, 2}, Olga Sergueevna Tairova², Eduardo Pflug Comparsi², Daniela Carneiro², Micael Potter², Luiz Fernando Derez³, Pedro Dal Lago¹, Ramiro Barcos Nunes¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA – Porto Alegre (RS), Brasil

² Centro Clínico de Medicina do Esporte da Universidade de Caxias do Sul – CECLIN – Caxias do Sul (RS), Brasil

³ Departamento de Educação Física - Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares

Endereço do autor: Diego Busin, Centro Clínico de Medicina do Esporte, Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, CEP: 95070-560 – Caxias do Sul (RS), Brasil, e-mail: diegobusin@hotmail.com

RESUMO

Introdução: Atualmente, existe incerteza sobre os padrões de prescrição de treinamento aeróbico para portadores de insuficiência cardíaca crônica (ICC), participantes de programas de reabilitação cardíaca (PRC). Objetivos: Analisar e comparar os dados dos registros referentes à composição corporal, aptidão física, consumo submáximo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$), VE/VCO_2 , VE/VCO_2 slope, eficiência ventilatória do consumo de oxigênio (OUES), bem como da cinética de recuperação do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca de pacientes portadores de ICC, participantes de um PRC. Metodologia: 30 pacientes que realizaram, durante 10 semanas, treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (TAI) ou treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC). O grupo controle (CON) não realizou exercícios. Resultados: Não houve diferenças na composição corporal e aptidão física, no $VO_{2\text{pico}}$, na cinética de recuperação da frequência cardíaca e do VO_2 , no VE/VCO_2 e VE/VCO_2 slope. O VE/VCO_2 slope obtido foi menor do que o previsto nos grupos TAC e TAI. Não houve diferença no OUES dos grupos. O grupo TAI apresentou aumento no segundo teste de exercício cardiopulmonar (TEC) em comparação com o primeiro, na velocidade da esteira, inclinação da esteira e tempo para alcance do $VO_{2\text{pico}}$. A velocidade da esteira no segundo TEC, foi maior, para alcance do primeiro limiar ventilatório (LV1), no grupo TAC e do segundo limiar ventilatório (LV2), no grupo TAI. A inclinação da esteira para alcance do LV2 no grupo TAI, foi maior no segundo TEC. O tempo para alcance do LV1 no segundo TEC foi maior, no grupo TAI. Conclusão: O TAI e o TAC, diferentemente do CON, promoveram aumentos dos tempos, velocidades e inclinações da esteira para alcance dos marcadores avaliados, podendo implicar em incrementos clinicamente relevantes de melhoria da capacidade funcional e realização de atividades de vida diárias.

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca crônica, Reabilitação cardíaca, Treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade, Treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada; Teste de exercício cardiopulmonar

INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca crônica (ICC) é uma síndrome multifatorial, que leva a lesões importantes em vários órgãos e tecidos (1). Redução da tolerância ao exercício é o principal contribuinte para uma qualidade de vida ruim naqueles com ICC. (2) Anormalidades cardiovasculares e ventilatórias associadas à ativação aumentada de sistemas neuro-humorais são conhecidas como os principais preditores de fadiga precoce de exercício (2, 3, 4). As alterações hemodinâmicas comumente encontradas na ICC envolvem resposta inadequada do débito cardíaco e elevação das pressões pulmonar e venosa sistêmica. Esse quadro ocorre quando a ICC apresenta disfunção sistólica, caracterizada pela anormalidade da contratilidade miocárdica, que leva à redução da Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE), e conseqüentemente redução do débito cardíaco (6). O agravo funcional gera um ciclo entre o descodicionamento físico e distúrbios associados, onde a intolerância ao exercício e a dificuldade para a realização das atividades de vida diária (AVD's) são apontados como os principais problemas em pacientes com ICC, culminando com elevadas taxas de mortalidade (6, 7).

Diretrizes internacionais tem demonstrado preocupação com o tema e apontado os Programas de Reabilitação Cardíaca (PRC), com ênfase no exercício físico sob supervisão profissional, como tratamento não-farmacológico seguro na terapia adjunta, por ser uma intervenção segura e de baixo custo, trazendo substanciais benefícios aos portadores de ICC (8, 9). Apesar dos efeitos positivos bem conhecidos, os protocolos de treinamento para portadores de ICC tem sido discutidos, considerando intensidade, duração, frequência e gasto calórico (10).

O treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC) tem sido descrito como a forma de treinamento mais bem estabelecida, em virtude da sua eficácia e segurança e da melhora da capacidade de exercício e redução de readmissões hospitalares por ICC (13, 14, 15). Apesar desses bons resultados, novos estudos utilizando maiores intensidades de exercício vêm sendo utilizados em pacientes com ICC (16, 17, 18, 19). Algumas justificativas para tal conduta seria uma maior adaptação aeróbica e cardiovascular que poderiam ser alcançadas com esse tipo de estratégia (15), além da melhoria da

capacidade de exercício, função endotelial, diâmetro do ventrículo esquerdo e fração de ejeção (17). Assim, surge o treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (TAI), com o objetivo principal de atingir intervalos de alta intensidade, intercalados com períodos de recuperação de intensidades baixas a moderadas ou recuperação passiva, permitindo que pacientes com ICC atinjam períodos mais longos em zonas de alta intensidade, em comparação com o TAC (18).

Contudo, numerosas questões clinicamente relevantes, dentre elas a segurança do paciente, o impacto sobre os diferentes prognósticos e o cumprimento do treinamento, levando-se em conta a heterogeneidade dos pacientes e dos protocolos utilizados nos diferentes estudos dificultam a defesa de padrões clínicos de treinamento para os pacientes com ICC, precisando de um corpo maior de evidências. Diante disso, ainda permanece uma questão chave, quanto ao método de treinamento aeróbico ideal para prescrição em programas de reabilitação cardíaca, buscando a melhora da capacidade funcional, eficiência ventilatória, tolerância ao exercício e outros parâmetros relacionados à saúde, como composição corporal e aptidão física desses pacientes.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi verificar e comparar os benefícios da utilização dos métodos contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade nos exercícios aeróbicos de pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica, classes II e III (NYHA), participantes de um Programa de Reabilitação Cardíaca, em relação às variáveis de capacidade funcional, eficiência ventilatória, tolerância ao exercício, composição corporal e aptidão física.

MÉTODOS

Caracterização da Pesquisa

A pesquisa foi um estudo retrospectivo de coorte observacional, com uma abordagem analítica dos registros dos dados coletados referentes às avaliações, reavaliações e sessões de treinamento de pacientes portadores de ICC classes II e III (NYHA), participantes do Programa de Reabilitação Cardíaca da Unidade

de Medicina do Esporte do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul – RS, durante os anos de 2016 e 2017.

Pacientes

Foram incluídos os registros de 30 pacientes portadores de ICC ($64,36 \pm 8,81$ anos, FEVE $37,16\% \pm 5,71\%$), classe funcional II e III (NYHA), que realizaram TAC ou TAI por 10 semanas, 3 vezes por semana, no Programa de Reabilitação Cardíaca do Centro Clínico - Unidade de Medicina do Esporte – da Universidade de Caxias do Sul – CECLIN - UCS, em Caxias do Sul, RS, durante o período de março de 2016 à novembro de 2017. Fizeram parte desses registros, os dados dos pacientes que permaneceram o período de 10 semanas sem treinamento, desde que a causa da não realização do treinamento não fosse relacionada à doença. Esses dados foram tratados como grupo controle, para comparação com os registros dos pacientes que participaram dos protocolos de treinamento durante o mesmo período. O grupo de pacientes foi selecionado propositalmente, a partir do levantamento realizados por meio do banco de dados do programa de reabilitação cardíaca.

Os critérios de exclusão dos dados abrangeram os critérios do PRC, seguidos pela Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardíaca (19) e pelo I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular (20): indivíduos com angina instável; insuficiência cardíaca descompensada; infarto agudo do miocárdio ocorrido nas últimas quatro semanas; arritmias ventriculares complexas; não estar em uso de betabloqueadores; portadores de doenças neurológicas; portadores de limitações funcionais, gestantes, e; se retirar voluntariamente do programa. Além desses registros, foram excluídos os dados dos pacientes dos quais não se obtiveram valores de referência durante o teste de esforço ($R < 1,0$ para alcance do $VO_{2\text{pico}}$ ou frequência cardíaca submáxima). Os medicamentos dos pacientes não foram alterados durante o período de estudo de 10 semanas, segundo os registros. Todos os pacientes autorizaram o uso dos dados para a pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido no ingresso do programa. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa via Plataforma Brasil e o parecer consubstanciado foi aceito sob o número 3.055.126.

Protocolo do PRC

A partir da admissão dos pacientes, em sua primeira sessão de atividades, é realizada uma anamnese clínica pelo médico do programa. Esta anamnese tem a finalidade de registrar os dados pessoais e os dados de exames prévios realizados, triando o paciente e estratificando o seu risco, quanto à presença de ICC (FEVE<40% e classe II ou III) ou acometimento prévio, como infarto agudo do miocárdio; cirurgia de revascularização do miocárdio e angioplastia coronária; ou de possíveis fatores de risco para a doença coronária (DAC); administração de fármacos e outras possíveis informações relevantes à equipe da unidade de medicina do esporte. Após, caso não tenha restrições ou nenhuma contraindicação, o paciente realiza alguns testes e medidas iniciais (avaliação), objetivando-se complementar as informações do quadro clínico, acerca da sua condição atual. Estas informações ou dados são então registrados para posterior acompanhamento e retroalimentação dos pacientes.

A partir disso, os pacientes são distribuídos para treinamento supervisionado nos diferentes métodos (contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade), realizados em três sessões semanais, de acordo com o vínculo com o programa. Cada dia de treinamento tem, no mínimo, 48 horas de intervalo entre eles. Os pacientes que, por algum motivo, não possam iniciar o programa, aguardam a comunicação da administração do programa, para início do treinamento. Caso esse período ultrapasse 8 semanas, uma nova avaliação é realizada, afim de diagnosticar a condição atual do paciente. Assim, os dados dos pacientes foram distribuídos em 2 grupos: TAI (n=10) e TAC (n=10). A cada 30 sessões de exercício (10 semanas), há uma nova reavaliação do paciente, com os mesmos procedimentos adotados na primeira. Estas avaliações são sempre realizadas pela equipe do programa, treinados para tal função.

Teste de Capacidade Funcional Aeróbica realizado no PRC

Após um aquecimento de 10 minutos, o VO_{2pico} é avaliado (analisador de gases computadorizado Vo2000, Medical Graphics Diagnostics Corporation

EUA), utilizando uma esteira Super ATL 300 (imbramed , Brasil). O protocolo utilizado é do tipo Rampa incremental progressivo fixo, iniciando em uma velocidade de 3 Km/h e inclinação de 0%. A velocidade e inclinação da esteira são aumentados gradualmente, até a exaustão do participante. A carga de exercício foi incrementada individualmente para cada participante, considerando sua condição física, obtendo medidas referentes à capacidade funcional e à eficiência ventilatória. Os gases expirados são quantificados e mensurados, a cada 20 segundos, obtendo-se os fluxos e volumes ventilatórios. Durante a avaliação é analisada a pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), ventilação minuto (VE), o consumo de oxigênio (VO_2), a produção de dióxido de carbono (VCO_2), a razão de troca respiratória (R) e os equivalentes ventilatórios para oxigênio (VE/VO_2) e dióxido de carbono (VE/VCO_2). Com base nestes dados são determinados o VO_{2pico} , o primeiro limiar ventilatório (LV1), ponto onde a VCO_2 aumentou desproporcionalmente ao VO_2 ; o segundo limiar ventilatório (LV2), ponto onde a VE aumenta desproporcionalmente à VCO_2 ; entre outras medidas ventilatórias e metabólicas (29).

Avaliação da Eficiência Ventilatória

O equivalente ventilatório foi calculado pela razão entre a taxa ventilatória instantânea (VE) e a liberação de CO_2 (VE/VCO_2). A relação entre a VE e o VCO_2 durante o exercício foi realizada por cálculo do modelo de regressão linear. Para isso, utilizaram-se os dados registrados do TEC, do início até o segundo limiar ventilatório (LV2). Os valores da inclinação da reta da relação entre o VE/VCO_2 (VE/VCO_2 slope) foram utilizados para análise da eficiência ventilatória (24). O valor predito para essa variável foi obtido, por meio de uma equação anteriormente descrita (21).

Avaliação da Eficiência do Consumo de Oxigênio (OUES)

A inclinação da eficiência da captação do oxigênio - *oxygen uptake efficiency slope* (OUES) - é representada pela taxa de aumento do VO_2 em

resposta a VE, e foi calculada pela medida da relação entre o VO₂ e o logaritmo da VE (25). O valor predito para essa variável foi obtido, por meio de uma equação anteriormente descrita (22).

Avaliação da Cinética de Recuperação do VO₂ e FC

Ao final do teste, os pacientes são instruídos a permanecerem sentados por três minutos enquanto as variáveis metabólicas e ventilatórias continuam sendo mensuradas. Os dados registrados durante esse período serviram para analisarmos e determinarmos as variáveis de cinética de recuperação do VO₂, por meio do método descrito a seguir: 1) a magnitude da recuperação pela relação do VO₂ em função do tempo (VO₂/t – inclinação), calculada pelo modelo de regressão linear e ajustada a uma curva exponencial simples (26). Por meio da aplicação da equação da reta em função do tempo do VO₂ de pico e da recuperação nos três primeiros minutos, o valor estabelecido para a recuperação do consumo de oxigênio foi obtido pela diferença entre o valor do VO₂ de pico e o valor do VO₂ no primeiro, segundo e terceiro minuto após o final do teste de VO_{2pico} (23). Além disso, utilizamos os registros dos dados desse período, para calcularmos a cinética de recuperação da FC, por meio da subtração do valor da FC no final do teste, com os valores dos minutos 1, 2 e 3 na recuperação do teste (24).

Avaliação da Composição Corporal realizado no PRC

Para a análise da composição corporal e índices antropométricos dos participantes são realizadas as seguintes medidas: massa corporal (Kg), estatura (cm), índice de massa corporal – IMC (Kg/m²), dobras cutâneas (mm), sendo: tríceps, subescapular, supra-espinal, abdômen, peitoral, supra-ílica e coxa. Os valores das dobras cutâneas foram utilizados para calcular o somatório de dobras cutâneas dos pacientes. As medidas de dobras cutâneas e as medidas perimétricas foram realizadas por profissionais de Educação Física credenciados pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK).

Avaliação da Aptidão Física realizado no PRC

A aptidão física dos pacientes é avaliada por meio do Teste de Caminhada de 2,40 metros (28) e do Teste de Sentar e Levantar da Cadeira em 30 Segundos (25), medindo a velocidade, a mobilidade, a agilidade e o equilíbrio dos participantes.

Protocolo de Treinamento do PRC

O TAI consiste em 38 minutos de trabalho, iniciando com um aquecimento de 10 minutos entre 50% e 60% da frequência cardíaca de reserva seguidos de quatro séries de 4 minutos entre 90% e 95% da frequência cardíaca de reserva. Cada série é intercalada com pausas ativas de 3 minutos, caminhando entre 50% e 70% da frequência cardíaca de reserva. A sessão de treinamento é encerrada com um período de 3 minutos de arrefecimento a 50% da frequência cardíaca de reserva. O TAC consiste em um trabalho contínuo de intensidade moderada (70% e 75% da frequência cardíaca de reserva) por 47 minutos cada sessão, para garantir que os protocolos de treinamento sejam isocalóricos (15). É utilizado um oxímetro de dedo (Nonin Onix 9500, Reino Unido), para monitorar a frequência cardíaca e a saturação periférica de oxigênio dos pacientes. A velocidade e a inclinação da esteira, assim como a velocidade e a carga da bicicleta são ajustadas continuamente para garantir que cada sessão de treinamento seja realizada na frequência cardíaca atribuída durante todo o período de treinamento.

Coleta dos dados

Para a realização do estudo, foram resgatados e consultados os dados registrados das fichas individuais de controle de cada paciente que treinou 3 vezes por semana, durante 10 semanas consecutivas. Estas fichas são usadas no cotidiano da clínica, para registrar as informações e os dados referentes às avaliações, reavaliações e sessões de treinamento dos pacientes (Anexos 1 e 2). Dessa forma, realizou-se a tabulação dos dados, transferindo os registros

(das variáveis investigadas) constantes nas fichas para um banco de dados que foi criado no programa Excel 2013 (*Microsoft Office*).

Análise estatística

A partir dos objetivos propostos para esta investigação, os dados foram expressos em valores de medida de tendência central e dispersão dos dados. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. As análises foram realizadas de acordo com o número de categorias e com a repetição dos dados, conforme a necessidade. Os dados foram expressos em média e desvio padrão. Foi utilizado o Anova de duas vias e o teste de post hoc de Fisher com *Least Significant Difference* (LSD) para comparar os grupos. A comparação dos dados de cinética de recuperação de VO₂ e FC entre os minutos 1, 2 e 3 intra-grupos foi realizada por meio da Anova para medidas repetidas e entre os grupos, utilizando-se Anova de duas vias. O programa *GraphPad Prism 6* (*GraphPad Software*, San Diego, Califórnia, EUA) foi usado como ferramenta computacional para a análise de dados, sendo considerado significativo $P \leq 0,05$.

Resultados

Foram consultados os registros dos dados de trinta pacientes portadores de ICC, com FEVE < 40%, que ingressaram no PRC entre agosto de 2016 e dezembro de 2017. As características dos pacientes são apresentadas na Tabela 1. Um paciente tinha mais de 80 anos de idade, 9 tinham entre 70 e 80 anos, 11 dos 60 aos 70 anos e 9 de 50 a 60 anos de idade. Cinco pacientes utilizavam marcapasso. Todos eram estáveis, com tratamento otimizado que não mudou e que incluiu Beta-bloqueadores e Anti-agregantes plaquetários nos últimos 12 meses, incluindo-se o período de treinamento.

Após a análise dos dados, foram incluídos 10 participantes em cada grupo, TAC, TAI e CON. Nenhum evento relacionado ao treinamento ocorreu nos pacientes dos grupos TAC e TAI, que realizaram 100% das sessões de treinamento programadas durante 10 semanas, totalizando 30 sessões.

Tabela 1. Características e medicações em uso dos pacientes no momento do ingresso no PRC

	Controle (10)	TAC (10)	TAI (10)
Homem/Mulher	6/4	8/2	8/2
Idade (anos)	63,70 ±6,86	68,7 ±9,97	60,7 ±8,19
Peso (Kg)	74,66 ±16,23	67,01 ±11,14	77,28 ±9,49
CONDIÇÃO			
Fração de Ejeção (%)	35,10 ±4,53	34,94 ±7,34	38,97 ±4,78
CRM	2/10	3/10	3/10
Angioplastia	7/10	9/10	9/10
IAM	2/10	7/10	7/10
DAC	5/10	8/10	9/10
Angina	0/10	2/10	1/10
Miocardiopatia dilatada	5/10	0/10	3/10
Fibrilação Atrial	0/10	3/10	0/10
CDI	1/10	2/10	0/10
Aneurisma Aorta	0/10	1/10	0/10
Marcapasso	2/10	2/10	1/10
Arritmias	1/10	3/10	0/10
FATORES DE RISCO			
Dislipidemia	4/10	4/10	6/10
HAS	10/10	7/10	6/10
Tabagismo	4/10	4/10	7/10
Sobrepeso	6/10	5/10	6/10
DM	2/10	1/10	2/10

Histórico Familiar	3/10	7/10	6/10
Sedentarismo	4/10	8/10	3/10
Estresse	0/10	2/10	3/10
FÂRMACOS			
Anticoagulante	10/10	10/10	10/10
Vasodilatador	6/10	6/10	6/10
Inibidor de ECA	4/10	6/10	5/10
Antiarrítmico	4/10	5/10	2/10
Hipolipidêmico	6/10	8/10	8/10
Digoxina	0/10	3/10	0/10
Beta Bloqueador	10/10	10/10	10/10
Diurético	8/10	6/10	8/10
Hiperglicêmico	4/10	1/10	3/10
Angina	4/10	1/10	3/10

Os dados são média \pm desvio padrão ou número de pacientes.

Os dados dos pacientes não apresentaram diferença de seus parâmetros de composição corporal (Tabela 2) e aptidão física (Tabela 3) – entre os tempos e grupos.

Os dados dos valores de $VO_{2\text{pico}}$ não foram diferentes nos grupos TAC e TAI quando comparados entre si ou com o grupo CON (Tabela 4). Da mesma forma, a cinética de recuperação da frequência cardíaca medida no primeiro, segundo e terceiro minuto (tabela 5), imediatamente após o TEC e a cinética de recuperação do VO_2 (Tabela 5), não apresentaram diferenças entre os grupos, após 10 semanas de participação no PRC.

Em nenhum dos grupos observou-se diferença significativa nos valores obtidos do VE/VCO_2 e VE/VCO_2 slope (Tabela 4). Os grupos TAC ($p=0,003$) e TAI ($p=0,008$) apresentaram valores do VE/VCO_2 obtidos menores do que os previstos, após 10 semanas de participação no PRC (Tabela 4). Não houve diferenças na OUES dos grupos, nos valores obtidos e preditos.

Os pacientes do grupo TAI apresentaram, após 10 semanas de participação no PRC, valores maiores no segundo teste em comparação com o primeiro, e tamanho de efeito muito grande, para valores de velocidade da esteira ($d=1,40$) ($p=0,03$; Tabela 4; Figura 1), inclinação da esteira ($d=1,63$) ($p=0,0004$; Tabela 4; Figura 2) e tempo ($d=1,66$) para alcance do $VO_{2\text{pico}}$ ($p=0,008$; Tabela 4; Figura 3). A velocidade da esteira no segundo teste foi maior do que no primeiro, com tamanho de efeito grande ($d=0,98$), para alcance do primeiro limiar ventilatório (LV1), no grupo TAC ($p=0,04$; Tabela 4; Figura 1) e muito grande ($d=1,32$), para alcance do segundo limiar ventilatório (LV2), no grupo TAI ($p=0,0245$; Tabela 4; Figura 1). A inclinação da esteira para alcance do LV2 no grupo TAI, foi maior após 10 semanas ($p=0,0053$; Tabela 4; Figura 2), com tamanho de efeito muito grande ($d=1,66$). O tempo do LV1 no segundo teste foi significativamente maior, com tamanho de efeito muito grande ($d=1,67$) em comparação com o primeiro, no grupo TAI ($p<0,04$; Tabela 4; Figura 3). Por outro lado, não foram observadas diferenças nos valores de nenhuma dessas variáveis, no grupo CON.

Tabela 2. Dados das variáveis de composição corporal no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC

Variável	CON		TAC		TAI	
	Pré	pós	pré	pós	Pré	pós
IMC (Kg/m ²)	27,78±5,58	28,40±5,92	26,27±3,94	26,07±3,91	28,95±5,53	28,99±5,76
Cintura (cm)	88,88±13,71	90,15±14,37	91,88±14,48	90,73±14,57	96,05±10,55	93,48±8,97
Soma de dobras cutâneas (mm)	179,30±63,77	182,73±67,33	117,47±52,63	116,52±51,67	140,41±59,93	131,75±54,49

Os valores são média ± desvio padrão. IMC, índice de massa corporal; ANOVA uma via seguido de *post-hoc* de fisher (LSD).

Tabela 3. Dados das variáveis de aptidão física no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC

Variável	CON		TAC		TAI	
	pré	pós	pré	pós	Pré	pós
Sentar e levantar (30 segundos)	13,80±2,25	13,10±2,85	11,90±2,92	12,30±1,95	13,80±3,26	14,90±3,60
Caminhada de 4,80 metros (segundos)	6,88±1,08	7,11±1,26	7,95±2,87	7,12±2,16	6,54±1,09	6,38±1,20

Os valores são média ± desvio padrão. ANOVA uma via seguido de *post-hoc* de fisher (LSD).

Tabela 4. Respostas do teste de exercício cardiopulmonar 10 semanas após a participação no PRC

Variável	CON		TAC		TAI	
	pré	pós	pré	pós	Pré	pós
Teste submáximo de esteira						
VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	19,30±4,54	19,54±4,75	16,23±5,87	17,26±5,92	18,56±2,68	19,77±3,15
FC alcançada no TEC (bpm)	120,70 ±17,59	127,10 ±24,23	115,90 ±30,94	113,00 ±24,17	119,30 ±10,73	129,00 ±16,04
Velocidade (km/h)	5,21±0,67	5,33±0,86	4,34±1,53	4,99±1,53	4,95±0,72	5,85±0,57†
Inclinação (%)	10,95±3,70	12,95±4,37	9,25±3,82	10,99±5,22	9,40±2,93	14,40±3,21*
Tempo (min.)	5,85±2,07	6,55±1,92	6,58±2,97	6,39±2,30	5,79±1,48	8,12±3,06*
VE/VCO ₂ Máximo	29,63±5,24	29,08±5,25	28,42±5,35	28,60±5,21	25,43±2,72	25,68±3,73
VE/VCO ₂ Mínimo	27,50±4,59	26,74±4,06	26,70±4,92	27,27±5,30	23,41±2,96	23,55±3,76
Tempo p/ alcance do VE/VCO ₂ (min.)	04:04±01:36	03:53±02:03	02:57±01:37	03:47±01:37	03:34± 01:07	05:22±02:56
VE/VCO ₂ Slope	30,11±9,79	30,48±15,97	26,61±8,95	23,14±4,53	22,00±3,23	21,74±5,32

VE/VCO ₂ Slope (% do predito)	113±33	110±52	95±34	82±19*	98±15	79±24*
OUES	2147,90±1191,76	1886,57±841,23	1558,55±535,86	1800,38±389,70	2464,14±806,94	1925,66±699,53
OUES (% do predito)	107±105	94±45	83±34	95±21	120±28	90±41

Limiares Ventilatórios

LV1 (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	12,50±3,83	15,55±4,16	11,20±4,23	11,18±3,68	13,32±2,31	14,22±2,16
FC (bpm)	98,60 ±12,89	102,90 ±20,17	94,80 ±21,64	97,90 ±20,75	98,20 ±15,87	93,70 ±14,07
Velocidade (km/h)	3,44±0,85	4,20±0,78	2,85±0,85	3,73±0,96†	3,52±0,54	4,25±0,49
Inclinação (%)	4,85±2,39	7,30±3,38	3,40±1,65	5,20±2,71	4,35±1,62	6,85±1,38
Tempo (min.)	2,78±1,27	3,44±1,20	2,04±1,26	3,11±1,02	2,19±0,78	4,01±1,40*

(continuação da tabela 4)

LV2 (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	16,70±4,83	18,04±4,47	14,54±6,09	14,96±4,99	15,88±2,30	17,14±2,53
FC (bpm)	107,30 ±16,23	113,10 ±21,92	105,50 ±20,24	108,00 ±22,08	107,60 ±14,47	111,70 ±16,03
Velocidade (Km/h)	4,68±0,67	5,09±1,05	3,93±1,44	4,73±1,39	4,48±0,86	5,46±0,63†
Inclinação (%)	4,68±0,67	5,09±1,05	3,93±1,44	4,73±1,39	7,40±2,6	11,3±2,2*
Tempo (min.)	5,13±1,89	5,76±2,07	4,74±2,68	5,37±1,76	4,06±1,27	6,85±2,87*

Os valores são média ± desvio padrão. ANOVA uma via seguido de *post-hoc* de fisher.

* Diferença intragrupo significativa em relação ao pré-treinamento p<0,01; † diferença intragrupo significativa em relação ao pré-treinamento p<0,05; VO_{2pico}: consumo submáximo de oxigênio; LV1: consumo de oxigênio no 1º limiar ventilatório; LV2: consumo de oxigênio no 2º limiar ventilatório; FC: frequência cardíaca; VE/VCO₂: razão entre a taxa respiratória instantânea e a liberação de CO₂; OUES: inclinação da eficiência da captação de oxigênio

Tabela 5. Cinética de Recuperação da Frequência Cardíaca e VO₂ após 10 semanas após a participação no PRC

Variável	CON		TAC		TAI	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
FC (bpm)						
Min. 1	19,10 (± 8,54)	14,30 (±10,13)	19,80 (±14,01)	20,70 (±8,22)	23,70 (±9,27)	19,50 (±6,75)

Min. 2	32,00 ($\pm 8,30$)	32,00 ($\pm 15,22$)	29,70 ($\pm 19,13$)	28,50 ($\pm 11,64$)	37,50 ($\pm 12,33$)	31,60 ($\pm 16,92$)
Min. 3	39,60 ($\pm 11,75$)	37,00 ($\pm 17,04$)	32,40 ($\pm 19,79$)	30,60 ($\pm 12,29$)	38,20 ($\pm 15,89$)	34,10 ($\pm 20,24$)
VO₂ (ml.kg⁻¹.min⁻¹)						
Min. 1	5,61 ($\pm 2,84$)	7,52 ($\pm 5,38$)	4,41 ($\pm 2,26$)	5,84 ($\pm 2,94$)	7,94 ($\pm 2,62$)	7,02 ($\pm 2,99$)
Min. 2	8,25 ($\pm 3,03$)	11,40 ($\pm 6,55$)	6,67 ($\pm 3,78$)	9,71 ($\pm 4,45$)	12,54 ($\pm 3,78$)	11,53 ($\pm 4,48$)
Min. 3	11,71 ($\pm 4,80$)	14,38 ($\pm 6,12$)	8,70 ($\pm 4,49$)	12,31 ($\pm 5,15$)	13,6 ($\pm 15,53$)	14,15 ($\pm 5,06$)

Os valores são média \pm desvio padrão. ANOVA uma via seguido de *post-hoc* de fisher. FC: frequência cardíaca; VO₂: consumo de oxigênio

Figura 1. Velocidade da esteira para alcance do VO₂ pico, 1º limiar ventilatório e 2º limiar ventilatório no TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC

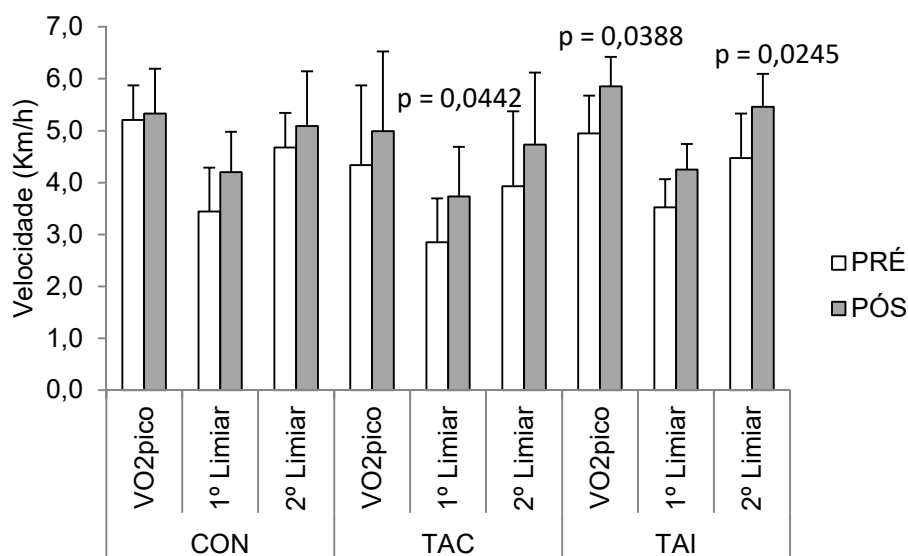


Figura 2. Inclinação da esteira para alcance do $VO_{2\text{pico}}$ e 2º limiar ventilatório no TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC

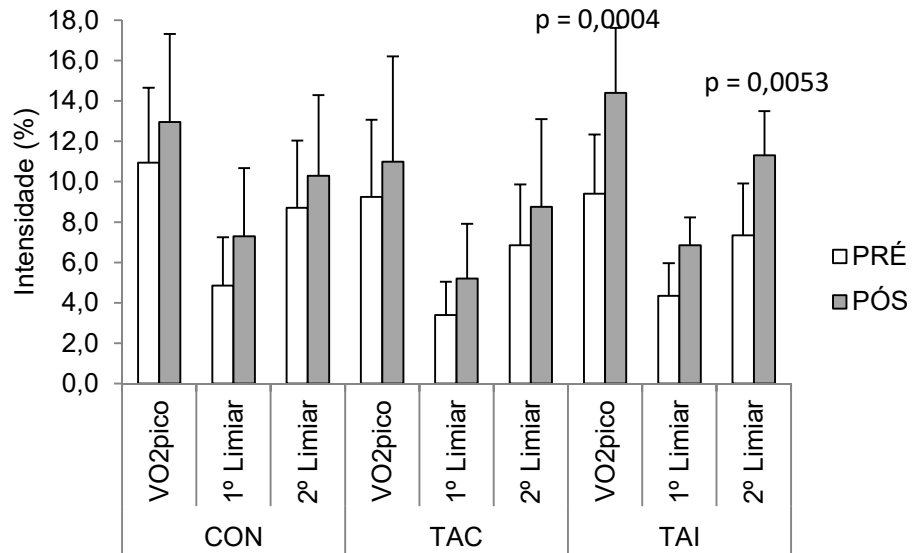
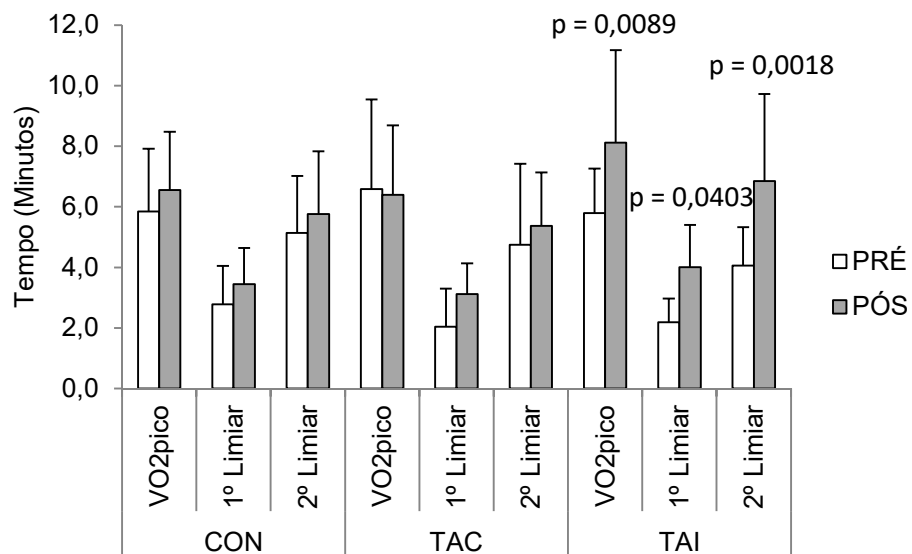


Figura 3. Tempo do teste para alcance do $VO_{2\text{pico}}$, 1º limiar ventilatório e 2º limiar ventilatório no TEC no ingresso e 10 semanas após a participação no PRC



Discussão

Os resultados do presente estudo demonstraram que os pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica, classes II e III (NYHA), que realizaram TAI e TAC durante 10 semanas em um Programa de Reabilitação Cardíaca, toleraram maior esforço no Teste de Esforço Cardiopulmonar (TEC). Os principais achados em relação ao pré foram: 1) aumento da velocidade e inclinação da esteira para alcance do $VO_{2\text{pico}}$, no grupo TAI; 2) aumento da velocidade da esteira no segundo teste em comparação com o primeiro, para alcance do LV1, no grupo TAC; 3) aumento na velocidade e na inclinação da esteira, para alcance do LV2, no segundo teste em comparação com o primeiro, no grupo TAI, e; 4) aumento do tempo para alcance $VO_{2\text{pico}}$, LV1 e LV2 no segundo teste em comparação com o primeiro, no grupo TAI.

As variáveis do TEC sempre demonstraram ser úteis no diagnóstico e prognóstico a longo prazo na ICC e na intolerância ao exercício. O $VO_{2\text{pico}}$ tem sido utilizado durante décadas como marcador universal, capaz de refletir amplamente a severidade da doença (26), sendo tratado como a medida “padrão-ouro” para identificar pacientes com pior prognóstico (28, 29, 30). Esse indicador tem sido considerado critério de elegibilidade para transplante cardíaco, em pacientes que utilizam terapia com beta-bloqueadores (30), com limite de $14 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, além de ser parâmetro para prescrição do treinamento de importantes estudos envolvendo pacientes com ICC (32, 33, 34, 35).

O aumento absoluto no $VO_{2\text{pico}}$ observada nos dados dos pacientes do PRC desse estudo, foi de $1,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ no grupo TAC e $1,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ no grupo TAI, nas 10 semanas de treinamento. Esses valores são menores do que os encontrados por Ulbrich e seus colaboradores (35), com melhora significativa de 8,3% e 11,2%, respectivamente nos grupos TAC e TAI no $VO_{2\text{pico}}$. Wisloff e seus colegas (31) observaram marcante melhora de $6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com o TAI em seus pacientes. Estes resultados reforçam a sugestão de maiores intensidades como resultante em efeitos superiores na capacidade funcional aeróbica, em comparação com o TAC, na ICC, em meta-análises recentes (33, 34, 37, 38). No entanto, os dados de $VO_{2\text{pico}}$ observados em nossa pesquisa são ligeiramente maiores que os $0,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ encontrados no grande ensaio da *HF-ACTION* (11), e acima do que é considerada uma alteração clinicamente

significativa ($1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) (39), sendo consideradas clinicamente relevantes e particularmente benéficas para o desempenho de muitas AVD's (40). Além disso, corroboram com os dados da meta-análise realizada por Cornelis e seus colaboradores (41), e com dados de pesquisas que analisaram e compararam esses dois métodos nessa população e não encontraram diferenças significativas nesse parâmetro (45, 46, 47).

Apesar dos promissores resultados encontrados no TAI na ICC, são necessários estudos maiores que enfoquem desfechos clínicos (45). Além disso, limitações de meta-análises devem ser levadas em consideração, uma vez que, as intervenções de TAC e TAI incluídas compreendem muitos protocolos distintos, com exercícios, volumes, intensidades e frequências diferentes. Como demonstrado em vários estudos anteriores, as características do treinamento (por exemplo, frequência, intensidade e duração) são fatores importantes que determinam as respostas ao treinamento (46). No entanto, os protocolos observados no PRC do presente estudo, com frequência de três sessões semanais de treinamento, não foram suficientes para induzir melhorias significativas no $\text{VO}_{2\text{pico}}$ dos pacientes. Bellardinelli e seus colaboradores (47) observaram melhoras nesse indicador, adotando um programa de treinamento de longo prazo (10 anos) e de baixa frequência em pacientes com ICC. Esses dados controversos encontrados em nosso estudo podem estar relacionados às características dos participantes incluídos, tais como fatores genéticos (48) ou a níveis mais altos *a priori* de aptidão física, como níveis mais baixos de aptidão física, associados a maiores melhorias nos pacientes com IC (49). De fato, os registros dos dados dos pacientes da presente pesquisa, demonstraram atenuação nas melhorias induzidas pelo exercício físico em parâmetros de capacidade aeróbica, podendo estar relacionado ao baixo nível de aptidão física, o que poderia ter afetado o efeito significativo do tamanho das evoluções (33).

É importante ser observado que, o esforço máximo em pacientes com ICC possui, no entanto, um alto risco, além de não ser bem tolerado para essa população (28), todavia, sabe-se da maior fidedignidade no VO_2 máximo, quando é alcançado o maior valor de consumo de oxigênio, apesar do aumento progressivo de carga (50). Além disso, as medições do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ podem ser fortemente influenciadas pela motivação do paciente e pode estar sujeita ao viés do pesquisador (27). No presente estudo demonstramos vários parâmetros de

troca gasosa, verificados em TEC submáximo, nos pacientes participantes do PRC. Woods e colaboradores encontraram fortes preditores de desfecho cardíacos adversos e de sobrevida em pacientes com ICC, com variáveis submáximas de troca gasosa (VE/VCO_2 slope e OUES) encontradas com R de 0,9, sendo marcadores prognósticos semelhantes ao VO_{2pico} (27).

Como resultado, parâmetros ventilatórios, como eficiência ventilatória para eliminação do CO_2 , expressa como VE/VCO_2 ou VE/VCO_2 slope, medidas no exercício submáximo ou no seu pico, foram investigados para determinar seus valores prognósticos em pacientes com ICC (51, 52). Nesse estudo não houve diferença nos valores da inclinação do VE/VCO_2 obtidos e preditos entre os grupos, no entanto, observamos valores inferiores a 34 e, principalmente de 45, o que implicaria em 50% de mortalidade em dois anos e, independentemente do VO_{2pico} , podendo, isoladamente, indicar transplante cardíaco (53). Em estudo de Chua e seus colaboradores (54) verificou-se que pacientes com ICC, avaliados pelo TEC que apresentaram VE/VCO_2 slope > 34 corriam maior risco de hospitalização por descompensação, assim como de óbito. Analisando uma população de pacientes com ICC avaliados por TEC para transplante cardíaco, Ferreira e seus colaboradores (55) encontraram o ponto de corte ≥ 43 para o VE/VCO_2 slope como sendo o ideal para se determinar a indicação de transplante cardíaco. Os mesmos autores, utilizando do VE/VCO_2 slope como critério para seleção de candidatos a transplante, demonstraram a importância desse marcador, sendo capazes de reclassificar corretamente 18,3% pacientes a mais, que os critérios clássicos baseados no VO_{2pico} (55).

Nossos dados corroboram também com os encontrados no estudo realizado por Iellamo e seus colaboradores (43), onde não foram encontradas diferenças no VE/VCO_2 slope dos pacientes, após 12 semanas, entre o TAI, alternando-se 80% e 50% da FCR, e o TAC, realizado a 60% da FCR (43). Resultados semelhantes foram observados por Dimopoulos e seus colaboradores (56), após 12 semanas de TAI e TAC, realizados em cicloergômetro, 3 vezes por semana. Cornelis e seus colegas (35), em sua metanálise, também não encontraram diferenças nos valores desse indicador. Vários mecanismos fisiopatológicos estão inter-relacionados e associados à elevação do VE/VCO_2 slope durante exercício incremental na ICC, como expressão maior de gravidade e ineficiência ventilatória. Dentre eles, observam-

se: a disfunção endotelial, a inadequada ventilação/perfusão, aumento na modulação simpática e ineficiência ventilatória (53).

Os registros consultados em nossa pesquisa apresentaram VE/VCO_2 mínimos e máximos alcançados durante o TEC, inferiores aos expressos como indicativos de mau prognóstico para pacientes com ICC. De acordo com Serra e seus colaboradores (53), o menor valor de VE/VCO_2 obtido durante o TEC superior a 33, e o maior valor igual ou superior a 45 no pico do exercício, indicam maior gravidade nesses pacientes. O tempo para obtenção do valor mais baixo do VE/VCO_2 inferior a 5,45 minutos também representa mau prognóstico para essa população. Nesse indicador, nossos pacientes demonstraram um alcance do menor valor em um período inferior ao caracterizado como indicativo mau prognóstico pela literatura (53).

A eficiência no declínio da captação de oxigênio (OUES) também foi identificado como bom indicador prognóstico do estado de saúde e desfecho em pacientes com ICC, ao usar dados submáximos ou de pico de exercício (51). Os dados do nosso estudo não demonstraram diferenças entre os grupos, após 10 semanas de PRC. O fato de não termos observado uma mudança no OUES dos pacientes após o treinamento, pode ser devido a características únicas da nossa população, ou o método que os pacientes foram testados que negou tal efeito. Inicialmente, Baba e seus colaboradores (57) descreveram o comportamento dessa variável, a qual reflete a relação entre a captação do oxigênio e a ventilação total durante o exercício incremental e é melhor descrito por uma única função exponencial. A sua regressão logarítmica é linear em quase todos os sujeitos e, portanto, o OUES (ao contrário do $VO_{2máx.}$) não requer um esforço máximo de exercício para a sua estimativa válida (22). Os dados consultados na nossa pesquisa corroboraram com os achados de Hollenberg e seus colaboradores (22), o qual encontraram diferenças muito menores no OUES, do que as diferenças na duração do exercício, em testes separados. Um estudo que comparou 20 pacientes com ICC que treinaram durante 4 semanas, 3 vezes por semana o TAC, combinado com treinamento com pesos, e 14 pacientes com ICC que não treinaram, verificou aumento significativo de 19% no OUES, associado a uma redução significativa de 14% no VE/VCO_2 slope no grupo treinado, confirmando a sensibilidade dessa variável para avaliar a melhora da reserva cardiorrespiratória (58). Em outro estudo de Van Laethem e colegas (59),

corroboraram-se nossos resultados, ao demonstrar aumento de 14% na média do OUES. Entretanto a melhora de 51% para 56% do valor predito, e a redução de 6% em média do VE/VCO₂ slope, foram particulares dos autores, após 3 meses de TAC a 80%, combinado com treinamento com pesos. Além disso, mudanças no OUES foram correlacionadas melhor do que outros índices de capacidade de exercício como melhorias no VO_{2pico} pelos autores. Embora alguns tenham sugerido que esses novos marcadores prognósticos de ICC (VE/VCO₂ ou VE/VCO₂ slope e OUES) sejam preditores mais poderosos do resultado do que VO_{2pico} (55, 56), outros discordaram (29, 57) e questões ainda permanecer nesta área em particular.

Os dados encontrados na recuperação do VO₂ dos pacientes participantes do PRC do nosso estudo, não demonstraram diferenças. Em estudo realizado por Roditis e seus colegas (63), 21 pacientes com ICC foram distribuídos para realizar 36 sessões de TAI a 100% da FC de pico, ou TAC a 50% da FC de pico. Os autores desse estudo encontraram melhora significativa na fase 1 da cinética de recuperação do VO₂ em ambos os grupos, e superioridade do TAC na fase 2 da recuperação, indicando um índice indireto de oxidação muscular (63). Myers e seus colaboradores (64), corroboraram os efeitos não significativos na recuperação do VO₂ do nosso estudo, no entanto, os autores observaram aumento no VO_{2pico} após oito semanas de treinamento aeróbico (caminhada e ciclismo), em pacientes com ICC e FEVE reduzida. O atraso na recuperação do VO₂ nesses pacientes é explicado pelo fato do retardo na recuperação dos estoques energéticos dos músculos (65), embora outros fatores, como anormalidades do metabolismo muscular esquelético, alterações microcirculatórias, hiperpnéia sustentada, retenção de CO₂ e recuperação prolongada do débito cardíaco e pode contribuir para a característica resposta observada durante a recuperação (66). Para Myers e seus colegas (64), os benefícios proporcionados pelo treinamento aeróbico podem se manifestar predominantemente durante o período no qual o paciente está em exercício, mas não na fase de recuperação. Entretanto, quando o treinamento aeróbico é realizado em atletas ou em indivíduos normais, a literatura tem se mostrado contraditória, não havendo um consenso sobre o impacto do exercício como medida de intervenção na recuperação da cinética do consumo de oxigênio (39, 40). Cohen-Solal e seus colaboradores (23) mostraram que as recuperações de

ventilação, absorção de O₂, e a produção de CO₂ é prolongada em pacientes com ICC. Eles indicaram que a recuperação prolongada da captação de O₂ está relacionado à lenta recuperação de reservas de energia no músculo esquelético. Outro estudo também indicou que a recuperação prolongada captação de O₂ durante a recuperação do exercício pode ser usada para avaliar a capacidade funcional em pacientes com ICC (69). Estudos investigaram ainda, a cinética de recuperação do VO₂, estando seu aumento, associado negativamente ao prognóstico de pacientes com ICC (38, 39) além da cinética de recuperação da frequência cardíaca, como marcador prognóstico bem estabelecido, e como fator independente de mortalidade, mesmo em pacientes com ICC em uso de betabloqueador (70).

Outro registro importante analisado em nosso estudo, diz respeito às implicações prognósticas das mudanças dos valores de frequência cardíaca após a cessação do TEC. Observamos nos dados dos grupos participantes do PRC da nossa pesquisa, que a redução foi maior do que 12 batimentos por minuto (bpm), após o primeiro minuto de cessação do exercício. Esse valor foi utilizado como ponto de corte para definir mortalidade em pacientes com disfunção ventricular esquerda (71). Na ICC também é um fator independente de mortalidade, mesmo em pacientes em uso de betabloqueador (70). O ponto de corte estabelecido para essa população foi ≤ 16 batimentos/minuto em um protocolo de recuperação ativa. Apenas na média do grupo controle, que não realizou as atividades propostas pelo PRC durante o período, observou-se redução menor do que 16 batimentos/minuto, após o período de estudo. A queda da FC imediatamente após o exercício ocorre devido a reativação do sistema nervoso parassimpático, relacionado ao aumento da atividade vagal, sendo um importante marcador prognóstico e associada a redução do risco de morte (42, 43).

Um Ensaio Clínico Randomizado que avaliou múltiplas variáveis do TEC, observou aumento no tempo de realização do teste para alcance do pico do VO₂, tendo capacidade de prever mortalidade em pacientes com ICC e FEVE reduzida (73). Por outro lado, parece haver uma influência da familiarização do paciente, entre um teste e outro, de tal forma que o teste em série resulta em uma duração de exercício significativamente maior com o teste repetido, independente de qualquer alteração significativa no pico de VO₂

medido (73). O presente estudo demonstrou que o tempo de duração do teste no grupo TAI não foi maior somente para alcance do $VO_{2\text{pico}}$, mas também para o alcance do LV1 e LV2 no segundo teste em comparação com o primeiro, o que parece estar relacionado com as adaptações positivas ao treinamento, e não apenas com a familiarização dos pacientes com o TEC. Em Outro estudo que também avaliou a associação entre múltiplas variáveis de TCE e eventos clínicos, como mortalidade, os autores relataram resultados consistentes com os nossos registros (74). Como o potencial de colinearidade existe entre a duração do exercício e o pico de VO_2 , Keteyian e colegas (73) examinaram isso e descobriram que existe uma correlação significativa entre as duas variáveis ($r = 0,80$). Os pesquisadores descobriram que o pico de VO_2 e a duração do exercício permaneceram independentemente preditivos de mortalidade ($p < 0,0001$), ajustando idade e sexo, indicando que ambas as variáveis contêm informações únicas e importantes sobre o prognóstico e, como tal, podem ser interpretadas de forma independente. Esta informação é única e importante para comparar a força relativa da relação independente de cada variável com a mortalidade, levando a confiar apenas nessa variável para estratificação do risco clínico (24).

Para Benda e seus colegas (24), ao utilizar-se da duração do teste para determinar o risco dos pacientes com ICC, deve ser respeitada a utilização do mesmo protocolo de realização do mesmo, visto que, o poder preditivo da duração do exercício, se medido usando um protocolo diferente, não é claro. Essa é uma informação que corrobora com os dados coletados no PRC do nosso estudo, já que em todos os testes foi utilizado o mesmo protocolo de avaliação.

Apesar dos resultados relativamente modestos, os dados coletados dos protocolos de treinamento do PRC demonstraram melhoria dos parâmetros relacionados à tolerância na realização do TEC. Adequadamente, nossa pesquisa tem implicações importantes para a estado de saúde, pois os participantes do PRC podem ser capazes de realizar suas AVD's com menos esforço e por maior período de tempo. A idade da maioria dos pacientes do estudo é um fato de interesse particular e, além disso, a adaptação demonstrada pelo aumento da capacidade de exercício induzida pelo treinamento, sabendo-se que trataram-se de pacientes idosos com ICC. Esta é uma informação importante, já que a ICC, de fato, é uma doença que afeta os idosos, visto que, já foi relatado que 88% e 49% dos pacientes com um primeiro diagnóstico de

ICC foram com mais 65 e 80 anos, respectivamente (75). Apesar disso, muitos estudos excluíram pacientes com mais de 70 anos, levando em consideração as hipóteses do estudo, fontes de potencial viés e os perigos associados à multiplicidade de análises e resultados (17).

Limitações do estudo

Uma limitação importante deste estudo se refere ao protocolo de avaliação do VO_2 dos pacientes do PRC. O alcance do $VO_{2\text{pico}}$, não traduz a capacidade máxima de exercício e trocas gasosas referentes à avaliação e prescrição das intensidades dos protocolos de treinamento. O alcance do $VO_{2\text{máx}}$ seria o ideal, para termos critérios mais fidedignos e menos subjetivos das condições máximas alcançadas durante as avaliações e reavaliações dos pacientes. Por outro lado, temos conhecimento de que o alcance do $VO_{2\text{máx}}$ dessa população poderia tornar-se inseguro por coordenação motora e perigoso, uma vez que trataram-se de pacientes portadores de ICC, com baixa capacidade funcional. Tal fato também pode ser considerado uma limitação do nosso estudo, pois nos deram valores diferentes para os mesmos momentos das avaliações e reavaliações. Adicionalmente, a ausência de progressão na carga de treinamento ao longo do protocolo pode, ao menos em parte, justificar a manutenção dos valores de variáveis relacionadas à capacidade e eficiência cardiorrespiratória na amostra investigada.

Conclusões

Este estudo retrospectivo mostrou que o TAI e o TAC realizados durante 10 semanas no PRC, promoveram adaptações positivas na capacidade de exercício, com aumentos nos tempos, velocidades e inclinações da esteira para alcance dos importantes marcadores avaliados. Os aumentos no $VO_{2\text{pico}}$ superiores a $1 \text{ ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}$, ($1,1 \text{ ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}$ no grupo TAC e $1,2 \text{ ml.kg}^{-1}\text{.min}^{-1}$ no grupo TAI) podem ser consideradas alterações clinicamente significativas e relevantes, além de serem particularmente benéficas para o desempenho de muitas AVD's em pacientes com ICC. Em adendo, os dois métodos de

treinamento aeróbico utilizados, demonstraram ser seguros para à prática atual em programas de reabilitação cardíaca para essa população.

Com base nesses resultados suportamos a ideia da necessidade da mensuração das variáveis submáximas que refletem a melhor integração entre os mecanismos relacionados as alterações dos sistemas cardiovascular, pulmonar e musculoesquelético desses pacientes, estreitando os fatores determinantes para uma intervenção efetiva na capacidade funcional e reinserção à vida social dos pacientes com ICC.

Referências

1. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2016;37(27):2129–2200m.
2. Antunes-Correa LM, Kanamura BY, Melo RC, Nobre TS, Ueno LM, Franco FGM, et al. Cost-effectiveness of supervised exercise therapy in heart failure patients. *Heart Fail Clin* [Internet]. 2015;11(1):S100–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hfc.2014.08.009>
3. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. AHA Statistical Update Heart Disease and Stroke Statistics — 2016 Update A Report From the American Heart Association WRITING GROUP MEMBERS. 2016.
4. Floras JS. Sympathetic Nervous System Activation in Human Heart Failure. Clinical Implications of an Updated Model. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2009;54(5):375–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2009.03.061>
5. Nilsson BB, Westheim A, Risberg MA. Long-term effects of a group-based high-intensity aerobic interval-training program in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol* [Internet]. 2008 Nov 1 [cited 2018 Apr 7];102(9):1220–4. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002914908011557>
6. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Drazner MH, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: A report of the American college of cardiology foundation/american heart

- association task force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2013;62(16):e147–239. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2013.05.019>
7. Ul-Haq MA, Goh CY, Levinger I, Wong C, Hare DL. Clinical utility of exercise training in heart failure with reduced and preserved ejection fraction. *Clin Med Insights Cardiol*. 2015;9:1–9.
 8. Mosterd A, Hoes AW. Clinical epidemiology of heart failure. *Heart*. 2007;93(9):1137–46.
 9. Rizzo T, Va S, Ej D, Briscoe S, Ajs C, Dalal H, et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure (Review). *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;(4).
 10. Vanhees L, Sutter J De, Geladas N, Doyle F, Prescott E, Cornelissen V, et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health within the general population : Recommendations from the EACPR (Part I). 2012;
 11. Connor CMO, Whellan DJ, Lee KL, Steven J, Cooper LS, Ellis SJ, et al. Efficacy and Safety of Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure: HF-ACTION Randomized Controlled Trial. *Jama*. 2010;301(14):1439–50.
 12. Davies EJ, Moxham T, Rees K, Singh S, Coats AJS, Ebrahim S, et al. Exercise training for systolic heart failure: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Eur J Heart Fail*. 2010;12(7):706–15.
 13. Tzani G, Philippou A, Karatzanos E, Dimopoulos S, Kaldara E, Nana E, et al. Effects of High-Intensity Interval Exercise Training on Skeletal Myopathy of Chronic Heart Failure. *J Card Fail* [Internet]. 2017 Jan [cited 2018 Apr 7];23(1):36–46. Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1071916416301105>
 14. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_2\text{max}$ more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(4):665–71.
 15. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slørdahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2004;11(3):216–22.

16. Yardley M, Gullestad L, Bendz B, Bjørkelund E, Rolid K, Arora S, et al. Long-term effects of high-intensity interval training in heart transplant recipients: A 5-year follow-up study of a randomized controlled trial. *Clin Transplant* [Internet]. 2017 Jan [cited 2018 Apr 7];31(1):e12868. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/ctr.12868>
17. Wisloff U, Stoylen A, Jp L, Bruvold M, Rognum O. Superioridade dos Efeitos Cardiovasculares Obtidos Através do Treinamento com Exercício Aeróbico Intenso Intervalado em Comparação ao Treinamento com Exercício Moderado com Característica Contínua em Pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica . *Um Estud.* 2007;9–10.
18. Meyer P, Normandin E, Gayda M, Billon G, Guiraud T, Bosquet L, et al. High-intensity interval exercise in chronic heart failure: Protocol optimization. *J Card Fail* [Internet]. 2012;18(2):126–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cardfail.2011.10.010>
19. Ruy E, Moraes S, Claudio A, Da L, Colaboradores N, Rodrigues R, et al. Diretriz De Reabilitação Cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84(5):431–40.
20. Bellini A, Al. E. I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 1997;69(4):267–91. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X1997001000010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
21. Sun XG, Hansen JE, Garatachea N, Storer TW, Wasserman K. Ventilatory efficiency during exercise in healthy subjects. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(11):1443–8.
22. Hollenberg M, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: An index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2000;36(1):194–201. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)00691-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(00)00691-4)
23. With A, Exchange G. Prolonged Kinetics of Recovery of Oxygen Consumption After Maximal Graded Exercise in Patients With Chronic Heart Failure. 1995. p. 2924–32.
24. Vicente-Campos D, López AM, Nuñez MJ, Chicharro JL. Heart rate recovery normality data recorded in response to a maximal exercise test in physically active men. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(6):1123–8.
25. Rikli, Roberta; Jones J. rikli.pdf. *J Aging Phys Act.* 1999;7:129–61.

26. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Vanhees L, Co-chair RA, et al. Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation*. 2012;126(18):2261–74.
27. Woods PR, Bailey KR, Wood CM, Johnson BD. Submaximal exercise gas exchange is an important prognostic tool to predict adverse outcomes in heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2011;13(3):303–10.
28. Paradaens K, Van Cleemput J, Vanhaecke J, Fagard RH. Peak oxygen uptake better predicts outcome than submaximal respiratory data in heart transplant candidates. *Circulation*. 2000;101(10):1152–7.
29. Sue DY. Excess ventilation during exercise and prognosis in chronic heart failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;183(10):1302–10.
30. Butler J, Khadim G, Paul KM, Davis SF, Kronenberg MW, Chomsky DB, et al. Selection of patients for heart transplantation in the current era of heart failure therapy. *J Am Coll Cardiol [Internet]*. 2004;43(5):787–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2003.08.058>
31. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. *Circulation*. 2007;115(24):3086–94.
32. Gomes Neto M, Durães AR, Conceição LSR, Saquetto MB, Ellingsen Ø, Carvalho VO. High intensity interval training versus moderate intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol [Internet]*. 2018;261:134–41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.02.076>
33. Smart NA, Dieberg G, Giallauria F. Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: A meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2013;166(2):352–8.
34. Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, Blanc P. Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2012 Aug [cited 2018 Apr 7];93(8):1359–64. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999312001827>

35. Ulbrich AZ, Angarten VG, Schmitt Netto A, Sties SW, Bündchen DC, Mara LS De, et al. Comparative effects of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on quality of life in patients with heart failure: Study protocol for a randomized controlled trial. *Clin Trials Regul Sci Cardiol* [Internet]. 2016;13:21–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ctrsc.2015.11.005>
36. Smart NA, Dieberg G, Giallauria F. Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: A meta-analysis. *Int J Cardiol* [Internet]. 2013;166(2):352–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2011.10.075>
37. Haykowsky MJ, Timmons MP, Kruger C, McNeely M, Taylor DA, Clark AM. Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. *Am J Cardiol* [Internet]. 2013;111(10):1466–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.01.303>
38. Meyer P, Gayda M, Juneau M, Nigam A. High-intensity aerobic interval exercise in chronic heart failure. *Curr Heart Fail Rep*. 2013;10(2):130–8.
39. Kitzman DW. Exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: Beyond proof-of-concept. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2011;58(17):1792–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2011.07.024>
40. Kell RT, Bell G, Quinney A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sport Med* [Internet]. 2001;31(12):863–73. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11665913
41. Justien Cornelis Justien Cornelis Justien Cornelis, Paul Becker, Jan Taeymans Christiaan Vrints¹ DV. Comparing exercise training modalities in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2016;221:867–76.
42. Benda NMM, Seeger JPH, Stevens GGCF, Hijmans-Kersten BTP, van Dijk APJ, Bellersen L, et al. Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. Hosoda T, editor. *PLoS One* [Internet]. 2015 Oct 30 [cited 2018 Apr 7];10(10):e0141256. Available

- from: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0141256>
43. Iellamo F, Caminiti G, Sposato B, Vitale C, Massaro M, Rosano G, et al. Effect of High-Intensity interval training versus moderate continuous training on 24-h blood pressure profile and insulin resistance in patients with chronic heart failure. *Intern Emerg Med* [Internet]. 2014 Aug 16 [cited 2018 Apr 7];9(5):547–52. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11739-013-0980-4>
 44. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C, et al. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation* [Internet]. 2017 Feb 28 [cited 2018 Apr 7];135(9):839–49. Available from: <http://circ.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022924>
 45. Lavie CJ, Arena R, Earnest CP. High-intensity interval training in patients with cardiovascular diseases and heart transplantation. *J Hear Lung Transplant* [Internet]. 2013;32(11):1056–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healun.2013.08.001>
 46. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. 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*. 2011;43(7):1334–59.
 47. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A. 10-year exercise training in chronic heart failure: A randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2012;60(16):1521–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2012.06.036>
 48. Bouchard C, An P, Rice T, Skinner JS, Wilmore JH, Gagnon J, et al. Familial aggregation of V̇O₂ max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study and elite athletic performance. *J Appl Physiol*. 2012;103(3):1003–8.
 49. Meyer K, Görndt L, Schwaibold M, Westbrook S, Hajric R, Peters K, et al. Predictors of response to exercise training in severe chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol* [Internet]. 1997;80(1):56–60.

- Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9205020>
50. Herdy AH, Ritt LEF, Stein R, Araújo CGS de, Milani M, Meneghelo RS, et al. Cardiopulmonary Exercise Test: Fundamentals, Applicability and Interpretation. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2016;467–81. Available from: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/abc.20160171>
 51. Davies LC, Wensel R, Georgiadou P, Cicoira M, Coats AJS, Piepoli MF, et al. Enhanced prognostic value from cardiopulmonary exercise testing in chronic heart failure by non-linear analysis: Oxygen uptake efficiency slope. *Eur Heart J*. 2006;27(6):684–90.
 52. Guazzi M, Reina G, Tumminello G, Guazzi MD. Exercise ventilation inefficiency and cardiovascular mortality in heart failure: the critical independent prognostic value of the arterial CO₂ partial pressure. *Eur Heart J* [Internet]. 2005;26(5):472–80. Available from: <http://academic.oup.com/eurheartj/article/26/5/472/464880/Exercise-ventilation-inefficiency-and>
 53. Serra S, Aloysio C, Pr H. ARTIGO O Valor da Eficiência. 2012;18(3):74–6.
 54. Chua TP, Ponikowski P, Harrington D, Anker SD, Webb-Peploe K, Clark AL, et al. Clinical correlates and prognostic significance of the ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 1997;29(7):1585–90. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(97\)00078-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(97)00078-8)
 55. Ferreira AM, Tabet JY, Frankenstein L, Metra M, Mendes M, Zugck C, et al. Ventilatory efficiency and the selection of patients for heart transplantation. *Circ Hear Fail*. 2010;3(3):378–86.
 56. Dimopoulos S, Anastasiou-Nana M, Sakellariou D, Drakos S, Kapsimalakou S, Maroulidis G, et al. Effects of exercise rehabilitation program on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* [Internet]. 2006;13(1):67–73. Available from: <http://cpr.sagepub.com/lookup/doi/10.1097/01.hjr.0000198449.20775.7c>
 57. Baba R, Nagashima M, Goto M, Nagano Y, Yokota M, Tauchi N, et al. Oxygen intake efficiency slope: a new index of cardiorespiratory functional reserve derived from the relationship between oxygen consumption and minute ventilation during incremental exercise. *Nagoya*

- J Med Sci. 1996;59(1–2):55–62.
58. Gademan MGJ, Swenne CA, Verwey HF, van de Vooren H, Haest JCW, van Exel HJ, et al. Exercise training increases oxygen uptake efficiency slope in chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* [Internet]. 2008;15(2):140–4. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1097/HJR.0b013e3282ef19986>
 59. Van Laethem C, Van De Veire N, Backer GD, Bihija S, Seghers T, Cambier D, et al. Response of the oxygen uptake efficiency slope to exercise training in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2007;9(6–7):625–9.
 60. Arena R, Myers J, Hsu L, Peberdy MA, Pinkstaff S, Bensimhon D, et al. The Minute Ventilation/Carbon Dioxide Production Slope is Prognostically Superior to the Oxygen Uptake Efficiency Slope. *J Card Fail*. 2007;13(6):462–9.
 61. Kleber FX, Vietzke G, Wernecke KD, Bauer U, Opitz C, Wensel R, et al. Impairment of ventilatory efficiency in heart failure: Prognostic impact. *Circulation*. 2000;101(24):2803–9.
 62. Ingle L, Witte KK, Cleland JGF, Clark AL. Combining the ventilatory response to exercise and peak oxygen consumption is no better than peak oxygen consumption alone in predicting mortality in chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2008;10(1):85–8.
 63. Reditis, Petros, Stavros Dimopoulos, Dimitrios Sakellariou, Serafim Sarafoglou, Elissavet Kaldara, John Venetsanakos, John Vogiatzis, Maria Anastasiou-Nana, Charis Roussos SN. The effects of exercise training on the kinetics of oxygen uptake in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14:304–11.
 64. Myers J, Gianrossi R, Schwitter J, Wagner D, Dubach P. Effect of exercise training on postexercise oxygen uptake kinetics in patients with reduced ventricular function. *Chest* [Internet]. 2001;120(4):1206–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11591562>
 65. Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction. Hemodynamic and metabolic effects. *Circulation*. 1988;78:506–15.
 66. Tanabe Y, Takahashi M, Hosaka Y, Ito M, Ito E, Suzuki K. Prolonged

- recovery of cardiac output after maximal exercise in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2000;35(5):1228–36. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)00517-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(00)00517-9)
67. Brooks K, Brooks K. *Journal of Exercise Physiology online*. 2010;13(2):52–7.
 68. Foureaux G, Pinto KM de C, D'amaso A. Effects of excess post-exercise oxygen consumption and resting metabolic rate in energetic cost. *Rev Bras Med do Esporte*. 2006;12(6):393–8.
 69. Kemps HM, Schep G, Hoogsteen J, Thijssen EJ, De Vries WR, Zonderland M, et al. Oxygen uptake kinetics in chronic heart failure: clinical and physiological aspects. Vol. 17, *Netherlands Heart Journal*. 2009. 238-244 p.
 70. Arena R, Myers J, Abella J, Peberdy MA, Bensimhon D, Chase P, et al. The prognostic value of the heart rate response during exercise and recovery in patients with heart failure: Influence of beta-blockade. *Int J Cardiol* [Internet]. 2010;138(2):166–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.08.010>
 71. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med* [Internet]. 1999;341(18):1351–7. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199910283411804>
 72. Barron H V., Lesh MD. Autonomic nervous system and sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol*. 1996;27(5):1053–60.
 73. Keteyian SJ, Patel M, Kraus WE, Brawner CA, McConnell TR, Piña IL, et al. Variables measured during cardiopulmonary exercise testing as predictors of mortality in chronic systolic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(7):780–9.
 74. Brawner CA, Shafiq A, Aldred HA, Ehrman JK, Leifer ES, Selektor Y, et al. Comprehensive Analysis of Cardiopulmonary Exercise Testing and Mortality in Patients with Systolic Heart Failure: The Henry Ford Hospital Cardiopulmonary Exercise Testing (FIT-CPX) Project. *J Card Fail* [Internet]. 2015;21(9):710–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cardfail.2015.06.001>
 75. Senni M, Tribouilloy CM, Rodeheffer RJ, Jacobsen SJ, Evans JM, Bailey

KR, et al. Congestive heart failure in the community: A study of all incident cases in Olmsted county, Minnesota, in 1991. *Circulation*. 1998;98(21):2282–9.

6 CONCLUSÃO GERAL

Ao final de nosso estudo concluímos que os protocolos de exercício físico, aeróbico contínuo ou intervalado, foram capazes de promover adaptações positivas na capacidade de exercício dos pacientes portadores de ICC. Ainda, tanto os dois métodos de treinamento aeróbico utilizados, demonstraram ser seguros para à prática atual em programas de reabilitação cardíaca para essa população.

Este trabalho ressalta a ideia da necessidade da mensuração das variáveis submáximas que refletem a melhor integração entre os mecanismos relacionados as alterações dos sistemas cardiovascular, pulmonar e musculoesquelético desses pacientes, estreitando os fatores determinantes para uma intervenção efetiva na capacidade funcional e reinserção à vida social dos pacientes com ICC. Assim, o presente trabalho espera abrir novas perspectivas de estudos clínicos na reabilitação cardiovascular.

ANEXOS

ANEXO A

Ficha de controle de treinamento do Programa de Reabilitação Cardíaca

Semana		Data nasc.			Idade:		
DATA	PA INICIAL	FC INICIAL	FC MÁX.	PA FINAL	FC FINAL		
Sintomas / Intercorrências:							
Sequência	Ergômetro	FC Trein.	Duração	Velocidade	Carga/Inc.	FC atingida	Obs
	Esteira			Km/h			
	Bike			Km/h			
Instrutor(es):							
Observações:							
DATA	PA INICIAL	FC INICIAL	FC MÁX.	PA FINAL	FC FINAL		
Sintomas / Intercorrências:							
Sequência	Ergômetro	FC Trein.	Duração	Velocidade	Carga/Inc.	FC atingida	Obs
	Esteira			Km/h			
	Bike			Km/h			
Instrutor(es):							
Observações:							
DATA	PA INICIAL	FC INICIAL	FC MÁX.	PA FINAL	FC FINAL		
Sintomas / Intercorrências:							
Sequência	Ergômetro	FC Trein.	Duração	Velocidade	Carga/Inc.	FC atingida	Obs
	Esteira			Km/h			
	Bike			Km/h			
Instrutor(es):							
Observações:							

ANEXO C

Termo de Anuência do responsável pelo setor ou instituição da realização da pesquisa



UNIDADE DE MEDICINA DO ESPORTE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO CARDÍACA

Eu, Suzete Grandi, coordenadora do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (Unidade de Medicina do Esporte) declaro para os devidos fins que cederei ao pesquisador Diego Busin, o acesso à planilha de dados das avaliações, reavaliações e sessões de treinamentos, para serem utilizados na pesquisa: "Estudo retrospectivo dos efeitos do treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade em pacientes portadores de insuficiência cardíaca crônica", que está sob orientação do professor Dr. Ramiro Barcos Nunes. Esta carta está sob o cumprimento do pesquisador aos requisitos da resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se o pesquisador a utilizar os dados das avaliações, reavaliações e sessões de treinamentos, somente para fins científicos, mantendo o sigilo e o anonimato das identidades dos participantes e respectivos dados, bem como garantir a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador deverá apresentar o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao sistema CEP/CONEP.

Sem mais a tratar, nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Dra. Suzete Grandi
Coord. Administrativa CECLIN
Unidade de Reabilitação
e Medicina do Esporte

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Suzete Grandi', is written over a horizontal line. Below the line, the name 'Suzete Grandi' is printed in a bold, sans-serif font.

Suzete Grandi

ANEXO D

Parecer consubstanciado do CEP/CONEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO RETROSPECTIVO DOS EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBICO CONTÍNUO DE INTENSIDADE MODERADA OU INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE EM PACIENTES PORTADORES DE INSUFICIÊNCIA CARDÍACA

Pesquisador: Ramiro Barcos Nunes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 02473918.4.0000.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.055.126

Apresentação do Projeto:

Resumo:

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica caracterizada por sintomas típicos, causados por uma anormalidade cardíaca funcional e/ou estrutural, resultando em redução do débito cardíaco e/ou pressões intracardíacas elevadas em repouso ou durante a atividade física. A prática regular de exercício aeróbico contribui para a melhora do estado de saúde e redução do risco de futuros eventos clínicos. O treinamento aeróbico intervalado (TAI) pode ser descrito pela alternância de curtos períodos de alta intensidade com períodos de baixa intensidade. Diversos estudos têm

surgido a fim de determinar se o exercício aeróbico intervalado é superior ao exercício aeróbico contínuo, tanto em populações saudáveis, quanto em populações especiais. O objetivo do estudo é analisar e comparar os dados dos registros referentes às variáveis de composição corporal, aptidão física, capacidade funcional e consumo submáximo de oxigênio de pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica classe II e III(NYHA) participantes de um Programa de Reabilitação Cardíaca, que utilizaram os métodos contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade em seus exercícios aeróbicos. Para tanto, será realizado um estudo retrospectivo de coorte observacional, com uma abordagem analítica dos registros dos dados coletados referentes às avaliações, reavaliações e sessões de treinamento de pacientes portadores de Insuficiência

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245

Bairro: Sarmento

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

Continuação do Parecer: 3.055.126

Cardíaca Crônica classes II e III (NYHA), participantes do Programa de Reabilitação Cardíaca da Unidade de Medicina do Esporte do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul – RS, durante os anos de 2016 e 2017. Espera-se que os métodos de treinamento aeróbico utilizados em um programa de reabilitação cardíaca tenham sido eficientes para reverter os prejuízos promovidos pela síndrome da ICC. Ademais, esse estudo pode instigar o surgimento de novas abordagens referentes às avaliações e prescrições de treinamento aeróbico para essa população, com o objetivo de otimizar os efeitos destas intervenções e melhorar os aspectos relacionados à tolerância ao exercício e a fisiopatologia da ICC.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar e comparar os dados dos registros referentes às variáveis de composição corporal, aptidão física, capacidade funcional e consumo submáximo de oxigênio de pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica classe II e III (NYHA) participantes de um Programa de Reabilitação Cardíaca, que utilizaram os métodos contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade em seus exercícios aeróbicos.

Objetivo Secundário:

- Verificar e comparar os efeitos do treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade ou do treinamento aeróbico de intensidade moderada e período controle em pacientes portadores de Insuficiência Cardíaca Crônica classe II e III (NYHA) sobre a (o):- Composição corporal (IMC e somatório de dobras cutâneas);- Aptidão física (Teste de sentar e levantar da cadeira em 30 segundos e Caminhada de 2,40 metros);- Capacidade funcional aeróbica (Consumo submáximo de oxigênio);- Cinética de recuperação do consumo de oxigênio;- Recuperação da frequência cardíaca;- VE/VCO2 slope;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Não se aplica por tratar-se de análise de prontuários.

Benefícios:

Não se aplica por tratar-se de análise de prontuários.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa que utilizará dados de prontuários. Bem delineada e com metodologia detalhada e apropriada ao tipo de estudo proposto.

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245

Bairro: Sarmento

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

Continuação do Parecer: 3.055.126

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi solicitada dispensa do TCLE por tratar-se de estudo retrospectivo de coorte observacional,, exclusivamente, com dados de prontuários anonimizados.

Recomendações:

Recomendamos rever datas dos relatórios.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atende aos critérios do sistema CEP-CONEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto foi aprovado em dez/18, mas os relatórios parcial e final estão para os meses de nov e dez/2018.Solicitamos corrigir esses dados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1190954.pdf	07/11/2018 13:32:16		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_retro.docx	07/11/2018 13:31:51	Ramiro Barcos Nunes	Aceito
Outros	termo_compromisso_entrega_relatorio.pdf	07/11/2018 13:28:32	Ramiro Barcos Nunes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	justificativa_ausencia_tcle_assinado.pdf	03/08/2018 11:38:08	Ramiro Barcos Nunes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anuencia_instituicao.pdf	03/08/2018 10:57:52	Ramiro Barcos Nunes	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	03/08/2018 10:41:42	Ramiro Barcos Nunes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Sarmiento Leite ,245

Bairro: Sarmiento

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

PORTO ALEGRE, 04 de Dezembro de 2018

Assinado por:
Luciane Dalcanale Moussalle
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sarmiento Leite ,245
Bairro: Sarmiento CEP: 90.050-170
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br