



**Escola Superior
de Tecnologia
da Saúde**

Politécnico de Coimbra

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA REABILITAÇÃO
CARDÍACA NA FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA
E DIREITA**

Andreia Raquel Rodrigues da Cruz

Dissertação em Fisiologia Clínica - Especialização em Ultrassonografia Cardíaca e Função Vascular, orientada pelo Professor Doutor Joaquim Castanheira, Professor Doutor José Mesquita Bastos e Professor Doutor João Paulo Figueiredo, apresentada à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Politécnico de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre

Setembro, 2025



**Escola Superior
de Tecnologia
da Saúde**

Politécnico de Coimbra

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA REABILITAÇÃO
CARDÍACA NA FUNÇÃO VENTRICULAR ESQUERDA
E DIREITA**

Andreia Raquel Rodrigues da Cruz

Dissertação em Fisiologia Clínica - Especialização em Ultrassonografia Cardíaca e Função Vascular, orientada pelo Professor Doutor Joaquim Castanheira, Professor Doutor José Mesquita Bastos e Professor Doutor João Paulo Figueiredo, apresentada à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Politécnico de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre

Setembro, 2025

Agradecimentos

Ao concluir esta tese, quero agradecer a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a sua realização e para o meu percurso académico.

Em primeiro lugar, gostaria de expressar o meu agradecimento aos meus orientadores, Professor Doutor Joaquim Castanheira e Professor Doutor José Mesquita Bastos, pela orientação e apoio incansáveis ao longo de todo o processo. A sua experiência e conhecimento foram fundamentais para o meu desenvolvimento académico e científico. Agradeço também pela confiança demonstrada em mim, que foi um verdadeiro motor para a conclusão deste trabalho. Da mesma forma, agradeço ao Professor Doutor João Paulo Figueiredo, orientador da parte estatística, pelo apoio essencial na análise e interpretação dos dados, destacando a sua clareza, paciência e rigor científico.

Quero ainda expressar o meu profundo reconhecimento à minha família, que foi o meu maior apoio ao longo desta jornada académica. Aos meus pais e ao meu irmão, pelo amor incondicional e pelo encorajamento nos momentos difíceis. Aos meus avós, pelo apoio contínuo. Dedico, especialmente, esta tese ao meu avô materno, Manuel Rodrigues, que, com tanto orgulho e carinho, sempre me incentivou a seguir os meus estudos. Embora já não esteja entre nós, a sua memória e os seus ensinamentos continuam a ser a minha força diária. A ti, avô, com muita saudade, o meu muito obrigada.

Agradeço também aos meus amigos e colegas de trabalho pelo apoio essencial durante esta jornada. Pela paciência, pelas conversas, pelo apoio nos momentos difíceis e pela motivação constante. Pelo companheirismo e incentivo, que tornaram este caminho mais leve e repleto de aprendizagem e crescimento. O apoio de todos foi, sem dúvida, fundamental para o meu sucesso.

Por fim, agradeço a todos os professores, colegas e profissionais que, de alguma forma, me ajudaram a crescer como pessoa e como profissional. Sem o vosso apoio e partilha de conhecimento, este trabalho não teria sido possível.

A todos, o meu sincero e profundo, muito obrigada.

Resumo

Introdução: a reabilitação cardíaca é uma intervenção multidisciplinar essencial na recuperação de doentes após evento cardíaco agudo, insuficiência cardíaca, “device” (cardioversor desfibrilhador implantável/ dispositivos de ressincronização cardíaca) ou *angor* refratário. É um programa abrangente que integra treino físico, modificação de fatores de risco, sessões psicoeducativas, visando melhorar a qualidade de vida, aumentar a capacidade funcional, prevenir novos eventos e reduzir reinternamentos. Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da reabilitação cardíaca (fase II) na função ventricular esquerda e direita, num grupo de doentes com fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) < 50%, seguidos na Unidade Local de Saúde da Região de Aveiro, após evento cardíaco agudo ou insuficiência cardíaca crónica, identificando os parâmetros ventriculares mais influenciados e o seu valor preditivo para a capacidade de exercício.

Métodos: realizou-se um estudo observacional e retrospectivo não aleatório com amostra de base hospitalar de doentes seguidos na Unidade de Reabilitação Cardíaca (fase II), entre setembro de 2021 e dezembro de 2024. Foram definidos 2 grupos: intervenção (n=30) que integrou o programa e um de controlo (n=30) que não participou. Dentro de cada grupo foram distinguidos doentes com doença arterial coronária e insuficiência cardíaca crónica. Recolheram-se dados demográficos, antropométricos, fatores de risco e variáveis obtidas no ecocardiograma transtorácico, prova de esforço cardiopulmonar e análises laboratoriais. Ambos os grupos realizaram os exames de diagnóstico em dois momentos (antes – M1 e após 12 semanas das sessões – M2) à exceção do grupo de controlo, que não realizou prova de esforço cardiopulmonar.

Resultados: no grupo de intervenção, verificou-se um aumento estatisticamente significativo da FEVE entre M1 e M2 ($p < 0,001$), sobretudo nos doentes com doença arterial coronária ($p=0,001$). Na prova de esforço cardiopulmonar, observaram-se aumentos significativos no consumo máximo de oxigénio previsto (VO_2 previsto), VO_2 previsto absoluto, consumo de oxigénio de pico (VO_2 pico), pulso máximo de O_2 , carga e frequência cardíaca máxima ($p < 0,05$). O NT-proBNP diminuiu significativamente após as sessões ($p < 0,001$). Observaram-se correlações positivas e estatisticamente

significativas: FEVE e VO₂ pico (r = 0,516; p = 0,004); FEVE e pulso máximo de O₂ (r = 0,488; p = 0,006); velocidade sistólica do anel tricúspide (onda S') e VO₂ pico (r = 0,562; p = 0,002). Verificou-se uma correlação negativa e estatisticamente significativa entre VO₂ pico e índice de massa do ventrículo esquerdo (r = -0,380; p = 0,046). Doentes com NT-proBNP “alterado” apresentaram valores significativamente inferiores de FEVE em comparação com doentes com NT-proBNP “não alterado” (p < 0,001).

Conclusão: a reabilitação cardíaca (fase II) melhorou significativamente a função ventricular esquerda e a capacidade de exercício, particularmente em doentes com doença arterial coronária, com aumentos na FEVE e no VO₂ pico e redução do NT-proBNP. As correlações entre parâmetros ecocardiográficos e de exercício sugerem que a FEVE e o VO₂ pico podem servir como indicadores preditivos da resposta à reabilitação, reforçando a sua importância na recuperação funcional e prevenção de novos eventos cardiovasculares em doentes com FEVE < 50%.

Palavras-chave

Reabilitação cardíaca; Função ventricular esquerda; Função ventricular direita; Ecocardiograma transtorácico; Fração de ejeção ventricular esquerda

Abstract

Introduction: cardiac rehabilitation is a multidisciplinary intervention that plays a crucial role in the recovery of patients following an acute cardiac event, heart failure, device implantation (implantable cardioverter-defibrillators or cardiac resynchronization therapy devices), or refractory angina. It is a comprehensive program that includes physical training, risk factor modification, health education, and psychological support, aiming to improve quality of life, increase functional capacity, prevent recurrent events, and reduce hospital readmissions.

This study aimed to evaluate the impact of phase II cardiac rehabilitation on left and right ventricular function in a group of patients with left ventricular ejection fraction (LVEF) < 50%, followed at the Local Health Unit of the Aveiro Region, after an acute cardiac event or in the context of chronic heart failure. The study also sought to identify the most affected ventricular parameters and assess their predictive value for exercise capacity.

Methods: an observational, retrospective, and non-randomized hospital-based study was conducted, involving patients followed at the Phase II Cardiac Rehabilitation Unit between September 2021 and December 2024. Two groups were defined: intervention group (n = 30), which participated in the rehabilitation program, and a control group (n = 30), which did not. Within each group, patients were further categorized as having coronary artery disease or chronic heart failure. Demographic, anthropometric, and risk factor data were collected, along with variables obtained from transthoracic echocardiography, cardiopulmonary exercise testing, and laboratory analyses. Both groups underwent diagnostic assessments at two time points: baseline (M1) and after 12 weeks of follow-up (M2), except for the control group, which did not undergo cardiopulmonary exercise testing.

Results: in the intervention group, a statistically significant increase in LVEF was observed between M1 and M2 ($p < 0,001$), particularly in patients with coronary artery disease ($p = 0,001$). In the cardiopulmonary exercise test, significant increases were observed in predicted maximal oxygen consumption (predicted VO_2), absolute predicted VO_2 , peak oxygen consumption (VO_2 peak), peak oxygen pulse, workload,

and maximum heart rate ($p < 0,05$). NT-proBNP levels decreased significantly after the sessions ($p < 0,001$). Statistically significant positive correlations were found between: LVEF and VO_2 peak ($r = 0,516$; $p = 0,004$); LVEF and peak oxygen pulse ($r = 0,488$; $p = 0,006$); tricuspid annular systolic velocity (S' wave) and VO_2 peak ($r = 0,562$; $p = 0,002$). A statistically significant negative correlation was found between VO_2 peak and left ventricular mass index ($r = -0,380$; $p = 0,046$). Patients with elevated NT-proBNP levels showed significantly lower LVEF values compared to patients with normal NT-proBNP levels ($p < 0,001$).

Conclusion: phase II cardiac rehabilitation significantly improved left ventricular function and exercise capacity, particularly in patients with coronary artery disease, as evidenced by increases in LVEF and VO_2 peak, and a reduction in NT-proBNP levels. The correlations observed between echocardiographic and exercise parameters suggest that both LVEF and VO_2 peak may serve as predictive indicators of response to rehabilitation. These findings reinforce the importance of cardiac rehabilitation in functional recovery and in the prevention of future cardiovascular events in patients with reduced LVEF (<50%).

Keywords

Cardiac rehabilitation; Left ventricular function; Right ventricular function; Transthoracic echocardiogram; Left ventricular ejection fraction

Lista de siglas e abreviaturas

AACPR - *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation*

ACD - Artéria coronária direita

ACE - Artéria coronária esquerda

ADA - Artéria descendente anterior esquerda

AHA - American Heart Association

BAV - Bloqueio aurículo-ventricular

BCRE - Bloqueio completo do ramo esquerdo

CDI - Cardioversor desfibrilhador implantável

CRM - Cirurgia de revascularização miocárdica

CRT - Dispositivos de ressincronização cardíaca

CV - Cardiovascular

DAC - Doença arterial coronária

DCI - Doença cardíaca isquémica

DCV - Doença cardiovascular

Declive VE/VCO₂ - Correlação ventilação minuto/eliminação de CO₂

DM - Diabetes *mellitus*

DPOC - Doença pulmonar obstrutiva crónica

DRC - Doença renal crónica

DSVE - Disfunção sistólica do ventrículo esquerdo

EAM - Enfarte agudo do miocárdio

EAMSST - EAM com supradesnivelamento do segmento ST

EAMSSST - EAM sem supradesnivelamento do segmento ST

EAPC - *European Association of Preventive Cardiology*

ECG - Eletrocardiograma

ETT - Ecocardiograma transtorácico

FA - Fibrilhação auricular

FC - Frequência cardíaca

FEVE - Fração de ejeção do ventrículo esquerdo

FRCV - Fatores de risco cardiovascular

GLS - *Global Longitudinal Strain*

HDL - Lipoproteínas de alta densidade

HTA - Hipertensão arterial

HVE - Hipertrofia ventricular esquerda

IC - Insuficiência cardíaca

ICP - Intervenção coronária percutânea

IMC - Índice de massa corporal

IMVE - Índice de massa do ventrículo esquerdo

LDL - Lipoproteínas de Baixa Densidade

LCx - Artéria circunflexa esquerda

NSTEMI - EAM sem supradesnivelamento do segmento ST

NT-proBNP - Fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B

NYHA - *New York Heart Association*

O₂ - Oxigênio

OMS - Organização Mundial de Saúde

PA - Pressão arterial

PECP - Prova de esforço cardiopulmonar

PM - Pacemaker

RC - Reabilitação cardíaca

RER - *Respiratory Exchange Ratio*

RMC - Ressonância magnética cardíaca

RS - Ritmo sinusal

SCA - Síndrome coronário agudo

SEC - Sociedade Europeia de Cardiologia

SIV - Septo interventricular

SPC - Sociedade Portuguesa de Cardiologia

SPSS® - *Statistical Product and Service Solutions*

STEMI - EAM com supradesnivelamento do segmento ST

S'tric - Velocidade sistólica do anel tricúspide

TAPSE - Excursão sistólica do plano do anel tricúspide

ULSRA - Unidade Local de Saúde da Região de Aveiro

VD - Ventrículo direito

VDVEi - Volume diastólico do ventrículo esquerdo indexado

VE - Ventrículo esquerdo

VolAE - Volume da aurícula esquerda

VO₂ previsto - Consumo máximo de oxigénio previsto

VO₂ pico - Consumo de oxigénio de pico

VO₂VT1 - Consumo de oxigénio no 1º limiar ventilatório

VSVEi - Volume sistólico do ventrículo esquerdo indexado

2D - Ecocardiografia bidimensional

3D - Ecocardiografia tridimensional

Índice de tabelas

TABELA 1 - VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS E DA PECP RECOLHIDAS NO M1 E NO M2	38
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA AMOSTRA TOTAL, GRUPO DE INTERVENÇÃO E GRUPO DE CONTROLO.....	47
TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS FRCV NO GRUPO DE INTERVENÇÃO E CONTROLO	49
TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS FRCV NO GRUPO DE INTERVENÇÃO E CONTROLO, DIFERENCIANDO DOENTES COM DAC E IC CRÓNICA	50
TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE FRCV POR GRUPO (INTERVENÇÃO E CONTROLO) E AMOSTRA GLOBAL	51
TABELA 6 - AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS E DO VALOR DE NTproBNP NO 2º MOMENTO DE AVALIAÇÃO (M2)	52
TABELA 7 - COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS ENTRE M1 E M2 NO GRUPO DE INTERVENÇÃO	53
TABELA 8 - COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS ENTRE M1 E M2 NO GRUPO DE INTERVENÇÃO, COMPARANDO DOENTES COM DAC E IC CRÓNICA	54
TABELA 9 - COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS DA PECP ENTRE M1 E M2 NO GRUPO DE INTERVENÇÃO	55
TABELA 10 - COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS DA PECP ENTRE M1 E M2 NO GRUPO DE INTERVENÇÃO, COMPARANDO DOENTES COM DAC E IC CRÓNICA.....	57
TABELA 11 - COMPARAÇÃO DO VALOR DE NTproBNP ENTRE M1 E M2 NO GRUPO DE INTERVENÇÃO	58
TABELA 12 - COMPARAÇÃO DO VALOR DE NTproBNP ENTRE M1 E M2 NO GRUPO DE INTERVENÇÃO, COMPARANDO DOENTES COM DAC E IC CRÓNICA.....	59
TABELA 13 - CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO ETT E PECP	60
TABELA 14 - CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES DO NT-proBNP COM O VO ₂ PICO, DECLIVE VE/VCO ₂ E FEVE	60
TABELA 15 - AVALIAÇÃO DO NÚMERO E CAUSA DE REINTERNAMENTOS HOSPITALARES NOS GRUPOS DE INTERVENÇÃO E CONTROLO	61
TABELA 16 – AVALIAÇÃO DO NÚMERO E CAUSA DE REINTERNAMENTOS HOSPITALARES NOS GRUPOS DE INTERVENÇÃO E CONTROLO, COMPARANDO DOENTES COM DAC E IC CRÓNICA.....	62

Índice de gráficos e figuras

FIGURA 1 - CONSTITUIÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO.....40

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS FRCV NOS PARTICIPANTES DO ESTUDO.....48

Índice geral

Lista de siglas e abreviaturas	xi
Índice de tabelas	xv
Índice de gráficos e figuras	xvi
Índice geral.....	xvii
1. Introdução.....	1
2. Revisão da literatura.....	5
2.1 A doença cardiovascular	5
2.1.1. Doença arterial coronária	5
2.1.2. Epidemiologia.....	10
2.2 Reabilitação cardíaca	12
2.2.1 A Reabilitação cardíaca em Portugal, na Europa e no mundo	17
2.3 A função ventricular esquerda	18
2.3.1 A função ventricular esquerda e o exercício.....	23
2.4 A função ventricular direita	25
2.4.1 A função ventricular direita e o exercício.....	29
2.5 Consequências secundárias do EAM.....	31
2.6 O <i>remodeling</i> dos ventrículos após EAM	33
3. Métodos.....	37
3.1 Desenho do estudo	37
3.2 População do estudo.....	39
3.3 Critérios de inclusão e exclusão.....	40
3.4 Protocolo de exercício do programa de RC da unidade de RC da ULSRA.....	41
3.5 Análise e tratamento dos dados estatísticos	42
3.6 Ética e conflitos de interesse.....	45
4. Resultados.....	47

4.1	Descrição da amostra.....	47
4.2	Avaliação dos resultados obtidos ao nível do ETT e NT-proBNP, entre os grupos, em M2	51
4.3	Estudo das variáveis ecocardiográficas no grupo de intervenção entre os momentos M1 e M2.....	53
4.4	Estudo da evolução dos parâmetros avaliados na PECP no grupo de intervenção entre os momentos M1 e M2	55
4.5	Estudo da variação do NT-proBNP no grupo de intervenção entre os momentos M1 e M2.....	58
4.6	Correlação entre alguns parâmetros ecocardiográficos, da PECP e valores do NT-proBNP no grupo de intervenção	59
4.7	Avaliação do número de reinternamentos hospitalares.....	61
5.	Discussão	65
6.	Conclusão.....	73
7.	Limitações do estudo e perspetivas futuras.....	75
8.	Referências Bibliográficas	77
9.	Anexos.....	97
9.1	Anexo I – Aprovação do Conselho de Administração da ULSRA.....	97
9.2	Anexo II – Consentimento informado esclarecido e livre.....	98
9.3	Anexo III – Gráficos de dispersão com regressão linear das correlações entre as variáveis em estudo.....	101

1. Introdução

A reabilitação cardíaca (RC) é uma intervenção multifatorial que tem como finalidade melhorar e recuperar a condição física, psicológica e social dos doentes após um evento cardíaco agudo, cirurgia cardíaca ou intervenções percutâneas nas artérias coronárias ou válvulas, assim como dos doentes com doenças cardiovasculares (DCV) crónicas, nomeadamente insuficiência cardíaca (IC). Assim sendo, os programas de RC têm sido reconhecidos como uma das estratégias mais eficazes no controlo do risco cardiovascular (CV), na melhoria da qualidade de vida e da resistência ao esforço, na diminuição do número de hospitalizações e reinternamentos hospitalares e na redução da morbilidade e mortalidade (Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Rauch et al., 2016; Zoroufian et al., 2012).

Uma meta-análise desenvolvida pela Cochrane, em 2016, concluiu que o treino físico desenvolvido nas sessões de RC está relacionado com uma redução de 22% na taxa de mortalidade cardíaca em doentes com doença arterial coronária (DAC) (Anderson et al., 2016), permitindo uma melhoria da função ventricular esquerda e uma redução dos diâmetros diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo (VE) (Apostolakis & Konstantinides, 2012; Haddad et al., 2008; Ohara et al., 2022).

Posteriormente, as meta-análises realizadas em 2019 (Taylor et al., 2019) e em 2021 (Dibben et al., 2021), pela Cochrane, que avaliam a eficácia dos programas de RC baseados no exercício físico, vêm corroborar que estes programas continuam a proporcionar inúmeros benefícios ao doente com doença coronária, nomeadamente a diminuição do risco de nova ocorrência de enfarte agudo do miocárdio (EAM), da morbilidade e mortalidade, do número de hospitalizações e por conseguinte a diminuição dos custos de saúde associados. Para além disso, as sessões temáticas educativas sobre a DCV, nomeadamente a modificação de fatores de risco cardiovasculares (FRCV), têm demonstrado ser essenciais na reeducação destes doentes.

A DCV engloba um grupo de doenças que afetam o sistema circulatório, nomeadamente o coração e os vasos sanguíneos (*World Health Organization* [WHO], 2021). Estas doenças são a principal causa de mortalidade e morbilidade

em Portugal e uma das principais causas na Europa, sobretudo a DAC (Abreu et al., 2020; Bettencourt et al., 2020).

Atualmente, as DCV continuam a ser a principal causa de morte a nível mundial, sendo responsáveis por cerca de 17,9 milhões de óbitos anuais, o que representa aproximadamente 32% de todas as mortes globais. Estima-se que, até 2050, esse número aumente para 35,6 milhões, sobretudo devido ao aumento da esperança média de vida e conseqüentemente, o envelhecimento da população. Estas doenças são amplamente passíveis de prevenção ou tratamento, utilizando as muitas intervenções seguras e eficazes atualmente disponíveis (Chong et al., 2024).

Uma das principais DCV é a DAC, também designada por cardiopatia isquémica ou doença cardíaca isquémica (DCI), que se caracteriza pela estenose ou oclusão das artérias coronárias - responsáveis pela perfusão do músculo cardíaco - em consequência da aterosclerose, processo patológico que envolve a deposição de lípidos na parede vascular. Esta limitação ao fluxo sanguíneo compromete o fornecimento adequado de oxigénio (O₂) e nutrientes ao miocárdio, podendo culminar num EAM. Quando ocorre um EAM, sobretudo de grandes dimensões, podem desenvolver-se diversas complicações mecânicas, as quais representam eventos clínicos graves. Estas complicações surgem, em muitos casos, no contexto de disfunção ventricular esquerda significativa, sendo a IC a principal manifestação clínica associada e uma das principais causas de mortalidade hospitalar pós- EAM (Ibanez et al., 2018; Thygesen et al., 2012; Timmis et al., 2020).

Neste sentido, a avaliação da função ventricular é fundamental no prognóstico dos doentes após EAM, e a realização de ecocardiograma transtorácico (ETT) permite-nos, de uma forma rápida e não invasiva, avaliar as anomalias da motilidade segmentar das paredes das cavidades cardíacas, assim como quantificar a disfunção ventricular esquerda e direita (Ibanez et al., 2018; Thygesen et al., 2012; Timmis et al., 2020).

Uma complicação frequente e grave do EAM é a disfunção sistólica do ventrículo esquerdo (DSVE), e estima-se que esta alteração afete entre 25 a 60% de todos os casos de EAM, sendo que os indivíduos que desenvolvem esta disfunção sistólica têm um risco 3 a 8 vezes superior de progredir para IC sintomática. A correta determinação da fração de ejeção ventricular esquerda

(FEVE) é um parâmetro muito importante a ter em conta nestes doentes, uma vez que vai quantificar a capacidade que o coração tem de bombear o sangue para todo o corpo. A presença de DSVE após EAM está associada, assim, a um pior prognóstico, com um aumento significativo da morbidade e da mortalidade (Cleland et al., 2005; Weir & McMurray, 2006; Weir et al., 2006).

Também a avaliação da função ventricular direita tem surgido cada vez mais como um fator importante de prognóstico em doentes com DAC e IC (Anderson et al., 2016; Silveira & Abreu, 2016) e são vários os estudos que demonstram a sua importância a par da função ventricular esquerda. Motoki et al. (2014) demonstraram que a técnica *Global Longitudinal Strain* (GLS) do ventrículo direito (VD) acrescenta valor prognóstico à FEVE, identificando disfunções precoces que escapam às medidas convencionais. Tajima et al. (2019) verificaram que a disfunção do VD se relaciona com pior tolerância ao esforço e prognóstico desfavorável em doentes com DAC isquémica. Em populações submetidas a cirurgia de revascularização, evidências apontam que a disfunção moderada a grave do VD pode atenuar o benefício esperado da intervenção (Sljivic et al., 2018).

Efetivamente, o VD desempenha um papel importante na morbidade e mortalidade de doentes com IC congestiva, arritmia, DAC, morte súbita cardíaca, hipertensão pulmonar, entre outros, e a sua avaliação, fundamentalmente através do ETT, é bastante pertinente (Sljivic et al., 2018).

A excursão sistólica do plano do anel tricúspide (TAPSE) é a variável mais utilizada na avaliação da função ventricular direita por ser simples de obter na grande maioria dos doentes. Embora existam outras variáveis para avaliar a função ventricular direita, como a velocidade sistólica do anel tricúspide medida por Doppler tecidual (onda S'), a TAPSE tem mostrado ser eficaz, e em alguns casos, até mais confiável em prever a função do VD (Buechel & Mertens, 2012; Guazzi & Borlaug, 2012; Vachiéry et al., 2019).

Um estudo realizado em 2016 demonstrou que uma função ventricular direita diminuída está associada a uma redução da capacidade de exercício (Kim et al., 2016; Ohara et al., 2022). Contudo, não existem muitos estudos na literatura sobre o efeito das sessões de RC na função ventricular direita em doentes após EAM e com FEVE reduzida (<50%), sendo então um dos objetivos a aprofundar neste

estudo.

Efetivamente, a capacidade de exercício dos doentes após um EAM com FEVE diminuída, relaciona-se a uma maior morbidade e mortalidade após o evento (Sljivic et al., 2018). A literatura tem demonstrado que a diminuição dos volumes sistólicos e diastólicos na remodelagem do VE estão associados a uma melhoria da capacidade do exercício (McGregor et al., 2016; van de Heyning et al., 2018). Esta redução nos doentes com DAC e após EAM é muito promovida pelo treino físico realizado no âmbito das sessões dos programas de RC (Haykowsky et al., 2011; McGregor et al., 2016).

Para além disso, são várias as vantagens que os doentes com DAC obtêm da prática regular de exercício físico: têm uma grande probabilidade de aumentar o seu consumo máximo de O₂, de melhorar a sua resposta ventilatória ao exercício, de aliviar sintomas de angina, de aumentar o número de células angiogénicas (células que promovem a criação de novos vasos sanguíneos e a regeneração vascular), de aumentar as lipoproteínas de alta densidade (HDL), reduzir as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e o colesterol total, de diminuir a adesão de plaquetas e a viscosidade do sangue e de aumentar a sensação de autoeficácia e bem-estar psicológico (Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Rauch et al., 2016; Zoroufian et al., 2012).

Portanto, o objetivo primordial deste estudo é avaliar o impacto da RC (fase II) na função ventricular esquerda e direita, em doentes após um evento coronário agudo ou com IC crónica, com FEVE < 50%, verificando se existe uma melhoria da função ventricular com o programa de RC, e identificar os parâmetros ventriculares, esquerdos e direitos, que mais são influenciados.

2. Revisão da literatura

2.1 A doença cardiovascular

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define as DCV como um grupo de patologias do coração e dos vasos sanguíneos, que abrange a DAC, a doença cerebrovascular, a doença arterial periférica, a cardiopatia reumática, a cardiopatia congênita, a trombose venosa profunda e a embolia pulmonar (WHO, 2021).

Na maioria dos casos clínicos, as DCV têm como etiologia a aterosclerose, ou seja, o acúmulo de gordura nos vasos sanguíneos, sendo que o controle dos fatores de risco é fundamental e é a melhor forma de prevenir estas doenças. Os FRCV podem ser modificáveis (hipertensão arterial (HTA), diabetes *mellitus* (DM), hipercolesterolemia e dislipidemia, obesidade, tabagismo, sedentarismo, maus hábitos alimentares, alcoolismo, stress, ansiedade), ou não modificáveis (idade, gênero, histórico prévio e genética - histórico familiar de DCV) (Timmis et al., 2022).

2.1.1. Doença arterial coronária

As DCV abrangem um leque de doenças relacionadas com o sistema circulatório, incluindo a DAC, nomeadamente o EAM (WHO, 2021). Em grande parte dos casos, a primeira manifestação de DAC ou DCI é o EAM ou a morte súbita (Bettencourt et al., 2020).

A DAC é uma das principais causas de morbidade e mortalidade CV em todo o mundo e caracteriza-se pela presença de aterosclerose nas artérias coronárias, resultando na redução do fluxo sanguíneo ao miocárdio, sobretudo em situações de maior exigência metabólica. Esta condição pode manifestar-se clinicamente sob a forma de angina de peito, mas também pode permanecer assintomática durante anos (Bettencourt et al., 2020; WHO, 2021).

Quando uma placa aterosclerótica sofre rutura, pode desencadear a formação de um trombo que obstrui completamente a artéria coronária, levando à necrose do tecido miocárdico dependente dessa irrigação. Este evento agudo é denominado por EAM, que é uma complicação aguda da DAC, e representa uma emergência médica

que exige intervenção rápida para restabelecer a perfusão miocárdica (Bettencourt et al., 2020; WHO, 2021).

Assim sendo, um EAM, ocorre quando há uma oclusão parcial ou total (impeditiva de mínimo fluxo) de uma artéria coronária (coagulo sobre placa aterosclerótica, coagulo fresco, espasmo ou misto), o que diminui a passagem do fluxo sanguíneo, impedindo a distribuição de O₂ e nutrientes ao musculo cardíaco correspondente e causando, desta forma, necrose miocárdica, que é uma emergência médica que requer tratamento imediato (WHO, 2021). O EAM é uma das principais causas de morte e invalidez no mundo, podendo ser a primeira forma de manifestação de DAC ou ocorrer de forma repetida em doentes com doença coronária crónica (Ibanez et al., 2018; Thygesen et al., 2012; Timmis et al., 2020).

O EAM pode ser classificado de acordo com a gravidade, a localização e o tipo de obstrução das artérias coronárias. Existem dois tipos de EAM: EAM com supradesnivelamento do segmento ST (EAMSST), também denominado por STEMI e sem supradesnivelamento do segmento ST (EAMSSST) ou NSTEMI (Thygesen et al., 2012). Dentro destes dois tipos, existem 5 subtipos: EAM tipo 1, tipo 2, tipo 3, tipo 4 (a e b) e tipo 5 (Collet et al., 2021; Reynolds et al., 2011; Roffi et al., 2016; Thygesen et al., 2019).

O EAM tipo 1, caracteriza-se pela rutura da placa aterosclerótica, ulceração, fissura, erosão ou disseção, que resulta num trombo intraluminal numa ou mais artérias coronárias e que, por conseguinte, leva à diminuição do fluxo sanguíneo ao miocárdio e/ou embolização distal e a necrose do miocárdio (Collet et al., 2021; Reynolds et al., 2011; Roffi et al., 2016; Thygesen et al., 2019). Caracteriza-se pelos sintomas de isquemia miocárdica aguda, alterações eletrocardiográficas de isquémia, desenvolvimento de ondas Q patológicas, evidência de anomalias da motilidade segmentar das paredes das cavidades cardíacas e identificação da presença de trombo coronário por angiografia (Thygesen et al., 2019).

O EAM tipo 2 ocorre quando a obstrução da artéria coronária é parcial ou temporária, ou quando o espasmo da artéria causa a redução do fluxo sanguíneo. Neste tipo de enfarte existem outras condições, além da instabilidade da placa, que contribuem para o desequilíbrio entre o aporte de O₂ ao miocárdio e as suas necessidades: disfunção do endotélio, taquiarritmias, bradiarritmias, anemia,

insuficiência respiratória, hipotensão e a hipertensão grave (Collet et al., 2021; Reynolds et al., 2011; Roffi et al., 2016; Thygesen et al., 2019).

Classifica-se o EAM de tipo 3, quando ocorre morte cardíaca com sintomas sugestivos de isquemia do miocárdio associados a novas alterações isquémicas no eletrocardiograma (ECG) (nomeadamente fibrilhação ventricular), não sendo possível avaliar previamente os biomarcadores cardíacos (Collet et al., 2021; Reynolds et al., 2011; Roffi et al., 2016; Thygesen et al., 2019).

O EAM tipo 4 pode ser do tipo 4 a, que está associado à intervenção coronária percutânea (ICP), ou do tipo 4 b, que está relacionado com trombose do stent e é detetado através da angiografia coronária ou da autópsia, após um contexto de isquemia do miocárdio com um aumento significativo dos valores dos biomarcadores cardíacos em pelo menos 1 valor em relação aos valores de referência (Collet et al., 2021; Reynolds et al., 2011; Roffi et al., 2016; Thygesen et al., 2019).

O EAM tipo 5 está associado à cirurgia de revascularização do miocárdio (Collet et al., 2021; Reynolds et al., 2011; Roffi et al., 2016; Thygesen et al., 2019).

De facto, a resposta hemodinâmica e cardiorrespiratória ao esforço do doente que sofreu um EAM pode alterar-se, isto é, vai apresentar uma capacidade aeróbia reduzida, entre 50% a 70% dos valores preditos para a idade e género. Esta alteração no transporte de O₂ ocorre, usualmente, devido à redução na contratilidade do VE. O tecido necrótico e a isquemia residual, causam uma redução progressiva da FEVE, o que se traduz num menor volume de sangue ejetado a cada contração. Este pode também ser um dos motivos pelo qual os doentes após EAM não têm uma resposta normal da pressão arterial (PA) sistólica ao esforço, podendo esta, por vezes, decrescer com a progressão do exercício (Motoki et al., 2014; Slijivc et al., 2018; Tajima et al., 2019; Ohara et al., 2022).

Efetivamente, a capacidade de exercício nos doentes com DAC e após um EAM tem uma forte correlação com o prognóstico a longo prazo - doentes com baixa capacidade funcional têm um risco elevado de morbilidade e mortalidade CV. Assim, a avaliação da capacidade de exercício e a implementação de programas de RC devem ser uma prioridade no acompanhamento destes doentes, porque não só melhoram a capacidade de exercício, como também reduzem o risco de complicações e melhoram a sua qualidade de vida. A prática de exercícios

supervisionados pode, também, ajudar a melhorar o controlo de FRCV associados à DAC, contribuindo para um melhor prognóstico (Abreu et al., 2018; Piepoli et al., 2016).

A perda de tecido miocárdico viável após um EAM compromete a função contrátil ventricular, podendo levar ao desenvolvimento de IC, que é uma síndrome clínica caracterizada por sintomas típicos (dispneia, edema dos membros inferiores e fadiga) que podem ser acompanhados por sinais (pressão venosa jugular elevada, crepitação pulmonar e edema periférico) causados por uma anormalidade cardíaca estrutural e/ou funcional, que resulta numa redução do débito cardíaco e/ou pressões intracardíacas elevadas em repouso ou durante o esforço (Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016).

Importa salientar que a DAC também pode evoluir para IC de forma crónica e progressiva, mesmo na ausência de EAM. A isquemia miocárdica crónica leva à disfunção miocárdica progressiva, podendo resultar em remodelamento ventricular adverso e deterioração da função sistólica ou diastólica (Braunwald, 2015).

Numa IC, o coração não consegue suprir as necessidades do organismo, causando redução do fluxo sanguíneo, refluxo (congestão) de sangue nas veias e nos pulmões e/ou outras alterações que levam ao seu enfraquecimento (Silva, Sá, & Leal, 2019). Esta condição pode surgir de forma rápida, IC aguda, quando ocorre um EAM com necrose extensa do músculo cardíaco, ou pode desenvolver-se lentamente, IC crónica, na presença de fatores de risco iminentes, como a HTA, DM, ou qualquer doença que provoque um aumento significativo do consumo de O₂ e nutrientes pelo organismo, e que vai exigir um esforço adicional do coração (Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016).

A IC pode ser classificada de várias formas, dependendo dos critérios utilizados. A classificação funcional de *New York Heart Association* (NYHA) baseia-se na sintomatologia e limitações funcionais do doente, sendo subdividida em quatro classes: classe I - sem limitações físicas; classe II - limitação leve da atividade física; classe III - limitação significativa da atividade física; e classe IV - incapacidade de realizar qualquer atividade física sem desconforto (Sociedade Portuguesa de Cardiologia [SPC], 2025).

Tendo por base a função do VE, a IC pode também ser classificada de acordo com a avaliação da FEVE. A IC normalmente é caracterizada por DSVE, o que pode levar a congestão sistémica e pulmonar. No entanto, também é possível ter IC com fração de ejeção preservada e disfunção diastólica do VE (Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016).

A IC com função sistólica não preservada ou com fração de ejeção reduzida (também conhecida como IC sistólica) caracteriza-se pela FEVE \leq a 40%, em que ocorre diminuição da capacidade que o coração tem de bombear o sangue (Fonseca et al., 2017; Hambrecht et al., 1998; McDonagh et al., 2022; Ponikowski et al., 2016; Silva, Sá, & Leal, 2019; SPC, 2023).

A IC com função sistólica preservada (também conhecida como IC diastólica) define-se como uma síndrome clínica, caracterizada por sinais e/ou sintomas de IC, com evidência de anormalidades estruturais e/ou funcionais, e/ou aumento dos peptídeos natriuréticos associada a uma FEVE preservada, \geq 50%. O coração apresenta alterações estruturais, nomeadamente paredes muito espessadas, ou alterações funcionais, como pressões elevadas, o que faz com que a capacidade de relaxar ou de receber o sangue esteja alterada (Fonseca et al., 2017; Hambrecht et al., 1998; McDonagh et al., 2022; Ponikowski et al., 2016; Silva, Sá, & Leal, 2019; SPC, 2023).

Numa fase mais avançada da IC por cardiomiopatia isquémica, o coração pode evidenciar problemas na contratilidade das cavidades cardíacas por alteração da condução elétrica, com diminuição inerente e significativa do débito cardíaco, ou por perda da sincronização aurículo-ventricular (bloqueio aurículo-ventricular (BAV) de 2º ou 3º grau) ou por perda de sincronização ventricular (por exemplo, por bloqueio completo do ramo esquerdo (BCRE)), tornando-o assim incapaz de bombear corretamente o sangue face às necessidades orgânicas e diminuindo a qualidade de vida do doente, podendo também levar à morte (SPC, 2025).

De facto, a DAC constitui a principal manifestação da patologia cardiovascular, estando na génese de eventos agudos (EAM) e de síndromes crónicas (IC) (Bettencourt et al., 2020; Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016; WHO, 2021).

O seu reconhecimento precoce, aliado a intervenções terapêuticas e preventivas adequadas, assume um papel central na redução do impacto clínico e socioeconómico associado às DCV. A compreensão da sua relevância torna-se ainda mais evidente quando analisados os dados epidemiológicos, os quais refletem a elevada prevalência e o peso crescente destas condições na população global (Bettencourt et al., 2020; Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016; WHO, 2021).

2.1.2. Epidemiologia

Atualmente, as DCV continuam a ser a principal causa de morte a nível mundial, sendo responsáveis por cerca de 17,9 milhões de óbitos anuais, o que representa aproximadamente 32% de todas as mortes globais (Chong et al., 2024) (7 milhões dessas mortes são causadas pela DAC, nomeadamente síndrome coronária aguda (SCA)) (Ralapanawa & Sivakanesan, 2021). Estima-se que até 2050, esse número aumente para 35,6 milhões de mortes por ano, devido sobretudo ao envelhecimento da população (Chong et al., 2024).

Na Europa, as DCV continuam a ser uma das principais causas de morbilidade e mortalidade, sendo que em Portugal, são a principal causa de morte (29,7%), particularmente no que se refere à DCI (20,8%) (Abreu et al., 2020; Silva, Sá, & Leal, 2019).

Segundo a Sociedade Europeia de Cardiologia (SEC), em 2017, a DCI foi a mais prevalente, com 3,6 milhões de novos casos nos 54 países membros da SEC, sendo responsável por 38% das 2,2 milhões de mortes em mulheres e por 44% das 1,9 milhões de mortes em homens por DCV. Nesse período, 34,9 milhões de pessoas viviam com DCI, predominantemente o género masculino, com maior percentagem de novos casos (2,0 milhões vs. 1,6 milhões, face ao género feminino) e uma maior prevalência da doença (18,7 milhões vs. 16,2 milhões) (Timmis et al., 2020). Para além disso, estas doenças são responsáveis por 12% das pessoas que vivem com algum grau de incapacidade (Bergmark et al., 2022).

Também a prevalência de IC, a nível mundial, tem vindo a aumentar, especialmente após os 65 anos, devido à maior incidência de FRCV e, conseqüentemente EAM, bem como ao aumento da sobrevivência após a ocorrência deste, refletindo o envelhecimento populacional, a melhoria na sobrevivência após

eventos cardíacos agudos e o acesso a melhores e desenvolvidas terapêuticas eficazes (Fonseca et al., 2017; Shahim et al., 2023).

Em 2021, cerca de 55,5 milhões de pessoas em todo o mundo foram afetadas pela IC, representando um aumento significativo em relação a 1990 (Chen et al., 2025). Mais recentemente, o artigo "*Global Public Health Burden of Heart Failure: An Updated Review*" de 2023, destaca que a IC afeta cerca de 64 milhões de pessoas a nível mundial. Embora a incidência esteja a estabilizar ou diminuir nos países desenvolvidos, a prevalência continua a crescer devido ao envelhecimento populacional e à melhor oferta terapêutica, pelo que a IC se mantém associada a elevada morbidade, mortalidade e impacto económico (Shahim et al., 2023).

De acordo com os registos da SPC, em Portugal, a prevalência estimada de IC é de 5,2%, correspondendo a cerca de 400 000 indivíduos adultos. Estima-se que afete 64 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo a principal causa de internamento em adultos com mais de 65 anos, acarretando um aumento significativo dos custos para os sistemas de saúde (McDonagh, et al., 2021). Até 2034, prevê-se um aumento de 30% do número de doentes com IC, devido sobretudo ao aumento da esperança média de vida, bem como ao tratamento mais eficiente, quer das doenças cardíacas que terminam em IC, quer da própria doença (Fonseca et al., 2017).

Portanto, o conhecimento sobre as DCV, FRCV e a alteração do estilo de vida são essenciais para que o doente possa tomar decisões informadas sobre a continuação ou alteração de certos comportamentos e estilos de vida que contribuem para o aumento do risco CV. Desta forma, o desenvolvimento de estratégias de prevenção e de redução do risco CV, tais como a implementação dos programas de RC, que oferecem ao doente não só a prescrição de atividade física, como também acompanhamento e ações formativas e educativas sobre esta temática, tornam-se fundamentais (Abreu et al., 2018; Ambrosetti et al., 2021; Dibben et al., 2021; Taylor et al., 2019; WHO, 2017).

A literatura tem evidenciado que a capacidade de exercício nos doentes com DAC e após EAM tem sido motivo de grande preocupação, porque está associada a uma maior morbidade e mortalidade (Kim et al., 2016; Ohara et al., 2022; Slijvic et al., 2018). Efetivamente, a prática do exercício é uma mais valia para estes doentes

e a integração em programas de RC é fundamental para a sua eficiente recuperação. Nos últimos anos, e de acordo com a SEC, a RC tem demonstrado muita evidência e é cada vez mais altamente recomendada: como terapia para a IC crónica (em 2008 e confirmado na atualização das guidelines em 2016), para a prevenção CV na prática clínica (em 2016), para o tratamento após EAM (em 2017), após revascularização (em 2018) e para doentes com SCA (em 2019) (Ambrosetti et al., 2021).

Em termos epidemiológicos, tem-se verificado em Portugal uma expansão progressiva dos programas de RC, com aumento do número de centros e da taxa de referência, particularmente após eventos coronários agudos. Contudo, apesar da sua comprovada eficácia clínica e custo-efetividade, a implementação destes programas permanece aquém do expectável (Fontes et al., 2021; Silveira & Abreu, 2016;).

Este cenário fortalece a importância e necessidade de manter e reforçar políticas públicas eficazes de prevenção, rastreio e intervenção precoce, com foco na redução de fatores de risco modificáveis, nomeadamente a HTA, DM, dislipidemia, tabagismo, má alimentação e sedentarismo (Chong et al., 2024).

2.2 Reabilitação cardíaca

A RC teve origem nas décadas de 1950 e 1960, como resposta ao aumento da mortalidade associada às DCV, sendo inicialmente centrada no repouso e na realização de atividades físicas ligeiras após um EAM (Mampuya, 2012).

Define-se como uma intervenção multidisciplinar que ajuda o doente na sua recuperação física, psicológica, social e laboral, em múltiplas situações: após um evento cardíaco agudo, no contexto de DCV crónica (angina ou IC), “device” (cardioversor desfibrilhador implantável (CDI) / dispositivos de ressincronização cardíaca (CRT-D)), após cirurgia cardíaca (transplante valvular, coronário, congénito e cardíaco) e após intervenção percutânea (coronária, implante valvular aórtico, clipe mitral). Trata-se de um programa abrangente, integrado com diversas componentes, nomeadamente exercício físico, alterações de comportamento

visando estilos de vida saudáveis, controlo de FRCV e apoio psicológico (Abreu et al., 2018).

Efetivamente, a RC tem registado uma evolução significativa ao longo das últimas décadas, acompanhando os avanços científicos e clínicos. Inicialmente, entre as décadas de 1940 e 1950, o tratamento após um EAM baseava-se no repouso absoluto prolongado, prática que se revelou prejudicial devido às suas complicações associadas. Na transição para as décadas de 1950 e 1960, começaram a ser introduzidas intervenções estruturadas de mobilização precoce, promovendo exercícios ligeiros e supervisionados, com destaque para o contributo do Dr. Paul Dudley White, defensor do exercício na recuperação CV. Durante a década de 1960, emergiram os primeiros programas ambulatoriais multidisciplinares, integrando exercício físico, educação para a saúde e promoção de estilos de vida saudáveis, com foco na prevenção secundária. A partir da década de 1980, estes programas foram ampliados, incorporando apoio psicológico, controlo rigoroso dos FRCV e orientação nutricional personalizada (Mampuya, 2012).

Atualmente, a RC é reconhecida como uma componente essencial da abordagem terapêutica nas DCV, sendo amplamente recomendada pelas principais diretrizes internacionais. A sua eficácia está comprovada na melhoria da qualidade de vida, na redução da mortalidade e morbilidade e na prevenção de reinternamentos hospitalares (Abreu et al., 2018; Mampuya, 2012; Piepoli et al., 2016).

As vantagens e os benefícios para os doentes que integram estes programas têm sido de relevo e incluem a otimização e redução do risco CV, educação para comportamentos saudáveis e a adesão a esses comportamentos, diminuição das limitações e promoção de um estilo de vida ativo. É também importante que o doente, durante um programa de RC, perceba que as modificações dos FRCV e a manutenção de um estilo de vida saudável ativo são um processo para toda a vida, e para tal, devem ser desenvolvidas estratégias de otimização da adesão do doente ao estilo de vida e às terapias farmacológicas instituídas, pelo que é fundamental a interligação com os vários profissionais de saúde envolvidos (Abreu et al., 2018; Ambrosetti et al., 2021; Ibanez et al., 2018).

Desta forma, os programas de RC são compostos por uma equipa

multidisciplinar (cardiologista, fisiatra, fisioterapeuta, nutricionista, técnico de cardiopneumologia, enfermeiro de reabilitação, psiquiatra/psicólogo e assistente social), que integra o treino físico, modificação de fatores de risco, sessões temáticas educativas e apoio psicológico, sendo que cada doente tem uma avaliação médica e treino personalizado, com prescrição médica individualizada, supervisionamento do treino e aconselhamento médico sobre atividade física extra-programa, consoante a sua clínica e comorbilidades (Abreu et al., 2018).

Esta equipa multidisciplinar tem como principal objetivo melhorar a qualidade de vida do doente. Para tal, além das consultas de Cardiologia, torna-se pertinente a realização de consultas específicas conforme necessário para todos os fatores de risco: cessação tabágica, diabetes, HTA, dislipidémia ou nutrição (Abreu et al., 2018). É muito importante na redução da mortalidade CV, na doença psicológica resultante da doença cardíaca e é essencial na aprendizagem de estratégias preventivas e no conhecimento sobre a doença (Abreu et al., 2018; Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Ohara et al., 2022; Rauch et al., 2016; Zoroufian et al., 2012).

Na meta-análise desenvolvida pela Cochrane, em 2016, é evidenciado que os doentes com risco moderado a baixo de IC após EAM ou revascularizados, que integraram programas de RC baseados no exercício, diminuíram o número de hospitalizações, melhoraram a qualidade de vida e apresentaram uma redução da mortalidade a longo prazo, quando comparados com doentes que não ingressaram nestes programas (Anderson et al., 2016). Também as meta-análises realizadas em 2019 (Taylor et al., 2019) e em 2021 (Dibben et al., 2021), desenvolvidas pela Cochrane, que avaliam a eficácia dos programas de RC baseados no exercício físico, vêm corroborar que estes programas continuam a proporcionar inúmeros benefícios ao doente com doença coronária, nomeadamente a diminuição do risco de nova ocorrência de EAM, diminuição da morbilidade e mortalidade, diminuição do número de hospitalizações e, por consequente, a diminuição dos custos de saúde associados.

Neste sentido, a RC tem sido considerada indicação classe IA pela *European Society of Cardiology/ European Association of Preventive Cardiology* (ESC/ EAPC) e pela *American Heart Association/ American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation* (AHA/ AACPR), e pressupõe 3 fases distintas: fase I, II e

III (Abreu et al., 2018; Piepoli et al., 2016).

Segundo as guidelines de 2018 da Sociedade Portuguesa de Cardiologia (SPC), a fase I (fase hospitalar), inicia-se no internamento, assim que o doente esteja estável, 24 a 48 horas após a ocorrência de um evento cardíaco sem complicações. Primeiramente, é feita uma avaliação médica pela equipa de RC, onde são verificados os critérios de admissão, contraindicações e é realizada a prescrição do treino físico adequado. Nesta fase pressupõe-se a execução de exercícios de baixa intensidade, sessões educativas e de esclarecimento sobre a adoção de um estilo de vida saudável e controlo dos FRCV, incentivo para a importância do cumprimento e adesão à terapêutica instituída e à participação nas fases seguintes do programa (fase II e III) (Abreu et al., 2018).

A fase I subdivide-se em fase Ia, realizada na unidade de cuidados intensivos e fase Ib, realizada na enfermaria. Apenas serão necessários monitores de frequência cardíaca (FC), esfigmomanómetros, balança e oxímetro. Todos os doentes com SCA, IC, com ou sem dispositivos médicos implantados (dispositivos de assistência ventricular esquerda, CRT, CDI ou pacemaker (PM)), submetidos a cirurgia cardíaca (cirurgia valvular, transplante cardíaco ou revascularização do miocárdio) são elegíveis para integrarem esta fase (Abreu et al., 2018).

A fase II engloba os doentes após a alta hospitalar, e pode ser realizada no hospital, num centro especializado em RC, ou no próprio domicílio do doente, e tem uma duração que varia entre as 8 e as 24 semanas. Deve ser iniciada preferencialmente até 2 semanas após a alta hospitalar ou após o diagnóstico (para doentes não hospitalizados). Caso não seja possível, poderá ser iniciada até 6 meses após o evento cardíaco agudo. Todos os doentes elegíveis para a fase I são elegíveis para a fase II. Podem também ser admitidos nesta fase, doentes com alto risco CV, hipertensos, diabéticos, com dislipidémia e fumadores (Abreu et al., 2018).

Esta fase, tal como na fase I, pressupõe a prescrição de um programa individualizado de exercícios em termos de intensidade, tipo, duração, frequência e modalidade, bem como ações temáticas formais para a educação e modificação do estilo de vida do doente. O médico cardiologista deverá realizar uma avaliação inicial e a estratificação do risco CV (gravidade dos sintomas, grau de disfunção ventricular esquerda, capacidade funcional, presença de isquemia residual ou arritmias). O

doente deve realizar o ETT (ou outros exames de imagem, sempre que necessário), prova de esforço cardiopulmonar (PECP) (ou prova de marcha de 6 minutos, caso seja incapacitado) – imprescindível para a prescrição de um programa de exercícios, e idealmente, ainda um registo de Holter de 24h e colheita de análises sanguíneas. Deverão ser disponibilizados pelo serviço/ unidade de RC, cicloergómetros, elásticos e pesos, esfigmomanómetro, cronómetro, oxímetro digital, monitorização contínua eletrocardiográfica e equipamento de reanimação cardiorrespiratória (incluindo desfibrilhador e carro de emergência) (Abreu et al., 2018).

No final da fase II, todos os doentes devem ser reavaliados não só para se verificar que os objetivos foram alcançados, como também para quantificar os ganhos obtidos com as sessões do programa de RC e para otimizar a terapêutica farmacológica (Abreu et al., 2018).

Estas diretrizes também referem que a fase III, ou fase de longa duração/ de manutenção, é iniciada após a fase II, de acordo com a indicação médica, e deve manter-se ao longo da vida do doente. Esta fase abrange todos os doentes com as indicações estabelecidas para as fases I e II, todos aqueles que completaram a fase II e para todos os que não participaram nesta fase, 6 ou mais meses após a ocorrência de um evento cardíaco agudo, desde que estejam estáveis e não apresentem contraindicações (Abreu et al., 2018).

Os locais para a realização das sessões de RC fase III, devem ser adaptados às várias atividades (jogos, exercícios aeróbios, caminhada, corrida, dança ou exercícios de força), podendo ser no mesmo local onde se realizou a fase II, em espaços fechados, abertos ou no próprio domicílio do doente (Abreu et al., 2018).

Estes programas, ao integrarem exercícios físicos supervisionados, assumem um papel crucial na melhoria da função ventricular, promovendo a eficiência cardíaca e facilitando a restauração da capacidade funcional do doente. O exercício regular potencializa a contratilidade ventricular, otimiza a perfusão sanguínea e favorece a remodelação positiva do músculo cardíaco, conduzindo a benefícios a longo prazo para a saúde CV (McGregor et al., 2016; Slijvic et al., 2018).

2.2.1 A Reabilitação cardíaca em Portugal, na Europa e no mundo

Nos últimos anos, os programas de RC apresentaram uma grande evolução e deixaram de se basear apenas na prática do exercício físico, sendo atualmente considerados programas abrangentes de prevenção secundária. De acordo com um artigo publicado por Silveira & Abreu, o volume de doentes inscritos em programas de RC, bem como o número de centros, aumentou significativamente em Portugal entre 2007 e 2014. De igual forma, tem-se verificado um aumento significativo da percentagem de doentes após alta hospitalar que ingressaram num programa de RC (Silveira & Abreu, 2016).

Apesar do reconhecimento da RC como sendo uma intervenção terapêutica custo-efetiva, que reduz a mortalidade, o número de hospitalizações, melhora a qualidade de vida e promove um retorno mais rápido à vida diária e à atividade profissional, a implementação deste programa continua a ser subutilizado e pouco promovido (Arena & Sietsema, 2011; Piepoli et al., 2014).

De acordo com um inquérito realizado pela SPC, em 2013-2014, foram identificados 23 centros em Portugal com programas de RC (12 públicos e 11 privados), o que representa um aumento face a 2007, quando existiam apenas 16 centros. A percentagem de doentes que foram incluídos nestes programas após um EAM aumentou de 3% em 2007 para 8% em 2014 (Silveira & Abreu, 2016).

Já em 2019, segundo o último inquérito também realizado pela SPC, foram identificados 25 centros com programas de RC, onde foram incluídos na fase II um total de 2.182 doentes, o que representou um aumento de 13% face ao inquérito anterior. Desses, 67,2% foram referenciados devido a DCI, 14,5% por IC, e 49,3% por SCA. O alcance estimado da RC foi de 9,3%, abaixo do valor ideal recomendado (Fontes et al., 2021). Foram identificados como obstáculos à adesão e participação nestes programas fatores como a falta de instalações específicas, capacidade limitada, distância aos centros de RC, falta de conhecimento e informação sobre a intervenção por parte dos profissionais de saúde e dos próprios doentes, limitações financeiras e diferenças legislativas. Relativamente à fase III, verificou-se uma redução de 37% do número de doentes, sendo que 91% dos centros apresentaram taxas de abandono inferiores a 25%. Estes valores demonstram um aumento do número de referências de doentes submetidos a RC fase II após SCA (Fontes et

al., 2021).

Estes programas implementados nos nossos hospitais e em vários centros de reabilitação, têm-se revelado muito importantes na recuperação e acompanhamento dos doentes, sendo que a sua introdução ao programa de RC deve ser realizada o mais precocemente possível, idealmente após a admissão hospitalar (fase I) (Ambrosetti et al., 2021; Silveira & Abreu, 2016).

No entanto, as diretrizes publicadas na Revista Portuguesa de Cardiologia em 2018 referem que, em Portugal, apenas 8% dos doentes com alta hospitalar após EAM estão incluídos em programas de RC; na Europa, a percentagem de admissões nesses programas é em média de 30%, e nos Estados Unidos da América, essa percentagem é de 20 a 30% (Abreu et al., 2018).

Na Europa, embora 90,9% dos países disponham de programas de RC, a sua disponibilidade é desigual. Em média, existe apenas uma vaga para cada 7 doentes com DAC, o que representa uma carência estimada de cerca de 3,4 milhões de vagas por ano (Abreu et al., 2019).

A nível mundial, apenas 38,8% dos países têm programas de RC. Nos países com rendimentos elevados, essa taxa é de 68%, enquanto que nos países com rendimentos baixos e médios é de 23%, sendo de 8,3% nos países de baixo rendimento e de 28,2% nos de rendimento médio. Estes dados demonstram, efetivamente, alguma desvalorização desta terapia, face a outras intervenções, como a revascularização ou terapêutica farmacológica (Turk-Adawi, Sarrafzadegan, & Grace, 2014).

2.3 A função ventricular esquerda

Uma função ventricular adequada é fundamental para garantir que o sangue seja bombeado de forma eficiente para todo o corpo, fornecendo O₂ e nutrientes essenciais para o metabolismo celular. Tanto o VE (responsável pela circulação sistémica) como o VD (responsável pela circulação pulmonar) desempenham funções importantes no correto bombeamento do sangue (Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016; Silva, Sá, & Leal, 2019; SPC, 2023).

Quando a função ventricular é comprometida, o sistema CV e todo o organismo podem sofrer graves consequências (IC, hipotensão, arritmias, congestão pulmonar ou choque cardiogénico). Desta forma, existem mecanismos de compensação de modo a garantir-se a perfusão sanguínea adequada, tais como o aumento da FC, dilatação ventricular ou a ativação de sistemas neuro-hormonais, como o sistema nervoso simpático e o sistema renina-angiotensina-aldosterona (Hambrecht et al., 1998; Ponikowski et al., 2016; Silva, Sá, & Leal, 2019; SPC, 2025).

A função ventricular esquerda refere-se à capacidade do VE em garantir um enchimento eficiente durante a diástole e uma ejeção adequada do sangue durante a sístole, assegurando assim, um débito cardíaco suficiente para satisfazer as exigências metabólicas do organismo. Esta função é influenciada por vários fatores hemodinâmicos, nomeadamente a pré-carga, a pós-carga, a contratilidade miocárdica e a FC (Guyton & Hall, 2017). Neste contexto, o enfarte do VE constitui uma condição clínica grave, frequentemente associada ao EAM. A sua ocorrência deve-se, geralmente, à obstrução de uma ou mais artérias coronárias responsáveis pela irrigação do VE, nomeadamente a artéria coronária esquerda (ACE), que se ramifica na artéria descendente anterior esquerda (ADA) e na artéria circunflexa esquerda (LCx). A interrupção do fluxo sanguíneo nestas artérias compromete a perfusão do miocárdio da parede esquerda do coração, originando isquemia e, em casos mais prolongados, necrose do tecido cardíaco (morte celular) (Thygesen et al., 2019).

O enfarte do VE é mais prevalente do que o enfarte do VD e apresenta um impacto significativo na função cardíaca global. O prognóstico desta condição depende de múltiplos fatores, entre os quais a extensão da lesão miocárdica, o tempo decorrido até à intervenção terapêutica e a presença de comorbilidades associadas. Quando diagnosticado e tratado precocemente, é possível alcançar uma recuperação funcional. Contudo, em situações em que o tratamento não é iniciado atempadamente, podem surgir complicações graves, como IC, arritmias ou até morte súbita (Thygesen et al., 2019).

Do ponto de vista fisiopatológico, a disfunção ventricular esquerda pode ser classificada em dois grandes grupos: sistólica e diastólica. A disfunção sistólica

caracteriza-se por uma redução da capacidade de contração do miocárdio, habitualmente avaliada através da diminuição da FEVE. Este tipo de disfunção está frequentemente associado a patologias como o EAM, miocardiopatia dilatada e a sobrecarga de volume crónica, fatores que contribuem para o enfraquecimento progressivo e a dilatação da parede ventricular (McMurray & Pfeffer, 2005).

Por outro lado, a disfunção diastólica refere-se a uma alteração no relaxamento e na complacência ventricular, comprometendo o enchimento ventricular durante a diástole, apesar da manutenção de uma FEVE preservada. Esta condição é comum em doentes com hipertrofia ventricular esquerda (HVE), HTA crónica ou doença cardíaca restritiva (Paulus & Tschöpe, 2013).

Ambos os tipos de disfunção podem culminar em IC, sendo cada vez mais reconhecido o papel da disfunção ventricular esquerda com fração de ejeção preservada como uma entidade clínica distinta, sobretudo em populações idosas e com múltiplas comorbilidades (Owan et al., 2006).

As alterações da função ventricular esquerda manifestam-se clinicamente através de sintomas como dispneia ao esforço, fadiga e intolerância ao exercício; e em estadios mais avançados, sinais de congestão pulmonar. Neste contexto, a avaliação da função ventricular esquerda, particularmente através do ETT, assume um papel fundamental na caracterização da fisiopatologia subjacente, na definição da estratégia terapêutica e na monitorização da evolução clínica dos doentes com patologia cardíaca, em especial aqueles com IC (Lang et al., 2015; Nagueh et al., 2016).

Várias metodologias têm sido desenvolvidas e aplicadas com o objetivo de avaliar a função ventricular esquerda, destacando-se entre elas o modo M, a ecocardiografia bidimensional (2D), a ecocardiografia tridimensional (3D) e a técnica de *Global longitudinal strain* (GLS). Cada uma destas técnicas apresenta vantagens e limitações específicas, sendo a sua escolha determinada pelo contexto clínico e pela disponibilidade de recursos tecnológicos (Lang et al., 2015).

O modo M (modo movimento) é uma das primeiras técnicas utilizadas na avaliação da função cardíaca. Trata-se de uma abordagem unidimensional em que o

feixe de ultrassom é dirigido para uma única linha do VE, permitindo a medição do diâmetro e da espessura das suas paredes durante o ciclo cardíaco. Embora seja uma técnica simples e amplamente disponível, o modo M possui limitações, como a dificuldade em avaliar de forma precisa a função global do VE, especialmente em casos de geometria complexa ou de sobrecarga ventricular (Lang et al., 2015).

A FEVE é um dos principais parâmetros usados para diagnosticar e avaliar a gravidade da IC, assim como a resposta ao seu tratamento, sendo, por isso, uma medição fundamental na avaliação da função ventricular. Define-se como a percentagem do volume de sangue que é ejetado do VE a cada contração do coração em relação ao volume total de sangue presente no ventrículo ao final do preenchimento (diástole) (Biering-Sørensen et al., 2017; Lang et al., 2015; Tomoaia et al., 2021). É calculada segundo a seguinte fórmula: $FEVE = (\text{volume diastólico final} - \text{volume sistólico final}) / \text{volume diastólico final}$ (Lang et al., 2015).

Valores de FEVE entre 52–72% (género masculino) e entre 54–74% (género feminino) estão dentro da normalidade, indicando uma função cardíaca saudável. No entanto, uma FEVE normal não exclui problemas como a IC diastólica (Lang et al., 2015). Uma FEVE de 41–51% (género masculino) e 41–53% (género feminino) é classificada como ligeiramente diminuída, o que pode sugerir disfunção do VE, como IC sistólica. Uma FEVE moderadamente reduzida, situada entre 30–40% (em ambos os géneros), é frequentemente indicativa de IC significativa ou de lesão do miocárdio. Valores de FEVE < a 30% (em ambos os géneros) são classificados como gravemente reduzidos, sendo que a gravidade da disfunção cardíaca tende a aumentar proporcionalmente à diminuição da FEVE (Lang et al., 2015).

A ecocardiografia 2D é uma das técnicas mais comuns na avaliação da função do VE, permitindo a visualização em tempo real da anatomia e função cardíaca. Utilizando imagens planas, a ecocardiografia 2D permite a obtenção de medidas precisas das dimensões do VE, como o diâmetro diastólico e sistólico, a espessura das paredes e o volume ventricular. A partir destas medidas, é possível calcular a FEVE, que é amplamente utilizada como indicador da função ventricular global. A principal limitação da ecocardiografia 2D é a sua dependência de uma boa janela acústica e da experiência do operador, uma vez que a qualidade das imagens pode

ser influenciada por fatores como a anatomia do doente e a presença de doenças pulmonares (Lang et al., 2015).

Abordagens mais recentes, como a ecocardiografia 3D e o GLS, oferecem vantagens significativas. A ecocardiografia 3D representa um avanço significativo em relação à ecocardiografia 2D, pois permite a visualização mais precisa e detalhada da anatomia do VE, incluindo a forma e o volume ventricular, que é particularmente útil na determinação do volume sistólico e da fração de ejeção de forma mais precisa. Utilizando técnicas avançadas de reconstrução de imagens, a ecocardiografia 3D pode proporcionar uma avaliação mais real da função ventricular, especialmente em doentes com geometria ventricular irregular. No entanto, esta técnica ainda se vê limitada pela disponibilidade de equipamentos especializados e pela maior complexidade do exame em comparação com as técnicas 2D (Bernard et al., 2017; Sugimoto et al., 2017).

Apesar de a FEVE continuar a ser uma das medições mais importantes para avaliar a gravidade e o prognóstico de doentes com DAC, IC ou outras condições cardíacas, este parâmetro pode não detetar alterações precoces na função ventricular, especialmente em casos em que o ventrículo ainda consegue compensar a diminuição da sua função. Por isso, a utilização do GLS tem-se mostrado muito vantajosa, sendo particularmente útil na avaliação da função cardíaca de forma mais detalhada, precisa e sensível, em comparação com a FEVE, especialmente em fases iniciais ou subclínicas, permitindo detetar precocemente alterações na função ventricular, antes que haja uma diminuição significativa da FEVE (Biering-Sørensen et al., 2017; Sugimoto et al., 2017; Tomoaia et al., 2021).

O GLS é uma medida quantitativa utilizada para avaliar a deformação das paredes dos ventrículos durante o ciclo cardíaco. Analisa o comportamento das fibras musculares durante a contração, tendo a capacidade de detetar alterações regionais na função do ventrículo, ajudando a identificar áreas com disfunção. Além disso, o GLS pode ser obtido por ecocardiografia 2D, com uma análise mais detalhada da mecânica do VE em comparação com a fração de ejeção tradicional (Biering-Sørensen et al., 2017; Lang et al., 2015; Plana et al., 2009; Tomoaia et al., 2021).

Esta medição é expressa em termos percentuais e, geralmente, valores negativos indicam a contração normal das paredes ventriculares durante a sístole (ocorre uma deformação negativa ou uma redução no comprimento da parede ventricular, o que é normal durante a contração), enquanto que valores mais próximos de zero ou positivos sugerem uma contração anormal ou disfunção ventricular (como ocorre nos casos de IC ou isquemia) (Biering-Sørensen et al., 2017; Lang et al., 2015; Tomoaia et al., 2021).

Na ecocardiografia 2D, o GLS descreve a alteração relativa do comprimento do miocárdio do VE entre o final da diástole e o final da sístole, sendo calculado segundo a seguinte fórmula: $GLS \text{ (em percentagem)} = ((\text{comprimento miocárdico no final da sístole} - \text{comprimento miocárdico no final da diástole})) / \text{comprimento miocárdico no final da diástole}$ (Lang et al., 2015; Sugimoto et al., 2017).

Assim, a avaliação da função ventricular por GLS é mais sensível em comparação com a FEVE, uma vez que deteta alterações precoces na função ventricular. Mesmo quando a FEVE ainda está dentro dos valores normais, alterações no GLS podem indicar uma diminuição da função contrátil do ventrículo, o que pode ser um sinal precoce de DAC, IC ou outras condições cardíacas, como as cardiomiopatias. Além disso, é uma ferramenta útil para acompanhar doentes após tratamentos como a quimioterapia (que pode afetar a função ventricular) ou após um EAM. No entanto, a técnica requer uma boa qualidade de imagem e a utilização de softwares especializados, o que pode representar uma limitação em centros com recursos mais limitados (Biering-Sørensen et al., 2017; Sugimoto et al., 2017; Tomoaia et al., 2021).

2.3.1 A função ventricular esquerda e o exercício

O VE tem um papel crucial na função CV e no desempenho físico, sendo responsável por bombear o sangue oxigenado para a circulação sistémica. Quando há uma disfunção do VE, a capacidade de exercício é prejudicada, o que pode levar a sintomas como dispneia, edema, fadiga e diminuição da resistência física. Além disso, um VE comprometido pode contribuir para complicações CV mais graves, como a IC congestiva (Fonseca et al., 2017; Hambrecht et al., 1998; McDonagh et al., 2022; Ponikowski et al., 2016; Silva, Sá, & Leal, 2019; SPC, 2025).

Quando a função do VE se encontra preservada, o coração mantém a sua capacidade de ejeção eficaz do volume sistólico, assegurando uma perfusão adequada dos tecidos. Esta eficiência hemodinâmica é essencial para a manutenção de uma boa capacidade de exercício, permitindo que o organismo receba a quantidade adequada de O₂ e nutrientes durante a atividade física, o que favorece o desempenho físico e a resistência ao esforço. Contudo, quando a função do VE se encontra comprometida, como em situações de IC ou DCI, a capacidade do coração para ejetar volume sanguíneo de forma eficiente está diminuída. Esta disfunção resulta numa perfusão tecidual inadequada durante o esforço físico, manifestando-se clinicamente por fadiga e intolerância ao exercício, o que compromete significativamente a capacidade funcional e, conseqüentemente, a qualidade de vida do doente. Desta forma, doentes com IC (causada por um VE disfuncional) frequentemente apresentam baixa tolerância ao exercício (Fonseca et al., 2017; Hambrecht et al., 1998; McDonagh et al., 2022; Ponikowski et al., 2016; Silva, Sá, & Leal, 2019; SPC, 2025).

Nos doentes com a função ventricular esquerda comprometida, é de realçar que os programas de RC têm mostrado benefícios significativos. A prática regular de exercício físico supervisionado ajuda a melhorar a capacidade de resistência, reduzir sintomas e aumentar a tolerância ao esforço. Mesmo com a função ventricular esquerda reduzida, o exercício pode promover adaptações fisiológicas que ajudam o coração a funcionar de forma mais eficiente, melhorando a oxigenação e a circulação no organismo. A longo prazo, contribui para a melhoria da qualidade de vida e reduz o risco de reinternamentos hospitalares (Abreu et al., 2018; Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Ohara et al., 2022; Rauch et al., 2016; Zoroufian et al., 2012).

Zahedi e Shirmohammadi (2022) investigaram os efeitos das sessões de um programa de RC na função ventricular esquerda em doentes submetidos a ICP primária e observaram uma melhoria significativa na função ventricular esquerda após a RC. Os resultados demonstraram que as sessões de RC conduziram a uma melhoria significativa da função do VE, com um aumento médio da FEVE de 42,41% para 46,11% ($p = 0,003$). Esta melhoria foi particularmente evidente em doentes do género masculino e com idade inferior a 60 anos.

Num estudo realizado em 2023, foi avaliado o impacto do exercício físico na mecânica de contração do VE em doentes que sofreram um EAM, onde se constatou que a prática de atividade física, quando bem orientada, constitui uma intervenção valiosa na reabilitação destes doentes: não só melhora a função ventricular esquerda, como também contribui para a prevenção da progressão da IC. Além disso, os dados sugerem que o exercício pode resultar em melhorias significativas na função sistólica e diastólica do VE, tornando-o mais eficiente no bombeamento do sangue durante o esforço. Consequentemente, a prescrição de programas de RC na recuperação após EAM oferece evidências de que o exercício controlado pode melhorar a função cardíaca e favorecer a adaptação do VE (Lima et al., 2023).

A nível estrutural, diversos estudos demonstraram que há uma remodelagem do VE associada à diminuição dos volumes telediastólicos e telessistólicos, o que está relacionado com uma melhoria da capacidade de exercício. Essa remodelagem, juntamente com a redução e adaptação das cavidades cardíacas promovidas pelo treino físico na RC, tem um impacto significativo na redução da mortalidade CV em doentes com DAC e após EAM (Aimo et al., 2019; Leancă et al., 2022).

A RC assume, assim, um papel fundamental na otimização da função CV e na melhoria do desempenho físico. Existem evidências robustas de que o treino físico induz adaptações fisiológicas ao nível cardíaco, traduzindo-se em melhorias no retorno venoso, aumento da eficiência da função contrátil e redução da sobrecarga cardíaca, o que, em conjunto, contribui para uma melhoria significativa da capacidade funcional (Aimo et al., 2019; Haykowsky et al., 2011; McGregor et al., 2016; Leancă et al., 2022; Zhang et al., 2016).

2.4 A função ventricular direita

A função ventricular direita está intrinsecamente associada à sua capacidade de ejetar sangue para a circulação pulmonar. O VD é estruturalmente diferente do VE, possuindo uma parede mais fina, sendo por isso, mais suscetível aos efeitos adversos de aumentos da pressão. Em situações de sobrecarga hemodinâmica, o VD tende a

dilatar-se, o que pode comprometer a sua competência em gerar pressão suficiente para vencer a resistência vascular pulmonar. Esse mecanismo de dilatação e disfunção é exacerbado por alterações no comportamento do miocárdio, como a perda de contratilidade e alterações na fibrose intersticial. Estas alterações estruturais e funcionais comprometem de forma significativa a eficiência do VD e, em última instância, o funcionamento adequado da circulação pulmonar (Hahn et al., 2023; Surkova et al., 2022).

Durante muitos anos, a investigação clínica sobre o EAM tem-se concentrado sobretudo no estudo do VE, desvalorizando o VD. O EAM do VD foi descrito pela primeira vez por Cohn et al, há mais de 45 anos, no entanto, a importância da função do VD não foi inicialmente reconhecida (Femia et al., 2021).

O VD é irrigado majoritariamente pela artéria coronária direita (ACD) e pela ADA. O enfarte do VD é frequentemente uma consequência do enfarte da parede inferior do miocárdio, que ocorre quando o fluxo sanguíneo da ACD é reduzido e/ou interrompido. Embora o enfarte do VE seja mais comum, o enfarte do VD pode ocorrer, geralmente como uma extensão do enfarte do VE ou devido a problemas específicos que afetam a ACD, como a aterosclerose ou o espasmo coronário (Femia et al., 2021).

Apesar de alguns doentes apresentarem uma recuperação favorável a longo prazo, o enfarte do VD está associado a uma elevada morbidade e mortalidade intra-hospitalar, sobretudo devido ao compromisso hemodinâmico, ao risco de choque cardiogénico e à ocorrência de arritmias. Assim sendo, o prognóstico do enfarte do VD depende de vários fatores, incluindo a extensão da lesão, a rapidez do diagnóstico e intervenção terapêutica, bem como a presença de outras comorbilidades CV. A intervenção rápida, com o restabelecimento do fluxo sanguíneo através de ICP ou cirurgia de revascularização miocárdica (CRM), pode melhorar significativamente os desfechos clínicos destes doentes (Femia et al., 2021; Roffi et al., 2016).

A disfunção ventricular direita pode surgir em consequência de múltiplas condições patológicas que interferem na resistência vascular pulmonar, na hemodinâmica da circulação pulmonar ou na contratilidade desta cavidade cardíaca.

Do ponto de vista fisiopatológico, a disfunção do VD encontra-se, na maioria dos casos, associada a um aumento da pós-carga ventricular direita, frequentemente observado em contextos de hipertensão pulmonar, IC esquerda, embolismo pulmonar ou doenças pulmonares crônicas (Hahn et al., 2023; Kolb & Hassoun, 2012; Surkova et al., 2022).

A hipertensão pulmonar constitui uma das principais etiologias da disfunção do VD, ao provocar uma sobrecarga hemodinâmica progressiva que conduz à hipertrofia ventricular direita e, em fases mais avançadas, à falência do VD (Hahn et al., 2023; Rosenkranz et al., 2016; Surkova et al., 2022).

A insuficiência do VE representa igualmente uma causa relevante, contribuindo para o aumento da pressão na circulação pulmonar e para a consequente disfunção do VD. Esta sobrecarga pode originar a dilatação e disfunção do VD, agravando a IC direita (Ponikowski et al., 2016; Rosenkranz et al., 2016).

Adicionalmente, a embolia pulmonar constitui uma causa aguda de sobrecarga do VD, devido ao aumento súbito da resistência vascular pulmonar, podendo resultar em falência ventricular direita, hipotensão arterial e choque (Ajah, 2024; Cho et al., 2014). Por sua vez, as doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC) e outras doenças pulmonares intersticiais promovem uma sobrecarga crônica do VD, sobretudo em consequência da hipoxemia persistente e da inflamação vascular, conduzindo a alterações estruturais, como hipertrofia e dilatação, que podem evoluir para insuficiência ventricular direita. (Galiè et al., 2016; Kolb & Hassoun, 2012).

Deste modo, a avaliação da função do VD assume um papel fundamental na abordagem clínica de diversas patologias CV, nomeadamente em patologias como IC, hipertensão pulmonar e cardiopatias congénitas. Com efeito, o VD desempenha um papel crucial na circulação pulmonar e a sua disfunção está frequentemente associada a um prognóstico desfavorável em doentes com patologia cardíaca. Face ao impacto significativo da função do VD na saúde CV, a sua avaliação adequada é essencial para o seguimento e estratificação do prognóstico destes doentes. Para tal, diversas metodologias têm sido desenvolvidas ao longo dos anos, incluindo a avaliação da TAPSE, a velocidade sistólica do anel tricúspide (S' tric ou onda S`), a ecocardiografia 3D e o GLS do VD, através do ETT (Lang et al., 2015).

A TAPSE é uma medida simples e amplamente utilizada para avaliar a função sistólica do VD. É avaliada através do ETT, em modo M, com o cursor alinhado de forma otimizada ao longo da direção do anel lateral tricúspide na janela apical de 4 câmaras. Esta medida tem vindo a ser validada como um indicador da função global do VD, sendo frequentemente utilizada na monitorização de condições como IC direita e hipertensão pulmonar (Bursi et al., 2007). Embora possam existir variações nos valores da TAPSE, consoante o género e a superfície corporal do doente, em geral, um valor de TAPSE \geq a 17mm é considerado normal e $<$ a 17 mm é altamente sugestivo de disfunção sistólica do VD (14 a 17 mm é classificada como ligeira, 10 a 13 mm moderada e $<$ 10 a mm severa) (Hahn et al., 2023; Lang et al., 2015; Surkova et al., 2022). A principal vantagem da TAPSE reside na sua simplicidade e na sua aplicabilidade clínica. Contudo, a técnica apresenta algumas limitações, nomeadamente no que respeita à sua sensibilidade a alterações dinâmicas da função ventricular, o que pode comprometer a sua precisão em determinadas situações (Bursi et al., 2007; Hahn et al., 2023; Lang et al., 2015; Surkova et al., 2022).

A velocidade sistólica do anel tricúspide, ou onda S', é uma técnica que quantifica a velocidade do pico sistólico do anel tricúspide utilizando o Doppler tecidual pulsado (cm/s), que é obtido através de janela apical. Para tal, deve-se alinhar paralelamente o Doppler com a excursão longitudinal da parede livre do VD através da janela apical de 4 câmaras. Uma velocidade de onda S' \geq 9,5 cm/s é considerada normal e $<$ a 9,5 cm/s, medida na parede livre, indica disfunção sistólica do VD (Lang et al., 2015). A onda S' tem demonstrado ser um indicador precoce de disfunção do VD, especialmente em doentes com hipertensão pulmonar e IC direita (Zoghbi et al., 2017) e proporciona uma avaliação mais precisa da função do VD em comparação com a TAPSE, uma vez que permite detetar alterações subtis na função ventricular. Contudo, a sua precisão depende da qualidade das imagens adquiridas e da experiência do operador (Hahn et al., 2023; Lang et al., 2015; Surkova et al., 2022).

A ecocardiografia 3D tem-se afirmado como uma ferramenta valiosa na avaliação da morfologia e função do VD, revelando progressos significativos ao longo da última década. Esta técnica permite uma visualização mais precisa e abrangente da geometria complexa do VD, possibilitando uma quantificação mais fiável e

detalhada do seu volume e função em comparação com a ecocardiografia 2D (Seo et al., 2020).

A utilização da ecocardiografia 3D tem demonstrado particular utilidade na caracterização da disfunção ventricular direita, nomeadamente em contextos clínicos como a cardiomiopatia dilatada e patologias pulmonares crónicas. Não obstante os seus benefícios, a técnica apresenta algumas limitações, entre as quais se destacam equipamentos com elevada resolução e a dificuldade na aquisição de imagens de qualidade em doentes com alterações pulmonares graves (Dutta & Aronow, 2017; Seo et al., 2020).

Já o GLS do VD é uma abordagem moderna baseada na avaliação do movimento das fibras miocárdicas, através da ecocardiografia com *speckle tracking* e deve ser medido utilizando o corte apical 4 câmaras. Esta técnica permite quantificar a deformação do miocárdio do VD durante o ciclo cardíaco, proporcionando uma medida mais sensível da função do VD, em comparação com os métodos convencionais, como a TAPSE e a velocidade sistólica do anel tricúspide (Onda S') (Hahn et al., 2023; Lang et al., 2015; Surkova et al., 2022). O GLS tem demonstrado um grande valor na avaliação da disfunção do VD em várias condições clínicas, como IC direita e cardiopatias congénitas. A sua principal limitação reside na sua dependência da qualidade das imagens ecocardiográficas, bem como na necessidade de software especializado para a sua análise (Bernard et al., 2017; Lang et al., 2015).

O uso combinado destas metodologias pode proporcionar uma avaliação mais abrangente da função do VD, permitindo um diagnóstico mais preciso e uma melhor monitorização terapêutica.

2.4.1 A função ventricular direita e o exercício

A função do VD, anteriormente considerada “secundária”, tem mostrado ser crucial para a saúde CV, com impacto significativo no prognóstico, morbilidade e mortalidade de doentes com diversas condições cardiovasculares (DCI, IC crónica e hipertensão pulmonar) (Apostolakis & Konstantinides, 2012; Motoki et al., 2014; Slijvic et al., 2018; Tajima et al., 2019).

O VD pode ser avaliado através de diferentes exames de diagnóstico, como o ETT, a ressonância magnética cardíaca ou a tomografia computadorizada, sendo que o ETT é o exame de eleição para a avaliação da estrutura e função ventricular direita (Apostolakis & Konstantinides, 2012; Buechel & Mertens, 2012; Guazzi & Borlaug, 2012; Lang et al., 2015; Sljivic et al., 2018; Vachiéry et al., 2019).

Quando a função ventricular direita está comprometida, há uma redução na eficiência dessa circulação, o que pode levar a vários efeitos adversos, tanto a nível CV como na qualidade de vida do doente: menor tolerância ao exercício, aumento do risco de eventos cardiovasculares graves, diminuição da qualidade de vida e aumento do número de hospitalizações (Sano et al., 2018; Sljivic et al., 2018).

Em 2022, Ohara et al. utilizaram a TAPSE como parâmetro de avaliação da função ventricular direita e concluíram que valores reduzidos de TAPSE estão associados a disfunção ventricular direita, a qual se correlaciona com uma menor capacidade de exercício. Por outro lado, doentes com valores elevados de TAPSE apresentam uma função ventricular direita preservada, o que se traduz numa melhor aptidão funcional. Importa ainda referir que estes doentes tendem a evidenciar uma melhoria mais acentuada da capacidade de exercício após a participação em programas de RC, em comparação com aqueles com valores de TAPSE mais baixos (Ohara et al., 2022).

Em 2023, Guzman-Ramirez et al avaliaram a associação entre a função do VD e a tolerância ao exercício em 109 doentes com EAMSST submetidos a um programa de RC de 16 sessões e concluíram que a disfunção do VD está associada a uma menor tolerância ao exercício e que existe uma correlação significativa entre a disfunção do VD e os equivalentes de pico de VO_2 (pVO_{2eq}) iniciais e finais, bem como na diferença de pVO_{2eq} (Guzman-Ramirez et al., 2023).

No entanto, embora existam muitos estudos sobre os efeitos da RC na função ventricular esquerda, sabe-se ainda pouco sobre o impacto da RC na função ventricular direita. Dada a importância da função do VD na saúde CV global, torna-se crucial estudar os efeitos da RC na função ventricular direita, particularmente em doentes após EAM.

2.5 Consequências secundárias do EAM

As consequências secundárias resultantes de um EAM podem ser amplas e variadas influenciadas pela gravidade, localização da lesão miocárdica, tratamento instituído e comorbilidades do doente. Estas repercussões não se limitam à função cardíaca, podendo estender-se a outras partes do corpo. De salientar, que quanto mais precocemente for iniciado o tratamento, nomeadamente a desobstrução da artéria coronária, menor será a extensão do dano causado no miocárdio e o risco de sequelas a longo prazo (Ibanez et al., 2018).

Entre as complicações mais frequentes após um EAM destacam-se a disfunção miocárdica, a IC, o aparecimento de arritmias ou distúrbios da condução elétrica, as complicações mecânicas (rutura do septo interventricular, rutura dos músculos papilares ou formação de aneurismas) e a pericardite (Cleland et al., 2005; Ibanez et al., 2018).

A lesão miocárdica decorrente do EAM pode enfraquecer o músculo cardíaco, comprometendo a sua capacidade contrátil e evoluindo frequentemente para IC. Esta, constitui uma das consequências mais relevantes do EAM e ocorre quando o coração perde a capacidade de bombear sangue de forma eficaz, devido à destruição do tecido miocárdico. Uma complicação particularmente significativa é a DSVE, que resulta da diminuição da capacidade de ejeção do sangue pelo ventrículo lesionado, com conseqüente redução do débito cardíaco e que pode desencadear o desenvolvimento de IC sintomática (Ibanez et al., 2018).

Embora menos valorizado, o VD desempenha também um papel determinante na evolução clínica após EAM. A sua disfunção está associada a um impacto significativo na morbidade e mortalidade de doentes com IC congestiva, arritmias, DAC, hipertensão pulmonar e até morte súbita cardíaca. Quando comprometido, o VD pode afetar de forma crítica o enchimento ventricular e a perfusão sistémica, agravando substancialmente o prognóstico clínico. Neste contexto, Kim et al. (2016) demonstraram que uma função ventricular direita diminuída está associada a uma redução da capacidade de exercício, fator fortemente ligado à qualidade de vida e ao desfecho clínico nestes doentes.

A literatura tem demonstrado que a diminuição dos volumes sistólicos e

diastólicos na remodelagem do VE, estão associados a uma melhoria da capacidade do exercício (McGregor et al., 2016; van de Heyning et al., 2018). Esta remodelação favorável tem sido amplamente promovida através do exercício físico orientado no âmbito dos programas de RC, especialmente em doentes com DAC e após um EAM, contribuindo para uma recuperação funcional mais eficaz (Haykowsky et al., 2011; McGregor et al., 2016).

Os danos provocados nas células que conduzem os impulsos elétricos do coração, dão origem à ocorrência de arritmias cardíacas: arritmias supraventriculares (mais frequente episódios de fibrilhação auricular (FA)), arritmias ventriculares (taquicardia ventricular ou fibrilhação ventricular), bradicardia sinusal ou BAV (Ibanez et al., 2018).

Outras das consequências são as complicações mecânicas, que apesar de pouco comuns, são frequentemente fatais ou precedidas pela IC: rutura do músculo cardíaco (em casos graves, o que é uma emergência médica e pode resultar em falência cardíaca ou morte súbita), ou aneurisma cardíaco (após um EAM, uma parte do músculo cardíaco pode enfraquecer e/ou dilatar, formando um aneurisma, e levar a complicações, como coágulos sanguíneos/ trombos e aumento do risco IC, AVC ou embolia pulmonar) (Ibanez et al., 2018; Timmis et al., 2020; Thygesen et al., 2012).

Após um EAM, a inflamação do pericárdio pode ocorrer, levando a pericardite aguda. Em alguns casos, se a inflamação persistir ou se for muito grave, pode evoluir para pericardite constrictiva, onde o pericárdio se torna espesso e rígido, afetando o correto funcionamento do coração (Ibanez et al., 2018).

O comprometimento da função renal deve-se à IC ou à diminuição do fluxo sanguíneo para os rins após um EAM, o que pode afetar a função renal, levando a casos de insuficiência renal aguda (Ibanez et al., 2018).

Os problemas psicológicos, estados de ansiedade, stress ou depressão, por vezes ocorrem nestes doentes, que enfrentam uma série de desafios emocionais, devido ao impacto psicológico do EAM e ao medo de novos episódios (Abreu et al., 2018; Ambrosetti et al., 2021; Ibanez et al., 2018).

Estas consequências secundárias dependem da gravidade e da extensão da

lesão miocárdica provocada pelo EAM, sendo por isso imprescindível o tratamento e acompanhamento médico adequado para minimizar os riscos e as complicações após um EAM e melhorar a saúde cardíaca a longo prazo, como por exemplo a prescrição de programas de RC, fundamentais para a recuperação do doente (Haykowsky et al., 2011; Ibanez et al., 2018; McGregor et al., 2016).

2.6 O *remodeling* dos ventrículos após EAM

Após um EAM, uma parte do músculo cardíaco morre devido à falta de suprimento sanguíneo (isquemia), e o tecido necrosado é substituído por tecido cicatricial, que não é contrátil e, por isso, não contribui para a função de bombeamento do coração. Este processo desencadeia o denominado *remodeling* ventricular – uma resposta adaptativa estrutural e funcional do miocárdio à lesão. Envolve alterações na geometria, espessura e composição do miocárdio, inicialmente com o objetivo de preservar a função cardíaca. Contudo, quando persistente ou excessivo, este processo pode tornar-se mal adaptativo, contribuindo para a disfunção ventricular progressiva, para o desenvolvimento de IC e aumento do risco de arritmias (Cleland et al., 2005; Ibanez et al., 2018; Weir & McMurray, 2006).

Entre as principais consequências do *remodeling* ventricular destaca-se a dilatação do VE, que ocorre como um mecanismo compensatório para manter o débito cardíaco face à perda da função contrátil do tecido lesado. No entanto, esta dilatação tende a ser ineficaz a longo prazo, conduzindo à diminuição da capacidade do coração para bombear sangue de forma adequada. Como resultado, pode verificar-se uma redução significativa do débito cardíaco, comprometendo a perfusão dos órgãos e tecidos e contribuindo para o desenvolvimento de IC. Em casos mais severos, esta dilatação pode originar um aneurisma ventricular, o que aumenta substancialmente o risco de embolia pulmonar ou AVC (Ibanez et al., 2018; Timmis et al., 2020; Thygesen et al., 2012).

Paralelamente, as alterações morfológicas no miocárdio decorrentes do *remodeling* ventricular podem afetar a condução elétrica do coração, aumentando o

risco de arritmias potencialmente fatais, como taquicardias ventriculares e fibrilhação ventricular (Ibanez et al., 2018). Estas alterações eletrofisiológicas resultam, em parte, da reorganização estrutural do VE, que tende a assumir uma forma mais esférica ou alongada, prejudicando a eficiência da função contrátil. Esta transformação ocorre devido à perda de tecido muscular funcional e ao enfraquecimento das paredes ventriculares (Cleland et al., 2005; Weir et al., 2006; Weir & McMurray, 2006).

Uma alteração frequentemente observada durante o *remodeling* ventricular é o espessamento compensatório das áreas saudáveis do VE. Este mecanismo ocorre quando as zonas não afetadas procuram compensar a perda de função contrátil nas áreas lesadas, através do aumento da sua espessura muscular. No entanto, esta resposta adaptativa nem sempre é eficaz, podendo comprometer a função global do ventrículo e contribuir para a progressão da disfunção cardíaca (Cleland et al., 2005; Weir et al., 2006; Weir & McMurray, 2006). Adicionalmente, a zona lesada do miocárdio é progressivamente substituída por tecido cicatricial não contrátil (fibrose), que não tem capacidade de contrair como o tecido muscular saudável, o que por sua vez irá diminuir a capacidade de contração do ventrículo e levar a IC (Ibanez et al., 2018; Timmis et al., 2020; Thygesen et al., 2012). O *remodeling* ventricular pós-enfarte é uma causa comum de IC, com uma prevalência que pode atingir até 30% dos doentes que sofreram EAM da parede anterior e cerca de 17% nos doentes com EAM não anterior. Este processo pode resultar em alterações estruturais e funcionais no coração, afetando a sua capacidade de bombeamento e aumentando o risco de IC a longo prazo (Aimo et al. 2019; Leancă et al., 2022).

O *remodeling* ventricular pode ser dividido em duas fases: a fase aguda, que ocorre de imediato após o EAM e a fase crónica, que surge algum tempo depois (Aimo et al. 2019; Leancă et al., 2022).

Durante a fase aguda há um aumento do volume ventricular devido à dilatação e à perda da função contrátil da área afetada. A estrutura do ventrículo também se altera devido à formação de tecido necrosado no local do enfarte. O coração tenta adaptar-se à perda do tecido saudável, mas essa adaptação muitas vezes não é suficiente para manter a função cardíaca normal (Aimo et al. 2019; Leancă et al., 2022).

Já na fase crónica, o *remodeling* continua com a dilatação progressiva do ventrículo, o que pode resultar em várias complicações. A formação de aneurismas ventriculares é uma dessas complicações, em que uma parte da parede do ventrículo enfraquecida se dilata, criando uma bolsa de tecido que pode afetar a eficiência do bombeamento do coração. A função cardíaca pode deteriorar ao longo do tempo, o que pode levar ao desenvolvimento de IC. Embora o espessamento da parede ventricular (hipertrofia) possa ocorrer como uma tentativa do coração de compensar a perda de função, nem sempre é eficaz na restauração de uma função normal do ventrículo. De facto, o coração pode continuar a ter dificuldades no bombeamento do sangue de forma eficiente, resultando num quadro clínico progressivo de IC (Aimo et al., 2019; Leancă et al., 2022).

O tratamento adequado, que pode incluir terapêutica farmacológica, terapias invasivas e mudanças no estilo de vida, é fundamental para controlar esse processo e melhorar o prognóstico dos doentes após um EAM (Ibanez et al., 2018; Roffi et al., 2016).

Neste sentido, a RC tem um papel importante no processo de *remodeling* ventricular, especialmente em doentes com IC ou após eventos cardíacos agudos, como o EAM. O objetivo destes programas é melhorar a capacidade funcional do doente, reduzir os sintomas e prevenir complicações a longo prazo, ajudando no processo de *remodeling* ventricular ao reduzir a sobrecarga ventricular, melhorar a sua função e prevenir o agravamento da IC. A intervenção precoce e bem supervisionada pode minimizar os efeitos negativos do *remodeling* ventricular e até reverter algumas das alterações cardíacas estruturais, melhorando a qualidade de vida do doente e a sua capacidade de realizar atividades do seu quotidiano (Abreu et al., 2018; Haykowsky et al., 2011; McGregor et al., 2016).

Zhang et al. (2016) demonstraram que as alterações associadas ao *remodeling* ventricular esquerdo são mais significativas quando os programas de RC são iniciados precocemente, ainda na fase aguda após um EAM. Em consonância com estes achados, as diretrizes da SEC de 2020, relativas à cardiologia desportiva e ao exercício físico em doentes com DCV, recomendam que os doentes sejam encaminhados para um programa de RC precoce, com duração entre 8 a 12 semanas

após uma SCA, com o objetivo de reduzir a mortalidade CV e a taxa de reinternamentos hospitalares (Pelliccia et al., 2021; Zhang et al., 2016).

3. Métodos

3.1 Desenho do estudo

O presente estudo consistiu num estudo observacional e retrospectivo não aleatório que teve por base a análise de dados previamente recolhidos no programa da Unidade de RC da ULSRA - Hospital Infante D. Pedro, em Aveiro, no Serviço de Cardiologia.

Foram definidos 2 grupos de estudo: um grupo de intervenção que ingressou no programa de RC fase II da ULSRA e um grupo de controlo que não ingressou em qualquer programa de RC, ambos com seguimento em consulta de risco CV. O grupo de intervenção foi composto por doentes de ambos os géneros, após a ocorrência de um evento coronário agudo ou por IC crónica, com FEVE < 50% e que integraram o programa de RC fase II da ULSRA entre setembro de 2021 e dezembro de 2024. O programa durou 12 semanas, envolvendo exercício combinado (aeróbio, anaeróbio e força), prescrito com base na PECP previamente realizada, e supervisionado por profissionais especializados, estando sempre presente no ginásio um médico cardiologista. Todos os doentes tiveram ainda sessões psicoeducativas sobre alimentação saudável, prática regular de exercício físico, gestão do stress e ansiedade, sexualidade e pressão arterial.

Os dados dos doentes foram avaliados em dois momentos: antes da RC, momento 1 (M1) e após as 12 semanas das sessões de RC, momento 2 (M2). Foi realizado, para cada doente, a recolha e análise dos dados demográficos (número do processo hospitalar, idade e género), antropométricos (peso, altura, IMC e superfície corporal), FRCV e comorbilidades e dados clínicos, através da análise dos valores dos resultados obtidos no ETT, na PECP com avaliação do consumo de O₂ e nas análises sanguíneas para avaliação específica do NT-proBNP. A tabela 1 apresenta as variáveis ecocardiográficas e da PECP a avaliar neste estudo.

Relativamente ao NT-proBNP, para ser realizada a correlação entre as outras variáveis, os valores foram categorizados com a condição de “alterado” ou “não alterado”, de acordo com os valores de referência ajustados à idade dos doentes.

Para tal, foi seguida a orientação da *European Society of Cardiology* (ESC) contida nas guidelines de 2021 para o diagnóstico e tratamento de IC aguda e crónica (McDonaght et al., 2021) que indicam que valores > a 450 pg/mL são sugestivos de IC aguda em doentes com menos de 50 anos. Em doentes com idades compreendidas entre os 50 e os 75 anos, o valor de corte é de 900 pg/mL, e para os maiores de 75 anos, o limiar é de 1800 pg/mL

Tabela 1 - Variáveis ecocardiográficas e da PECP recolhidas no M1 e no M2

ETT (M1 e M2)	PECP (M1 e M2)
Espessura SIV (mm)	VO ₂ pico (ml/Kg/min)
Espessura PP (mm)	VO ₂ previsto (%) e VO ₂ previsto (L/min)
IMVE (g/m ²)	Carga (W)
VDVEi (ml/r)	VO ₂ VT1 (%) e VO ₂ VT1 (ml/Kg/min)
VSVEi (ml/r)	Declive VE/VCO ₂
VoIAE (ml/m ²)	Pulso O ₂ máximo (mL)
FEVE (%)	RER
Onda S' (m/s)	FC repouso (bpm)
	FC máxima(bpm)

Nota: Abreviaturas – ETT (Ecocardiograma transtorácico); PECP (Prova de esforço cardiopulmonar); M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; SIV (septo interventricular); PP (parede posterior); IMVE (índice de massa do VE); VDVEi (volume diastólico do VE indexado); VSVEi (volume sistólico do VE indexado); VoIAE (volume da aurícula esquerda); FEVE (fração de ejeção do VE); Onda S' (velocidade sistólica do anel tricúspide); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); VO₂ previsto (conumo máximo de O₂ pevisto); VO₂VT1 (consumo de O₂ no 1º limiar ventilatório); Declive VE/VCO₂ (correlação ventilação minuto/eliminação de CO₂); RER (Respiratory Exchange Ratio); FC (frequência cardíaca)

No que se refere ao grupo de controlo, consideraram-se todos os doentes com as mesmas características demográficas, antropométricas e clínicas que os doentes do grupo de intervenção, mas que não ingressaram no programa de RC – fase II, sendo seguidos na consulta de risco CV. Este grupo foi também avaliado em dois momentos, após o evento coronário agudo ou IC crónica e após 12 semanas do evento, que correspondem ao M1 e M2, do grupo de intervenção, respetivamente, através da avaliação dos resultados obtidos no ETT e das análises sanguíneas para

a avaliação específica do NT-proBNP. Como este grupo não realizou as sessões de RC, não foram realizadas as PECP.

Importa referir que os resultados obtidos tanto no ETT, como na PECP com avaliação do consumo de O₂, foram validados segundo critérios de qualidade e reprodutibilidade por parte do laboratório de ecocardiografia e do gabinete de eletrocardiografia desta instituição. Para além disso, foi assegurada a uniformidade na metodologia na realização de todos os exames, em ambos os momentos avaliados.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o software IBM SPSS® Statistics 30. Após a recolha e codificação dos dados, estes foram inseridos numa base de dados no próprio software, onde foi efetuada a análise das variáveis em estudo. A partir dessa análise, foram obtidos os resultados, os quais foram posteriormente interpretados e discutidos.

3.2 População do estudo

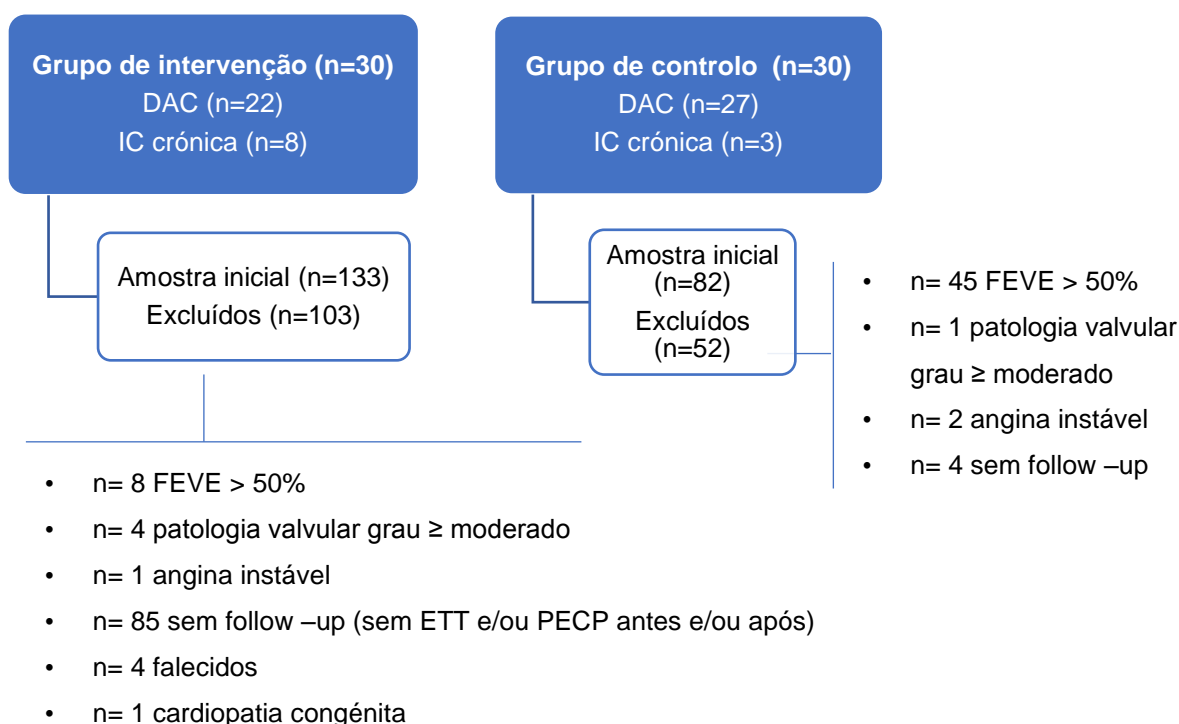
Para a recolha da amostra deste estudo, foram selecionados doentes admitidos consecutivamente no programa de RC – fase II promovido pelo Serviço de Cardiologia da ULSRA, entre setembro de 2021 e dezembro de 2024, na sequência de um internamento por evento coronário agudo ou IC crónica, com FEVE < a 50%.

Foi assim, constituída uma amostra de estudo dividida em dois grupos: um grupo de intervenção e um grupo de controlo. No grupo de intervenção, da amostra inicial de 133 doentes, foram excluídos 103 por não cumprirem os critérios de inclusão, tal como é demonstrado na figura 1. Relativamente ao grupo de controlo, da amostra inicial de 82 doentes, foram incluídos 30 doentes que respeitavam os critérios de inclusão, sendo excluídos 52 doentes. Desta forma, de um total de 60 participantes a serem estudados, 30 foram selecionados para o grupo de intervenção e os restantes integraram o grupo de controlo.

Para além disso, foi realizada a diferenciação entre doentes com DAC (SCA – STEMI e NSTEMI, cardiopatia isquémica e angina estável) e doentes com IC crónica

(incluindo IC congestiva, cardiomiopatia idiopática e miocardiopatia arritmogénica), todos com FEVE < a 50%. Esta diferenciação foi realizada tanto no grupo de intervenção como no grupo de controlo, com o objetivo de avaliar em qual dos grupos clínicos o impacto da intervenção foi mais significativo. Assim sendo, no grupo de intervenção foram incluídos 22 doentes por DAC e 8 por IC crónica. No grupo de controlo, 27 por DAC e 3 por IC crónica.

Figura 1 - Constituição da amostra do estudo



Nota: Abreviaturas: n (número de participantes); DAC (doença arterial coronária); IC (Insuficiência cardíaca); FEVE (Fração de ejeção do ventrículo esquerdo); ETT (Ecocardiograma transtorácico); PECP (Prova de esforço cardiopulmonar)

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos neste estudo todos os doentes com idade ≥ a 18 anos, admitidos consecutivamente no programa de RC fase II promovido pelo serviço de Cardiologia da ULSRA, após um internamento por evento coronário agudo ou IC crónica e com FEVE < a 50%, seguidos em consulta de avaliação de risco CV no

período compreendido entre setembro de 2021 e dezembro de 2024, para execução de PECP com avaliação do consumo de O_2 e definição de parâmetros de exercício, clinicamente estáveis com terapia farmacológica otimizada e sem limitações físicas impeditivas de realização de atividade física. Foram excluídos do estudo, todos os doentes com patologia valvular de grau \geq a moderado, angina instável, patologia osteoarticular e demência.

3.4 Protocolo de exercício do programa de RC da unidade de RC da ULSRA

A RC tem como principal objetivo a recuperação funcional, física e psicológica de doentes com DCV. Para tal, é essencial a implementação de um protocolo de treino personalizado, ajustado à condição clínica e às necessidades específicas de cada doente, tendo em conta a sua capacidade funcional, o tipo de DCV e as comorbilidades associadas.

O doente é inicialmente avaliado na consulta de risco CV e na consulta de Fisiatria de RC. Antes do início do programa de treino, é realizada uma avaliação clínica e fisiológica detalhada, a qual inclui a PECP. Embora todos os parâmetros obtidos nesta avaliação sejam relevantes, destacam-se particularmente o VO_2 pico, o RER, a relação VE/VCO_2 , os equivalentes metabólicos (METs), bem como a determinação dos tempos 1 e 2. Estes dados permitem a personalização do plano de reabilitação, possibilitando a definição adequada da duração e intensidade do treino de acordo com o estado clínico do doente.

O programa de treino cardiovascular é realizado duas vezes por semana, com sessões de 1h30 a 2h de duração, ao longo de 12 semanas (três meses). Durante as primeiras quatro semanas, o foco incide sobre o treino cardiovascular, recorrendo a equipamentos como o tapete rolante, bicicleta ergométrica ou exercícios para os membros superiores. A partir da quinta semana, o protocolo é progressivamente ajustado, integrando exercícios de resistência muscular em conjugação com o treino

cardiovascular. Esta combinação visa não só a melhoria da função cardiovascular, como também a recuperação muscular e o aumento da resistência física.

A escolha do tipo de treino depende da capacidade funcional cardiorrespiratória do doente. Pode optar-se por um treino de carga constante e progressiva ou, nos casos de disfunção cardíaca significativa ou limitações funcionais acentuadas, iniciar-se com treino intervalado. O treino intermitente de alta intensidade é menos frequentemente utilizado neste contexto.

Importa ainda destacar o papel das sessões psicoeducativas integradas na fase II do programa de RC, que desempenham uma função fundamental na promoção de estilos de vida saudáveis. Estas sessões abordam temas como a alimentação equilibrada, a prática regular de exercício físico e a gestão do stress e da ansiedade, procurando não apenas melhorar a saúde cardiovascular, mas também facilitar a adaptação emocional e psicológica do doente ao processo de recuperação. O objetivo é capacitá-lo para a adoção de comportamentos saudáveis que previnam a ocorrência de futuros eventos cardiovasculares. As sessões educativas decorrem semanalmente, abordando temáticas diversas: nutrição, stress e ansiedade, sexualidade, automonitorização da pressão arterial e a prática correta de atividade física.

No final do programa de reabilitação, cada doente recebe um plano de alta individualizado, adaptado às suas condições clínicas, necessidades específicas e contexto socioeconómico. Este plano tem como finalidade assegurar a continuidade dos ganhos obtidos durante o programa de RC, através da manutenção de atividades físicas seguras, sustentáveis e adequadas a longo prazo.

3.5 Análise e tratamento dos dados estatísticos

Neste âmbito as estratégias de análise estatística aplicadas ao nosso estudo dividiram-se em duas fases.

Na primeira fase da análise e tratamento de dados recorreu-se a uma estatística descritiva que permitisse caracterizar os doentes avaliados. As medidas

estatísticas aplicadas foram: análise tabular com recurso a frequências absolutas e relativas, diagramas de barras com a expressão relativa de frequências e ainda medidas de tendência central (média) e de dispersão absoluta (desvio padrão).

Já no que diz respeito à segunda fase, esta centrou-se na componente inferencial. Para a decisão da escolha dos testes de hipóteses, realizou-se uma análise às variáveis do tipo quantitativas (discretas/contínuas) no que diz respeito às Medidas Estatísticas de Forma. Para a avaliação da Assimetria recorreu-se ao coeficiente de Momento de Assimetria de Fisher transformado para valores padronizados da estatística de Z. Quando estávamos presentes de distribuições padronizadas com os valores entre $]-1,96; Z; +1,96[$ a variável assumiria uma distribuição do tipo “simétrica”. Quando o respetivo coeficiente padronizado de $Z \leq -1,96$ a variável teria um comportamento enviesado à esquerda (negativo); na presença de valores $Z \geq +1,96$ a distribuição era do tipo assimétrica positiva. Já ao nível do Achatamento de uma distribuição de valores da variável quantitativa de interesse, recorreu-se ao coeficiente de Momento de Curtose de Fisher que também foi posteriormente transformado numa distribuição padrão de Z. Valores de referência: estamos perante uma distribuição de frequências do tipo “mesocúrtica” quando o respetivo coeficiente se encontrava entre os valores de $]-1,96; Z; +1,96[$. Já quando o coeficiente expressava valores padronizados de $Z \leq -1,96$ assumiu-se que a variável teria um comportamento de valores mais disperso face à unidade de simetria (platicúrtica); quando estávamos perante valores $Z \geq +1,96$ considerou-se que a distribuição era do tipo leptocúrtica. Por fim, no que diz respeito à Aderência à Normal das variáveis quantitativas, recorreu-se ao teste de *Shapiro-Wilk*. A escolha deste teste esteve associada ao tamanho da amostra em k grupos ou do número de informações (medições/ registos) na variável em si. O teste à normal de *Shapiro-Wilk* é adequado para amostras pequenas ($n < 50$). Para suportar este mesmo teste quanto à decisão recorreu-se os diagramas de probabilidades de “*Normal Q-Q Plot*” e “*Detrended Normal Q-Q Plot*”.

Após a avaliação das medidas estatísticas anteriormente referidas, permitiu identificar a aplicação do tipo de testes (paramétricos ou não paramétricos). A escolha de testes paramétricos baseou-se, de forma cumulativa, na avaliação das medidas de

forma acima descritas. O não cumprir das três condições (distribuições do tipo simétricas, mesocúrticas e na presença de distribuição normal) privilegiou-se modelos de testes não paramétricos.

Quanto ao nível da inferência estatística, no que diz respeito à análise uni e bivariada, recorreu-se aos testes de hipóteses de:

- Teste não paramétrico de Qui-quadrado de *Pearson* (Qui-quadrado da Independência) para o estudo da associação entre variáveis de interesse. Para a aplicação deste teste avaliou-se os seguintes pressupostos: $N > 30$, a $P_e(\text{min}) > 1$ e 80% P_e teriam de ser ≥ 5 . Perante a impossibilidade de cumprir estas regras, recorreu-se, em alternativa o teste Exato de *Fisher*.
- Teste *t-Student* para amostras (teste paramétrico) e teste U de *Wilcoxon-Mann-Whitney* (não paramétrico) para a comparação entre dois grupos independentes no que diz respeito às diferenças entre eles quando a variável nuclear é do tipo quantitativa.
- Já perante grupos emparelhados (casos e controlos) recorreu-se ao teste *t-Student* para amostras emparelhadas (teste paramétrico) bem como ao seu equivalente não paramétrico teste T de *Wilcoxon*.
- Já quanto ao estudo da correlação bivariada entre variáveis quantitativas (discretas/contínuas) recorreu-se ao Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson* e a respetiva estimação do Intervalo de Confiança a 95% para o coeficiente em referência. Para apoiar a interpretação deste modelo estatístico recorreu-se ao Diagrama de Dispersão com a estimação da Reta de ajustamento. Os valores de referência para a interpretação da correlação foram os seguintes: forte correlação $r \geq 0,75$; boa correlação $r = [0,5 - 0,75[$; moderada correlação $r = [0,25 - 0,5[$ e baixa correlação $r = [0 - 0,25[$.

Por fim, ao nível da inferência estatística, assumiu-se que os resultados estimados são estatisticamente significativos quando estamos perante o $p\text{-value} \leq 0,05$.

3.6 Ética e conflitos de interesse

A realização deste estudo garantiu o anonimato e a confidencialidade de todos os dados relativos aos participantes incluídos na amostra. A recolha da informação foi efetuada pela investigadora principal, após obtenção de autorização formal da entidade hospitalar (Anexo I). Os dados foram inseridos numa base de dados pseudoanonimizada, acessível apenas à equipa de investigação, não tendo ocorrido qualquer cruzamento de informações que permitisse a identificação dos participantes. Assim, assegurou-se o cumprimento dos princípios da confidencialidade e da proteção de dados pessoais, não tendo sido violado qualquer direito individual.

Toda a informação recolhida teve fins exclusivamente académicos científicos e estatísticos, sem qualquer intuito lucrativo ou comercial. Em publicações científicas subsequentes, não será divulgada qualquer informação que possa identificar os participantes.

Declara-se ainda, que foram cumpridos todos os princípios da Declaração de Helsínquia (*World Medical Association*, 2013) e que não existiram conflitos de interesse por parte dos elementos da equipa de investigação.

4. Resultados

4.1 Descrição da amostra

A amostra do presente estudo foi composta por um total de 60 participantes, distribuídos equitativamente entre o grupo de intervenção (n=30) e o grupo de controlo (n=30), conforme podemos constatar na tabela 2.

Tabela 2 - Características gerais da amostra total, grupo de intervenção e grupo de controlo

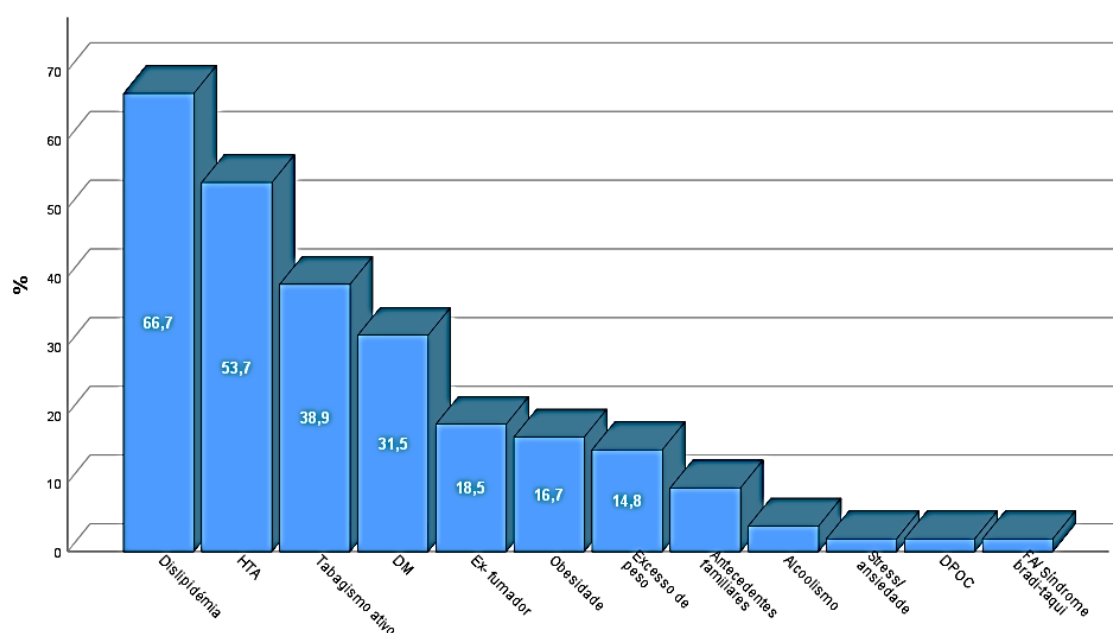
		GRUPO			<i>p</i>
		Intervenção	Controlo	Total	
Masculino	n (%)	24 (80,0)	28 (93,3)	52 (86,7)	0,254
Feminino	n (%)	6 (20,0)	2 (6,7)	8 (13,3)	
Idade	M (DP)	57,80 (10,62)	60,40 (10,59)	59,10 (10,60)	0,346
Peso corporal (Kg)	M (DP)	76,08 (12,42)	81,33 (18,43)	78,71 (15,81)	0,201
Altura (metros)	M (DP)	1,71 (0,09)	1,70 (0,07)	1,70 (0,08)	0,533
IMC (kg/m ²)	M (DP)	25,96 (3,89)	28,04 (5,22)	27,00 (4,68)	0,085
Superfície corporal (m ²)	M (DP)	1,88 (0,18)	1,92 (0,22)	1,90 (0,20)	0,448
DAC	n (%)	22 (73,3)	27 (90,0)	49 (81,7)	0,095
IC crónica	n (%)	8 (26,7)	3 (10,0)	11 (18,3)	

Nota: Teste Exato de Fisher; teste t-Student para amostras independentes. Abreviaturas: n (número de participantes); M (Média); DP (Desvio Padrão); IMC (Índice de massa corporal); DAC (doença arterial coronária); IC (Insuficiência cardíaca)

A análise desta tabela revelou que os grupos são homogêneos em termos demográficos (idade, peso, altura, IMC e superfície corporal), sem diferenças estatisticamente significativas entre eles ($p > 0,05$). No entanto, o grupo de controlo apresentou uma prevalência de DAC mais elevada (90%) em comparação com o grupo de intervenção (73,3%).

O gráfico 1 apresenta a frequência e a percentagem dos principais FRCV identificados entre os participantes do estudo. De referir que cada participante podia apresentar um ou mais fator de risco ou não ter fatores de risco.

Gráfico 1 - Distribuição dos FRCV nos participantes do estudo



Nota: Abreviaturas: FRCV (Fatores de risco cardiovascular); HTA (Hipertensão arterial); DM (Diabetes mellitus); DPOC (Doença pulmonar obstrutiva crónica); FA (Fibrilhação auricular)

O fator de risco mais prevalente foi a dislipidemia, presente em 66,7% dos casos (n=36), seguida da HTA, com 53,7% (n=29) e do tabagismo ativo, com 38,9% (n=21). A diabetes *mellitus* foi identificada em 31,5% dos participantes (n=17), enquanto 18,5% (n=10) referiram ser ex-fumadores.

Outros fatores de risco menos prevalentes incluíram obesidade (16,7%), excesso de peso (14,8%) e antecedentes familiares (9,3%). Registaram-se ainda casos de alcoolismo (3,7%), stress ou ansiedade (1,9%), DPOC (1,9%) e FA /síndrome bradi-taqui (1,9%), conforme o gráfico acima.

A tabela 3 apresenta a distribuição dos principais FRCV pelos dois grupos do estudo (intervenção e controle).

Tabela 3 - Distribuição dos principais FRCV no grupo de intervenção e controle

		GRUPO				Total	p
		Intervenção		Controle			
FRCV		n	% coluna	n	% coluna		
	HTA	13	52,0%	16	55,2%	29	0,438
	Tabagismo ativo	8	32,0%	13	44,8%	21	0,176
	Ex- fumador	6	24,0%	4	13,8%	10	0,488
	Dislipidemia	16	64,0%	20	69,0%	36	0,292
	Obesidade	3	12,0%	6	20,7%	9	0,278
	Excesso de peso	5	20,0%	3	10,3%	8	0,448
	Stress/ ansiedade	1	4,0%	0	0,0%	1	0,313
	Alcoolismo	0	0,0%	2	6,9%	2	0,150
	Diabetes mellitus	5	20,0%	12	41,4%	17	0,045
	Ant. familiares	3	12,0%	2	6,9%	5	0,640
	DPOC	0	0,0%	1	3,4%	1	0,313
	FA / Síndrome bradi-taqui	1	4,0%	0	0,0%	1	0,313
	Total	25		29		54	

Nota: Teste de Qui-quadrado da Independência. Abreviaturas: FRCV (Fatores de risco cardiovascular); n (número de participantes); HTA (Hipertensão arterial); DPOC (Doença pulmonar obstrutiva crônica); FA (Fibrilhação auricular)

À semelhança da análise gráfica anterior, mais uma vez constatamos que a dislipidemia foi o fator de risco mais prevalente em ambos os grupos, afetando 64,0% dos participantes do grupo de intervenção e 69,0% do grupo de controle. A HTA também foi frequente, com uma distribuição semelhante entre grupos (52,0% no grupo de intervenção e 55,2% no grupo de controle). Outros fatores de risco com maior prevalência no grupo de controle incluíram a diabetes *mellitus* (41,4% vs. 20,0%) e o tabagismo ativo (44,8% vs. 32,0%). Por outro lado, o excesso de peso foi mais comum no grupo de intervenção (20,0% vs. 10,3%).

Fatores de risco menos prevalentes, como o alcoolismo, a DPOC e a FA / síndrome bradi-taqui, foram identificados em poucos participantes e de forma desigual entre grupos - o alcoolismo foi exclusivamente identificado no grupo de controle, enquanto o stress/ ansiedade e a FA/ síndrome bradi-taqui foram reportados apenas no grupo de intervenção.

A análise da distribuição dos principais FRCV entre os grupos intervenção e controlo revelou que, com exceção da diabetes *mellitus* ($p = 0,045$), não houve diferenças significativas entre os grupos para os restantes fatores avaliados ($p > 0,05$).

Importa salientar que o valor total de “n” apresentado na tabela acima corresponde ao número de doentes com presença de FRCV em cada grupo (intervenção: n=25, controlo: n= 29 e amostra total: n=54). Conforme observado, nos dois grupos, há doentes que não apresentaram FRCV.

Na análise da distribuição dos FRCV entre participantes com DAC e com IC crónica, nos grupos de intervenção e controlo (tabela 4), não se observaram diferenças estatisticamente significativas para a maioria dos fatores de risco avaliados ($p > 0,05$), exceto para o stress/ansiedade e FA/síndrome bradi-taqui (ambos com $p = 0,033$).

Tabela 4 - Distribuição dos principais FRCV no grupo de intervenção e controlo, diferenciando doentes com DAC e IC crónica

FRCV	GRUPO						p
	Intervenção			Controlo			
	DAC n (%)	IC crónica n (%)	Total n (%)	DAC n (%)	IC Crónica n (%)	Total n (%)	
HTA	9 (19,2)	4 (28,6)	13 (21,3)	14 (20,0)	2 (28,6)	16 (20,8)	0,648
Tabagismo ativo	7 (14,9)	1 (7,1)	8 (13,1)	12 (17,1)	1 (14,3)	13 (16,9)	0,196
Ex- fumador	5 (10,6)	1 (7,1)	6 (9,8)	3 (4,3)	1 (14,3)	4 (5,2)	0,881
Dislipidémia	13 (27,7)	3 (21,4)	16 (26,2)	18 (25,7)	2 (28,6)	20 (26,0)	0,276
Obesidade	3 (6,4)	---	3 (4,9)	5 (7,1)	1 (14,3)	6 (7,8)	0,594
Excesso de peso	4 (8,5)	1 (7,1)	5 (8,2)	3 (4,3)	---	3 (3,9)	0,647
Stress/ ansiedade	---	1 (7,1)	1 (1,6)	---	---	---	0,033
Alcoolismo	---	---	---	2 (2,9)	---	2 (2,6)	0,496
Diabetes mellitus	3 (6,4)	2 (14,3)	5 (8,2)	12 (17,1)	---	12 (15,6)	0,408
Ant. familiares	3 (6,4)	---	3 (4,9)	2 (2,9)	---	2 (2,6)	0,268
DPOC	---	---	---	1 (1,4)	---	1 (1,3)	0,633
FA / Síndrome bradi-taqui	---	1 (7,1)	1 (1,6)	---	---	---	0,033
Total	47	14	61	70	7	77	

Nota: Teste de Qui-quadrado da Independência. Abreviaturas: FRCV (Fatores de risco cardiovascular); n (número de participantes); % coluna HTA (Hipertensão arterial); DPOC (Doença pulmonar obstrutiva crónica); FA (Fibrilhação auricular); DAC (doença arterial coronária); IC (Insuficiência cardíaca)

Nesta tabela, importa referir que o valor total de “n” corresponde ao número de FRCV identificados nos doentes com DAC e IC crónica, nos grupos de intervenção e controlo. Conforme se verificou, quer no grupo de intervenção, quer no grupo de controlo, os doentes com DAC apresentaram um maior número de FRCV, sobretudo os doentes do grupo de controlo (n=70).

De forma exploratória, procurou-se quantificar o número de FRCV que os doentes poderiam apresentar e analisá-los em função dos grupos definidos no estudo (tabela 5).

Tabela 5 – Distribuição do número de FRCV por grupo (intervenção e controlo) e amostra global

GRUPOS	M	DP	n	p
Intervenção	2,03	1,450	30	0,061
Controlo	2,70	1,291	30	
Total	2,37	1,402	60	

Nota: Teste: U de Mann-Whitney. Abreviaturas: FRCV (Fatores de risco cardiovascular); M (Média); DP (Desvio Padrão); n (número de participantes)

Como podemos constatar na tabela 5, verificou-se que a média do número de FRCV foi inferior no grupo de intervenção (M = 2,03; DP = 1,450) em comparação com o grupo de controlo (M = 2,70; DP = 1,291). Esta diferença marginalmente significativa (p = 0,061), sugere uma tendência para um menor número de FRCV nos doentes do grupo de intervenção face ao grupo de controlo.

4.2 Avaliação dos resultados obtidos ao nível do ETT e NT-proBNP, entre os grupos, em M2

Nesta etapa do trabalho procurou-se compreender como determinadas variáveis ecocardiográficas e bioquímicas (NT-proBNP) se comportariam entre os grupos (Intervenção vs Controlo) após a intervenção clínica aos mesmos (2.º momento de avaliação). Vejamos a tabela 6.

Tabela 6 - Avaliação das variáveis ecocardiográficas e do valor de NTproBNP no 2º momento de avaliação (M2)

	GRUPO							
	Intervenção		Controlo		$\overline{dx} \pm DP$	Total		<i>p</i>
	M	DP	M	DP		M	DP	
Espessura SIV (mm) ^(a)	10,60	1,88	11,29	1,89	-0,690 ± 0,08	10,95	1,90	0,081
Espessura PP (mm) ^(a)	9,96	1,23	9,92	1,30	0,037 ± 0,46	9,94	1,25	0,455
IMVE (g/m ²) ^(a)	151,69	43,64	140,73	46,46	10,957 ± 0,18	146,12	45,05	0,177
VDVEi (ml/r) ^(a)	74,40	18,31	73,57	25,39	0,831 ± 0,44	73,97	22,07	0,444
VSVEi (ml/r) ^(a)	43,41	18,33	41,24	19,78	2,168 ± 0,33	42,28	18,96	0,334
Vol AE (ml/m ²) ^(b)	41,97	38,46	37,03	11,37	4,948 ± 0,77	39,50	28,23	0,767
FEVE (%) ^(a)	43,66	10,85	45,19	11,74	-1,538 ± 0,30	44,43	11,23	0,300
Onda S´ (m/s) ^(a)	0,12	0,03	0,14	0,03	-0,014 ± 0,03	0,13	0,03	0,025
NT-proBNP (pg/mL) ^(b)	587,30	821,24	571,63	1034,7	15,670 ± 0,45	579,88	920,00	0,224

Nota: (a) Teste *t* student, (b) Teste Wilcoxon-Mann-Whitney. Abreviaturas: M (Média); DP (Desvio Padrão); \overline{dx} (diferença média); M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; SIV (septo interventricular); PP (parede posterior); IMVE (índice de massa do VE); VDVEi (volume diastólico do VE indexado); VSVEi (volume sistólico do VE indexado); VolAE (volume da aurícula esquerda); FEVE (fração de ejeção do VE); Onda S´ (Velocidade sistólica do anel tricúspide); NTproBNP (Fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B)

Através da análise da tabela acima, pode verificar-se que houve alterações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o grupo de intervenção e o grupo de controlo relativamente à onda S´ do anel tricúspide ($0,12 \pm 0,03\text{m/s}$ vs $0,14 \pm 0,03\text{m/s}$; $p = 0,025$).

Não se observaram alterações estatisticamente significativas para as outras variáveis estudadas ($p > 0,05$), contudo verificou-se que a média da espessura SIV foi superior no grupo de controlo e a média do IMVE superior no grupo de intervenção. Constatou-se que o grupo de intervenção revelou valores relativamente superiores de NT-proBNP face ao grupo de controlo, embora sem diferença significativa ($p > 0,05$). Relativamente à FEVE, verificou-se uma média ligeiramente inferior no grupo de intervenção ($43,66 \pm 10,85$) face ao grupo controlo ($45,19 \pm 11,74$), embora sem relevância estatística ($p > 0,05$).

4.3 Estudo das variáveis ecocardiográficas no grupo de intervenção entre os momentos M1 e M2

Procurou-se de seguida compreender a resposta das variáveis ecocardiográficas entre os momentos avaliados (M1 e M2) especificamente no grupo de intervenção. Vejamos a tabela seguinte.

Tabela 7 - Comportamento das variáveis ecocardiográficas entre M1 e M2 no grupo de intervenção

	M1	M2	$d\bar{x}$ (DP)	n=30 (%)			p
	M ± DP	M ± DP		<	=	>	
Espessura SIV (mm) ^(a)	11,03 ± 2,37	10,60 ± 1,88	0,431 (1,66)	16 (53,33)	0 (0)	14 (46,67)	0,083
Espessura PP (mm) ^(a)	10,09 ± 1,64	9,96 ± 1,23	0,128 (1,49)	17 (56,67)	0 (0)	13 (43,33)	0,321
IMVE (g/m ²) (a)	154,34 ± 56,99	151,69 ± 43,64	2,651 (41,65)	16 (53,33)	0 (0)	13 (43,33)	0,367
VDVEi (ml/r) (a)	73,66 ± 22,94	74,40 ± 18,31	-0,736 (19,56)	12 (40)	0 (0)	16 (53,33)	0,422
VSVEi (ml/r) (a)	47,04 ± 19,85	43,41 ± 18,33	3,630 (17,52)	15 (50)	0 (0)	13 (43,33)	0,141
VolAE (ml/m ²) (b)	39,34 ± 26,22	41,90 ± 39,14	-2,564 (18,73)	11 (36,67)	0 (0)	18 (60)	0,370
FEVE (%) (a)	37,61 ± 8,35	43,66 ± 10,85	-6,049 (9,66)	10 (33,33)	0 (0)	20 (66,67)	<0,001
Onda S' (m/s) (a)	0,12 ± 0,03	0,121 ± 0,029	-0,001 (0,03)	12 (40)	3 (10)	15 (50)	0,410

Nota: (a) Teste t student, (b) Teste Wilcoxon. Abreviaturas: M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; M (Média); DP (Desvio Padrão); $d\bar{x}$ (diferença média); n (número de participantes); SIV (septo interventricular); PP (parede posterior); IMVE (índice de massa do VE); VDVEi (volume diastólico do VE indexado); VSVEi (volume sistólico do VE indexado); VolAE (volume da aurícula esquerda); FEVE (fração de ejeção do VE); Onda S' (Velocidade sistólica do anel tricúspide)

Como se pode observar na tabela 7, os doentes que foram submetidos às sessões de RC revelaram uma alteração estatisticamente significativa ao nível do parâmetro FEVE (p <0,001), e de forma marginalmente significativa ao nível do parâmetro espessura do SIV (p=0,083). No que diz respeito à FEVE, os doentes melhoraram neste mesmo parâmetro e em sentido inverso, verificou-se uma redução dos valores da espessura do SIV.

Embora se tenha verificado uma ligeira redução da espessura da PP e do IMVE, as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas (p>0,05).

Relativamente aos volumes, observou-se um ligeiro aumento do volume telediastólico do VE (VDVEi) e uma redução do volume telesistólico (VSVEi), bem como um ligeiro aumento do volume da AE em M2, embora sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Por fim, a velocidade sistólica do anel tricúspide (onda S') manteve-se inalterada entre os dois momentos de avaliação ($p = 0,410$).

Procurou-se ainda explorar as diferenças das variáveis ecocardiográficas entre M1 e M2 no grupo de intervenção, por tipologia de doença (DAC e IC crónica). Os resultados encontram-se na tabela 8.

Tabela 8 - Comportamento das variáveis ecocardiográficas entre M1 E M2 no grupo de intervenção, comparando doentes com DAC e IC crónica

	GRUPO DE INTERVENÇÃO					
	DAC			IC crónica		
	n	M ±DP	p ^(a)	n	M ±DP	p ^(b)
Espessura SIV (mm)_M1	22	11,19 ± 2,21	0,061	8	10,60 ± 2,89	0,5
Espessura SIV (mm)_M2	22	10,60 ± 1,83		8	10,61 ± 2,13	
Espessura PP (mm)_M1	22	10,16 ± 1,61	0,203	8	9,88 ± 1,83	0,264
Espessura PP (mm)_M2	22	9,87 ± 1,21		8	10,19 ± 1,33	
IMVE (g/m ²)_M1	21	137,00 ± 34,33	0,304	8	199,85 ± 79,70	0,132
IMVE (g/m ²)_M2	21	141,21 ± 31,43		8	179,19 ± 60,01	
VDVEi (ml/m ²)_M1	21	66,13 ± 14,89	0,027	7	96,27 ± 28,86	0,064
VDVEi (ml/m ²)_M2	21	72,24 ± 12,79		7	80,89 ± 29,94	
VSVEi (ml/m ²)_M1	21	40,00 ± 10,96	0,397	7	68,14 ± 26,08	0,088
VSVEi (ml/m ²)_M2	21	40,60 ± 12,05		7	51,84 ± 30,28	
Volume da AE (ml/m ²)_M1	22	31,01 ± 9,31	0,015	7	65,51 ± 43,03	0,199
Volume da AE (ml/m ²)_M2	22	34,15 ± 8,57		7	66,26 ± 77,32	
FEVE (%)_M1	22	40,27 ± 6,69	0,001	8	30,28 ± 8,41	0,164
FEVE (%)_M2	22	45,30 ± 8,74		8	39,14 ± 15,07	
Onda S' (m/s)_M1	22	0,13 ± 0,03	0,414	8	0,10 ± 0,03	0,162
Onda S' (m/s)_M2	22	0,13 ± 0,03		8	0,10 ± 0,03	

Nota: (a) Teste t student, (b) Teste Wilcoxon. Abreviaturas: M (Média); DP (Desvio Padrão); n (número de participantes); DAC (doença arterial coronária); IC (Insuficiência cardíaca); M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; SIV (septo interventricular); PP (parede posterior); IMVE (índice de massa do VE); VDVEi (volume diastólico do VE indexado); VSVEi (volume sistólico do VE indexado); VoIAE (volume da aurícula esquerda); FEVE (fração de ejeção do VE); Onda S' (Velocidade sistólica do anel tricúspide)

Em relação aos doentes com DAC, na análise comparativa das variáveis ecocardiográficas entre M1 e M2, observou-se uma evolução positiva e significativa,

nomeadamente ao nível da FEVE, com um aumento estatisticamente significativo ($p = 0,001$), no volume da AE ($p = 0,015$) e no VDVEi ($p = 0,027$).

Já ao nível dos doentes com IC crónica, embora se tenham registado alterações em vários parâmetros entre os dois momentos, estas não atingiram relevância estatística, destacando-se, ainda assim, uma tendência de melhoria da FEVE e redução do VDVEi, VSVEi e IMVE.

4.4 Estudo da evolução dos parâmetros avaliados na PECP no grupo de intervenção entre os momentos M1 e M2

Neste momento do nosso estudo, propusemos avaliar o comportamento dos parâmetros da PECP entre os dois momentos de avaliação (M1 e M2) nos doentes do grupo de intervenção. Vejamos a tabela seguinte.

Tabela 9 - Comportamento das variáveis da PECP entre M1 e M2 no grupo de intervenção

	M1	M2	$d\bar{x} \pm DP$	n=30 (%)			p
	M \pm DP	M \pm DP		<	=	>	
VO ₂ previsto (%) ^(a)	75,87 \pm 17,50	89,37 \pm 20,56	-13,500 \pm 17,29	6 (20)	0 (0)	24 (80)	<0,001
VO ₂ previsto (L/min) ^(b)	1,58 \pm 0,55	1,84 \pm 0,58	-0,257 \pm 0,38	6 (20)	0 (0)	18 (60)	0,005
VO ₂ pico (ml/Kg/min) ^(a)	20,48 \pm 6,30	23,50 \pm 6,57	-3,022 \pm 4,09	6 (20)	0 (0)	23 (76,67)	<0,001
VO ₂ VT1 (ml/Kg/min) ^(b)	0,94 \pm 0,49	0,82 \pm 0,46	0,122 \pm 0,28	11 (36,67)	1 (3,33)	4 (13,33)	0,065
VO ₂ VT1 (%) ^(a)	47,25 \pm 19,47	44,40 \pm 23,50	2,850 \pm 17,96	10 (33,33)	2 (6,67)	8 (26,67)	0,243
Declive VE/VCO ₂ ^(a)	27,89 \pm 5,73	26,96 \pm 4,72	0,931 \pm 7,33	16 (53,33)	0 (0)	14 (46,67)	0,246
Pulso O ₂ máx (mL) ^(a)	12,94 \pm 3,80	14,11 \pm 3,74	-1,163 \pm 2,42	10 (33,33)	1 (3,33)	19 (63,33)	0,007
Carga (W) ^(a)	186,17 \pm 67,82	223,27 \pm 79,45	-37,100 \pm 51,82	5 (16,67)	0 (0)	25 (83,33)	<0,001
RER ^(a)	0,99 \pm 0,08	1,01 \pm 0,07	-0,017 \pm 0,70	8 (26,67)	3 (10)	19 (63,33)	0,102
FC repouso (bpm) ^(a)	71,20 \pm 11,87	68,70 \pm 10,16	2,500 \pm 13,26	17 (56,67)	3 (10)	10 (33,33)	0,155
FC máxima (bpm) ^(a)	128,67 \pm 23,30	133,83 \pm 19,21	-5,167 \pm 15,26	7 (23,33)	0 (0)	23 (76,67)	0,037

Nota: (a) Teste t student, (b) Teste Wilcoxon. Abreviaturas: M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; M (Média); DP (Desvio Padrão); $d\bar{x}$ (diferença média); n (número de participantes); VO₂ previsto (consumo máximo de O₂ previsto); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); VO₂VT1 (consumo de O₂ no 1º limiar ventilatório); Declive VE/VCO₂ (correlação ventilação minuto/eliminação de CO₂); RER (Respiratory Exchange Ratio); FC (frequência cardíaca)

Como se pode observar na tabela 9, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no VO_2 previsto, com um aumento de $75,87 \pm 17,50$ para $89,37 \pm 20,56$ ($p < 0,001$), com 80% dos participantes a registar melhoria. Perfil semelhante ocorreu nos parâmetros VO_2 pico de forma estatisticamente significativa ($p < 0,001$), sendo que 76,67% dos participantes melhoraram; e na carga máxima alcançada que aumentou de $186,17 \pm 67,82\text{W}$ para $223,27 \pm 79,45\text{W}$ ($p < 0,001$), com 83,33% dos participantes a apresentarem melhoria.

Também se observaram aumentos estatisticamente significativos entre M1 e M2 no VO_2 previsto absoluto ($p = 0,005$), no pulso de O_2 máximo ($p = 0,007$), e na FC máxima ($p = 0,037$). A FC em repouso diminuiu, mas sem relevância estatística ($p = 0,155$).

Em relação ao consumo de O_2 no 1º limiar ventilatório ($\text{VO}_2\text{VT1}$) e ao declive VE/VCO_2 , embora tendo apresentado uma ligeira redução entre os 2 momentos de avaliação, estas alterações não foram significativas ($p > 0,05$). Os valores do RER mantiveram-se relativamente estáveis entre os dois momentos de avaliação ($p = 0,102$).

Procurou-se também analisar as diferenças dos parâmetros da PECP entre M1 e M2 no grupo de intervenção, mas ajustados por tipologia de doença (DAC e IC crónica). Os resultados encontram-se na tabela 10:

Tabela 10 - Comportamento das variáveis da PECP entre M1 e M2 no grupo de intervenção, comparando doentes com DAC e IC crónica

	GRUPO DE INTERVENÇÃO					
	DAC			IC crónica		
	n	M ±DP	p ^(a)	n	M ±DP	p ^(b)
VO ₂ previsto (%)_M1	22	77,59 ± 17,80	0,002	8	71,13 ± 16,84	0,018
VO ₂ previsto (%)_M2	22	88,86 ± 19,22		8	90,75 ± 25,30	
VO ₂ previsto (L/min)_M1	17	1,76 ± 0,51	0,022	7	1,13 ± 0,36	0,022
VO ₂ previsto (L/min)_M2	17	1,98 ± 0,57		7	1,50 ± 0,51	
VO ₂ pico (ml/Kg/min)_M1	21	21,94 ± 6,45	0,006	8	16,64 ± 4,05	0,013
VO ₂ pico (ml/Kg/min)_M2	21	24,52 ± 6,66		8	20,82 ± 5,88	
VO ₂ VT1 (ml/Kg/min)_M1	12	1,02 ± 0,54	0,196	4	0,73 ± 0,19	0,034
VO ₂ VT1 (ml/Kg/min)_M2	12	0,94 ± 0,47		4	0,48 ± 0,17	
VO ₂ VT1 (%)_M1	17	50,12 ± 19,74	0,383	3	31,00 ± 4,36	0,051
VO ₂ VT1 (%)_M2	17	48,71 ± 22,78		3	20,00 ± 7,00	
Declive VE/VCO ₂ _M1	22	27,48 ± 5,34	0,298	8	29,01 ± 6,97	0,390
Declive VE/VCO ₂ _M2	22	26,75 ± 4,89		8	27,55 ± 4,46	
Pulso O ₂ máximo (mL)_M1	22	14,05 ± 3,53	0,062	8	9,90 ± 2,80	0,025
Pulso O ₂ máximo (mL)_M2	22	14,86 ± 3,48		8	12,04 ± 3,88	
Carga (w)_M1	22	208,14 ± 55,31	0,003	8	125,75 ± 64,74	0,009
Carga (w)_M2	22	245,73 ± 75,69		8	161,50 ± 54,97	
RER_M1	22	1,01 ± 0,07	0,373	8	,94 ± 0,07	0,009
RER_M2	22	1,01 ± 0,07		8	,99 ± 0,08	
FC repouso (bpm)_M1	22	70,05 ± 10,22	0,171	8	74,38 ± 15,96	0,377
FC repouso (bpm)_M2	22	67,32 ± 10,16		8	72,50 ± 9,75	
FC máxima (bpm)_M1	22	132,05 ± 21,91	0,028	8	119,38 ± 25,98	0,201
FC máxima (bpm)_M2	22	138,00 ± 19,09		8	122,38 ± 15,44	

Nota: (a) Teste t student, (b) Teste Wilcoxon. Abreviaturas: M (Média); DP (Desvio Padrão); n (número de participantes); M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; DAC (doença arterial coronária); IC (Insuficiência cardíaca); VO₂ previsto (consumo máximo de O₂ previsto); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); VO₂VT1 (consumo de O₂ no 1º limiar ventilatório); Declive VE/VCO₂ (correlação ventilação minuto/eliminação de CO₂); RER (Respiratory Exchange Ratio); FC (frequência cardíaca)

Como se pode verificar na tabela anterior, o grupo de doentes com IC crónica, apesar de ser reduzido, apresentou um aumento mais expressivo no VO₂ previsto (71,13 ± 16,84 para 90,75 ± 25,30; p = 0,018) e no VO₂ pico (16,64 ± 4,05 para 20,82 ± 5,88 ml/kg/min; p = 0,013) comparativamente ao grupo de doentes com DAC, que

também registou alterações significativas (VO_2 previsto: $p = 0,002$; VO_2 pico: $p = 0,006$).

Relativamente à carga máxima alcançada, ambos os grupos apresentaram alterações significativas, com o grupo de doentes com DAC a apresentar um aumento ligeiramente superior ($p = 0,003$ vs $p = 0,009$).

O pulso de O_2 máximo teve alterações estatisticamente significativas apenas no grupo de doentes com IC crónica ($p = 0,025$), enquanto a FC máxima aumentou significativamente só no grupo de doentes com DAC ($p = 0,028$).

4.5 Estudo da variação do NT-proBNP no grupo de intervenção entre os momentos M1 e M2

No que respeita à variação dos níveis de NT-proBNP entre M1 e M2 no grupo de intervenção, apresentamos a tabela seguinte.

Tabela 11 - Comparação do valor de NTproBNP entre M1 e M2 no grupo de intervenção

	M1	M2	$d\bar{x} \pm DP$	n=30 (%)			p
	M \pm DP	M \pm DP		<	=	>	
NT-proBNP (pg/mL) ^(b)	1033,93 \pm 1019,16	587,30 \pm 821,24	446,633 \pm 584,04	27 (90)	0 (0)	3 (10)	< 0,001

Nota: (b) Teste Wilcoxon. Abreviaturas: M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; M (Média); DP (Desvio Padrão); $d\bar{x}$ (diferença média); n (número de participantes); NTproBNP (Fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B)

Conforme apresentado na tabela 11, observou-se uma diminuição acentuada dos valores médios deste biomarcador, passando de 1033,93 \pm 1019,16 pg/mL em M1 para 587,30 \pm 821,24 pg/mL em M2. Esta diminuição foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$).

Em termos de distribuição individual, 27 participantes (90%) apresentaram uma redução dos valores de NT-proBNP, enquanto apenas 3 participantes (10%) registaram um aumento. Nenhum caso manteve os níveis inalterados entre os dois momentos avaliados.

Já quando procuramos avaliar o comportamento dos valores de NT-proBNP em doentes com DAC e com IC crónica, ao longo dos dois momentos, vejamos a tabela 12.

Tabela 12 - Comparação do valor de NTproBNP entre M1 e M2 no grupo de intervenção, comparando doentes com DAC e IC crónica

Grupo de Intervenção	M ± DP	n (%)			p	
		<	=	>		
DAC (N=22)	NT-proBNP_M1	712,95 ± 549,77	21 (95,5)	0	1 (4,5)	< 0,001 (a)
	NT-proBNP_M2	361,68 ± 234,97				
IC crónica (N=8)	NT-proBNP_M1	1916,63 ± 1477,22	6(75)	0	2 (25)	0,093 (b)
	NT-proBNP_M2	1207,75 ± 1424,26				

Nota: (a) Teste t-studente; (b) Teste Wilcoxon. Abreviaturas: DAC (doença arterial coronária); IC (Insuficiência cardíaca); M1 – 1º momento de avaliação no grupo de intervenção; M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; M (Média); DP (Desvio Padrão); n (número de participantes); NTproBNP (Fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B)

Tal como consta na tabela acima, verificou-se uma redução estatisticamente significativa dos níveis de NT-proBNP em doentes com DAC ($p < 0,001$). Perfil semelhante ocorreu também em doentes com IC crónica ($p = 0,047$).

4.6 Correlação entre alguns parâmetros ecocardiográficos, da PECP e valores do NT-proBNP no grupo de intervenção

Nesta parte da nossa investigação também se procurou compreender a correlação de algumas variáveis ecocardiográficas, da PECP e do NT-proBNP nos doentes que beneficiaram das sessões de RC (M2), conforme se pode observar nas tabelas seguintes e no Anexo III. As variáveis correlacionadas são as mais frequentemente destacadas na literatura, como será discutido adiante.

Tabela 13 - Correlação entre os parâmetros do ETT e PECP

	r	p	Intervalo de Confiança 95	
			Limite inferior	Limite superior
FEVE (%)_M2 - VO ₂ pico (ml/Kg/min)_M2	0,516	0,004	0,184	0,742
FEVE (%)_M2 - Pulso O ₂ máximo (mL)_M2	0,488	0,006	0,155	0,721
FEVE (%)_M2 - Declive VE/VCO ₂ _M2	-0,280	0,134	-0,582	0,089
VO ₂ pico (ml/Kg/min)_M2 - Onda S' (m/s)_M2	0,562	0,002	0,246	0,770
Declive VE/VCO ₂ _M2 - Onda S' (m/s)_M2	-0,122	0,519	-0,462	0,249
VO ₂ pico (ml/Kg/min)_M2 - IMVE (g/m ²)_M2	-0,380	0,046	-0,660	-0,009

Nota: Correlação de Pearson. Abreviaturas: ETT (Ecocardiograma transtorácico); PECP (prova de esforço cardiopulmomar); M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; FEVE (fração de ejeção do VE); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); Declive VE/VCO₂ (correlação ventilação minuto/eliminação de CO₂); Onda S' (Velocidade sistólica do anel tricúspide); IMVE (índice de massa do VE); NTproBNP (Fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B)

Nesta tabela observou-se que a FEVE apresentou uma correlação positiva com o VO₂ pico ($r = 0,516$; $p = 0,004$) e com o pulso O₂ máximo ($r = 0,488$; $p = 0,006$). O VO₂ pico correlacionou-se positivamente com a onda S' do anel tricúspide ($r = 0,562$; $p = 0,002$) e negativamente com o IMVE ($r = -0,380$; $p = 0,046$). As restantes correlações não foram significativas ($p > 0,05$).

Na análise comparativa dos parâmetros consoante a alteração dos níveis de NT-proBNP no grupo de intervenção, observaram-se diferenças relevantes, como se pode observar na tabela 14. As variáveis correlacionadas são também as mais frequentemente destacadas na literatura.

Tabela 14 - Correlação entre os valores do NT-proBNP com o VO₂ pico, Declive VE/VCO₂ e FEVE

	NT-proBNP			p
	“Alterado”	“Não alterado”	Total	
	M ±DP	M ±DP	M ±DP	
VO ₂ pico (ml/Kg/min)_M2	19,84 ± 8,83	24,26 ± 5,95	23,50 ± 6,57	0,053 ^(b)
Declive VE/VCO ₂ _M2	26,84 ± 5,25	26,98 ± 4,72	26,96 ± 4,72	0,475 ^(a)
FEVE (%)_M2	31,14 ± 6,43	46,38 ± 10,50	44,51 ± 11,24	< 0,001 ^(a)

Nota: (a) Teste t student, (b) Teste U de Wilcoxon-Mann-Whitney. Abreviaturas: M (Média); DP (Desvio Padrão); M2 – 2º momento de avaliação no grupo de intervenção; VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); FEVE (fração de ejeção do VE); Declive VE/VCO₂ (correlação ventilação minuto/eliminação de CO₂); NTproBNP (Fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B)

Os doentes com NT-proBNP “alterado” apresentaram valores significativamente inferiores de FEVE ($31,14 \pm 6,43$) em comparação com os doentes com NT-proBNP “não alterado” ($46,38 \pm 10,50$; $p < 0,001$). Embora se tenha verificado uma tendência para valores inferiores de VO_2 pico nos doentes com NT-proBNP “alterado” ($19,84 \pm 8,83$ ml/kg/min) face aos “não alterados” ($24,26 \pm 5,95$ ml/kg/min), a diferença foi marginalmente significativa ($p = 0,053$). Relativamente ao declive VE/VCO_2 , não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,475$).

4.7 Avaliação do número de reinternamentos hospitalares

Relativamente ao número de reinternamentos hospitalares (tabela 15), não se verificaram diferenças significativas ($p=0,796$) entre o grupo de intervenção e o grupo controlo.

Tabela 15 - Avaliação do número e causa de reinternamentos hospitalares nos grupos de intervenção e controlo

		GRUPO					
		Intervenção		Controlo		Total	
		n	% coluna	n	% coluna	n	% coluna
Reinternamento hospitalar	Não	14	46,7	15	50,0	29	48,3
	Sim	16	53,3	15	50,0	31	51,7
Causa do reinternamento hospitalar	DAC (STEMI, NSTEMI), EAM tipo2, Cardiopatia isquémica, Angina	4	25,0	7	46,7	11	35,5
	IC (IC crónica, IC aguda)	2	12,5	1	6,7	3	9,7
	ICP eletiva/ Status angioplastia coronária	2	12,5	1	6,7	3	9,7
	Pericardite após EAM/ Miopericardite	1	6,3	1	6,7	2	6,5
	CDI/ CRT (Implantação, TV, choques inapropriados)	5	31,3	3	20,0	8	25,8
	Tamponamento cardíaco/ Choque cardiogénico	2	12,5	---	---	2	6,5
	EAP	---	---	2	13,3	2	6,5

Nota: Teste de Qui-quadrado de Pearson; Abreviaturas: n (número de participantes); DAC (Doença arterial coronária); EAM (Enfarte agudo do miocárdio); STEMI (EAM com supradesnivelamento do segmento ST); NSTEMI (EAM sem supradesnivelamento do segmento ST); IC (Insuficiência cardíaca); ICP (Intervenção coronária percutânea); CDI (Cardioversor desfibrilhador implantável); CRT (dispositivo de ressincronização cardíaca); TV (Taquicardia ventricular); EAP (Edema agudo do pulmão)

No total, 31 dos 60 participantes (51,7%) foram reinternados, com uma distribuição semelhante entre os dois grupos: 16 participantes (53,3%) no grupo de intervenção e 15 (50,0%) no grupo controlo.

No que diz respeito às causas do reinternamento, a causa mais frequente foi a DAC, responsável por 11 dos 31 casos (35,5%), com maior incidência no grupo de controlo (46,7%) em comparação com o grupo de intervenção (25,0%). Seguiram-se os reinternamentos relacionados com dispositivos implantáveis (CDI/CRT: implantação, taquicardia ventricular ou choques inapropriados), com um total de 8 casos (25,8%), dos quais 5 ocorreram no grupo de intervenção.

Na tabela 16, observa-se a distribuição das causas de reinternamento hospitalar nos grupos de intervenção e controlo, discriminada entre doentes com DAC e com IC crónica.

Tabela 16 – Avaliação do número e causa de reinternamentos hospitalares nos grupos de intervenção e controlo, comparando doentes com DAC e IC crónica

Causa do reinternamento hospitalar:	INTERVENÇÃO			CONTROLO		
	DAC	IC crónica	Total	DAC	IC crónica	Total
	n (% coluna)	n (% coluna)	n (% coluna)	n (% coluna)	n (% coluna)	n (% coluna)
DAC (STEMI, NSTEMI), EAM tipo2, Cardiopatia isquémica, Angina	4 (44,4)	---	4 (25,0)	7 (50,0)	---	7 (46,7)
IC (IC crónica, IC aguda)	---	2 (28,6)	2 (12,5)	---	1 (100,0)	1 (6,7)
ICP eletiva / Status angioplastia coronária	2 (22,2)	---	2 (12,5)	1 (7,1)	---	1 (6,7)
Pericardite após EAM/ Miopericardite	---	1 (14,3)	1 (6,3)	1 (7,1)	---	1 (6,7)
CDI/ CRT (Implantação, TV, choques inapropriados)	1 (11,1)	4 (57,1)	5 (31,3)	3 (21,4)	---	3 (20,0)
Tamponamento cardíaco/ choque cardiogénico	2 (22,2)	---	2 (12,5)	---	---	---
EAP	---	---	---	2 (14,3)	---	2 (13,3)
Total	9 (100)	7 (100)	16 (100)	14 (100)	1 (100)	15 (100)
Total (% linha)	9 (56,3)	7 (43,8)	16 (100)	14 (93,3)	1 (6,7)	15 (100)

Nota: Abreviaturas: n (número de participantes); DAC (Doença arterial coronária); EAM (Enfarte agudo do miocárdio); STEMI (EAM com supradesnivelamento do segmento ST); NSTEMI (EAM sem supradesnivelamento do segmento ST); IC (Insuficiência cardíaca); ICP (Intervenção coronária percutânea); CDI (Cardioversor desfibrilhador implantável); CRT (dispositivo de ressincronização cardíaca); TV (Taquicardia ventricular); EAP (Edema agudo do pulmão)

No grupo de intervenção, a maioria dos reinternamentos hospitalares esteve associada aos doentes com DAC (56,3%), seguida dos doentes com IC crónica (43,8%). No que diz respeito ao grupo de doentes com DAC, destacaram-se os casos

de reinternamento por DAC (STEMI, NSTEMI), EAM tipo2, cardiopatia isquémica e angina, que representaram 44,4% do total de reinternamentos do grupo intervenção. Nos doentes com IC crónica, as principais causas foram complicações relacionadas com CDI/CRT (57,1%) e IC (28,6%).

No grupo de controlo, a quase totalidade dos reinternamentos esteve associada aos doentes com DAC (93,3%), com destaque para DAC (STEMI, NSTEMI), EAM tipo2, cardiopatia isquémica e angina (50%), enquanto que os reinternamentos em doentes com IC crónica representaram apenas 6,7%, com IC como principal causa.

5. Discussão

Caracterização da amostra

A análise das variáveis demográficas e antropométricas revelou a ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em estudo, sugerindo perfis globalmente comparáveis. Apesar de se verificarem valores ligeiramente superiores de idade, peso e IMC no grupo de controlo, estas diferenças não foram estatisticamente significativas. Esta homogeneidade inicial reforça a validade da comparação dos efeitos da RC nas variáveis funcionais avaliadas ao longo do estudo.

Fatores de risco cardiovascular

A presença de FRCV tem sido amplamente associada a alterações estruturais e funcionais no miocárdio, afetando tanto o VE como o VD. Fatores como a HTA, dislipidemia, tabagismo e DM promovem processos patológicos como hipertrofia ventricular, fibrose miocárdica e disfunção endotelial, os quais contribuem para a deterioração progressiva da função ventricular (Adeghate & Singh, 2014; Kaplan et al., 2017; Prakash et al., 2021; Tomek & Bub, 2017).

No nosso estudo, verificou-se que a dislipidemia foi o FRCV mais prevalente, estando presente em 66,7% da amostra total, seguindo-se a HTA (53,7%), o tabagismo ativo (38,9%) e a DM (31,5%). A HTA está diretamente implicada na sobrecarga de pressão exercida sobre o VE, conduzindo ao desenvolvimento de HVE, alterações na complacência ventricular e, eventualmente, disfunção diastólica (Tomek & Bub, 2017). A dislipidemia e o tabagismo favorecem o desenvolvimento de aterosclerose coronária, comprometendo a perfusão miocárdica e aumentando o risco de isquemia crónica, com impacto negativo na função sistólica (Prakash et al., 2021; Kaplan et al., 2017). No caso da DM, o impacto é duplo, afetando tanto o metabolismo miocárdico como a microvasculatura, contribuindo para o desenvolvimento de cardiomiopatia diabética (Adeghate & Singh, 2014).

Embora o número total de participantes com FRCV neste estudo seja limitado para permitir análises multivariadas, é plausível admitir que o acúmulo de múltiplos fatores de risco contribua para o comprometimento global da função ventricular — particularmente nos participantes do grupo de controlo que apresentaram maior prevalência de alguns destes fatores ($M = 2,70$; $DP = 1,291$), comparativamente ao grupo de intervenção ($M = 2,03$; $DP = 1,450$). Esta diferença marginalmente significativa ($p = 0,061$), sugere uma tendência para um menor número de FRCV nos doentes do grupo de intervenção face ao grupo de controlo. Este contexto reforça a importância de intervenções como os programas de RC, que, além de exercerem efeitos diretos sobre a capacidade funcional e a função ventricular, atuam também de forma indireta no controlo dos FRCV através das sessões psicoeducativas, promovendo alterações no estilo de vida, maior adesão à terapêutica e melhorias no perfil metabólico (McGregor et al., 2016; Sljivic et al., 2018).

Grupo de intervenção vs grupo de controlo, no 2º momento de avaliação (M2)

No que respeita à avaliação dos parâmetros ecocardiográficos e laboratoriais (NT-proBNP) após a realização das sessões de RC, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (intervenção e controlo), à exceção da Onda S' do anel tricúspide ($p=0,025$). Observou-se, no entanto, uma tendência para menor espessura do SIV e maior IMVE no grupo intervenção, ainda que sem significância estatística ($p>0,05$). Estes achados sugerem que a intervenção realizada neste estudo não produziu alterações mensuráveis na função ou estrutura cardíaca, embora algumas tendências possam ter relevância clínica e justificar investigação futura.

Estes resultados contrastam com a literatura existente, que aponta benefícios estruturais e funcionais associados à participação em programas de RC, nomeadamente na melhoria da função ventricular e na remodelação cardíaca favorável (Abreu et al., 2018; Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Duscha et al., 2024; Ohara et al., 2022; Rauch et al., 2016; Sadeghi et al., 2013; Zoroufian et al., 2012).

Grupo de intervenção:

a) Análise das variáveis ecocardiográficas entre os 2 momentos de avaliação (M1 e M2)

A análise comparativa entre M1 e M2, no grupo de intervenção, evidenciou um aumento significativo da FEVE após o programa de RC ($p < 0,001$), sobretudo em doentes com DAC ($p = 0,001$) indicando uma melhoria da função sistólica ventricular. Este resultado está em concordância com a literatura, que evidencia os benefícios do exercício físico e do controlo dos FRCV na otimização da performance ventricular (Abreu et al., 2018; Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Ohara et al., 2022; Rauch et al., 2016; Zoroufian et al., 2012). Sadeghi et al. (2013), demonstraram que um programa de RC com a duração de 8 semanas, aplicado a doentes com disfunção ventricular esquerda e DAC, resultou num aumento significativo da FEVE, acompanhado por uma redução dos volumes diastólico e sistólico finais. Estes achados são indicativos de uma remodelação ventricular favorável, com implicações positivas na performance cardíaca global, mesmo a curto prazo. De forma semelhante, Wang et al. (2021), numa meta-análise que incluiu apenas doentes asiáticos com EAM submetidos a ICP, demonstraram que os programas de RC baseados no exercício também promoveram melhorias estatisticamente significativas nos parâmetros de função ventricular esquerda, nomeadamente na FEVE. Desta forma, reforçam a evidência de que a RC é eficaz em populações heterogéneas e em diferentes contextos clínicos, apresentando um efeito positivo consistente na recuperação da função sistólica do VE.

No nosso estudo também se verificou uma tendência para redução das espessuras do SIV, da PP e do IMVE, embora sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Estas alterações sugerem uma possível remodelação ventricular favorável, ainda que a curto prazo. Também se constatou que os índices volumétricos (VSVEi e VDVEi) e onda S' do anel tricúspide se mantiveram estáveis, sugerindo que a contratilidade segmentar não foi significativamente afetada. Estes achados estão em consonância com os resultados obtidos por Liu et al. (2024), que, numa amostra de doentes após EAM, verificaram uma tendência para valores inferiores nas espessuras do SIV e da PP do VE em doentes submetidos a um

programa de RC, embora também sem diferenças estatisticamente significativas, tal como verificamos neste estudo nos doentes com DAC. Adicionalmente, observaram uma redução significativa do IMVE, sugerindo um possível efeito benéfico da RC sobre o processo de remodelamento ventricular precoce. Os resultados mostraram também que, apesar de melhorias na função sistólica e no IMVE, os parâmetros ecocardiográficos relacionados com a contratilidade segmentar, como o VSVEi e VDVEi e a velocidade sistólica do anel tricúspide (onda S'), não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, tal como aconteceu no nosso estudo. Contudo, na nossa amostra, nos doentes com DAC verificou-se um aumento estatisticamente significativo do VDVEi ($p=0,027$) assim como do volume da AE ($p=0,015$). Estes achados sugerem que a RC pode melhorar a função ventricular sem afetar negativamente a contratilidade segmentar.

b) Análise das variáveis da PECP entre M1 e M2

No nosso estudo, verificou-se que a capacidade cardiorrespiratória melhorou significativamente após o programa de RC, com aumentos estatisticamente significativos no VO_2 pico, VO_2 previsto, VO_2 previsto absoluto e carga máxima durante o exercício, evidenciando ganhos na aptidão funcional, eficiência aeróbica e demonstrando uma melhoria significativa na capacidade de exercício. Estes resultados estão de acordo com os dados apresentados por Tabela et al. (2021), que investigaram os mecanismos subjacentes à melhoria da capacidade funcional após RC em doentes após EAM. Recorrendo à combinação de ecocardiografia de esforço e PECP, os autores observaram um aumento estatisticamente significativo do VO_2 pico ($p=0,006$), bem como do VO_2 previsto ($p<0,0001$) e da carga máxima atingida ($p=0,017$). Estes achados reforçam a evidência de que os programas de RC promovem melhorias substanciais da capacidade cardiorrespiratória. Outros estudos recentes reforçam o impacto positivo dos programas de RC na capacidade funcional e no prognóstico clínico do doente. Dallas et al. (2021), numa revisão sistemática com meta-análises, evidenciaram que o exercício físico em doentes com IC melhora significativamente o VO_2 pico, a qualidade de vida e reduz o número de hospitalizações. Adicionalmente, Carbone et al. (2022) demonstraram que o VO_2 pico alcançado no final das sessões de RC é um preditor independente da sobrevivência a longo prazo em doentes com DAC.

Em relação ao pulso de O₂ máximo e FC máxima, no nosso estudo verificou-se um aumento estatisticamente significativo ($p=0,007$ e $p=0,037$, respetivamente), o que sugere uma resposta cardiovascular mais eficiente e uma maior tolerância ao esforço. Por outro lado, parâmetros ventilatórios como o declive VE/VCO₂ e o RER mantiveram-se estáveis, indicando a ausência de alterações significativas no controlo ventilatório e no metabolismo energético. Estes achados estão em consonância com a evidência bibliográfica. Cipriano et al. (2023), num estudo realizado em doentes com IC, verificaram um aumento significativo no pulso de O₂ máximo após um programa de RC, bem como valores estáveis do declive VE/VCO₂ e do RER, tal como se verificou no nosso estudo, nos doentes com IC crónica, com exceção do RER, que apresentou um aumento estatisticamente significativo ($p=0,009$). Estes resultados apontam para uma adaptação cardiovascular favorável ao esforço, sem evidência de disfunção ventilatória. De forma semelhante, Tabet et al. (2009) demonstraram melhorias significativas no pulso de O₂ máximo em doentes após EAM submetidos a treino físico supervisionado, reforçando o papel da RC na optimização da eficiência cardiovascular e da capacidade funcional.

c) Análise comparativa do NT-proBNP entre M1 e M2

Relativamente ao NT-proBNP, marcador da disfunção ventricular e do stress cardíaco, observou-se uma redução significativa após o programa de RC ($p < 0,001$) (uma melhoria mais significativa nos doentes com DAC, $p<0,001$, face aos doentes com IC crónica, $p=0,047$), tal como verificado por Pearson et al. (2018) e por Gallo et al. (2025), que também demonstraram reduções significativas nos níveis de NT-proBNP após programas de RC. Esta diminuição indica melhoria no estado hemodinâmico e menor carga sobre o VE. Juntamente com a melhoria da FEVE e da capacidade funcional, este resultado reforça o papel da RC na recuperação da função ventricular.

d) Correlação entre a FEVE e o VO₂ pico, Pulso O₂ máximo e Declive VE/VCO₂, em M2

No nosso estudo verificou-se uma correlação positiva entre a FEVE com o VO₂ pico ($r=0,516$; $p=0,004$) e com o pulso O₂ máximo ($r=0,488$; $p=0,006$). Já a correlação entre a FEVE e o Declive VE/VCO₂, não foi significativa ($p>0,05$).

Efetivamente, as correlações entre algumas variáveis ecocardiográficas, da PECP e os níveis de NT- proBNP observadas neste estudo, confirmaram a relação previamente descrita na literatura por Pucci et al. (2020) entre a função ventricular, avaliada pela FEVE, e a capacidade funcional, refletida pelo VO_2 pico e pulso de O_2 máximo. Esta associação reforça a importância da FEVE enquanto marcador da reserva funcional cardíaca.

Pucci et al. (2020) demonstrou que, em doentes com IC, a FEVE apresenta uma correlação positiva e estatisticamente significativa com o VO_2 pico ($r=0,42$; $p<0,001$), tal como se verificou nos resultados do nosso estudo, reforçando a utilidade da FEVE como marcador da capacidade funcional. Os participantes com valores de VO_2 pico superiores ao previsto apresentaram um declive VE/VCO_2 mais baixo e valores mais elevados de pulso de O_2 máximo, padrões que também foram observados nesta amostra. Estes achados sugerem que tanto a função sistólica do VE como a do VD contribuem de forma significativa para a reserva funcional cardíaca.

A ausência de uma correlação significativa entre a FEVE e o declive VE/VCO_2 sugere que este último parâmetro está associado a mecanismos fisiopatológicos distintos, nomeadamente à eficiência ventilatória, a qual não depende diretamente da função sistólica do VE. Neste sentido, Lewis et al. (2008) investigaram os determinantes da eficiência ventilatória (expressa pelo declive VE/VCO_2) em doentes com IC, tendo concluído que este índice se encontra fortemente correlacionado com a função do VD e com a resistência vascular pulmonar, mas não com a FEVE. Estes dados reforçam a ideia de que a ineficiência ventilatória reflete, sobretudo, alterações da hemodinâmica pulmonar e do desempenho do VD, em detrimento da disfunção sistólica do VE. Também, em doentes com IC com FEVE preservada, o declive VE/VCO_2 mostrou-se associado de forma independente à resistência vascular pulmonar, não se correlacionando significativamente com a função sistólica do VE (Klaassen et al., 2017).

e) Correlação entre a Onda S' do anel tricúspide e o VO_2 pico e Declive VE/VCO_2 , em M2

No presente estudo verificou-se uma correlação positiva e significativa entre a onda S' do anel tricúspide e o VO_2 pico ($r=0,562$; $p=0,002$), sugerindo que a função

sistólica longitudinal do VD influencia a capacidade funcional, conforme descrito por Lloyd et al. (2021), que destacaram a onda S' do anel tricúspide como um importante preditor da capacidade funcional durante o exercício.

Contrariamente, não se observou correlação significativa entre a onda S' do anel tricúspide e o declive VE/VCO₂ (r=-0,122; p=0,519), o que indica que a eficiência ventilatória está associada a mecanismos fisiopatológicos distintos, possivelmente independentes da função sistólica do VD, como demonstrado por Arena et al. (2008), que relacionaram o declive VE/VCO₂ mais fortemente com a função do VD e a resistência vascular pulmonar.

f) Correlação entre o IMVE e o VO₂ pico, em M2

No nosso estudo, foi observada uma correlação negativa e significativa entre o IMVE e o VO₂ pico (r=-0,380; p=0,046), sugerindo que um maior IMVE (refletindo remodelação concêntrica adversa) se associa a pior capacidade funcional, como já descrito na literatura por Heizer et al. (2021) e Meyer et al. (2015). Efetivamente, remodelações concêntricas, com aumento da massa e redução do volume ventricular, têm sido associadas a capacidade de exercício diminuída, incluindo VO₂ pico reduzido, mesmo em doentes com FEVE preservada.

g) Correlação entre o NT-proBNP e o VO₂ pico, FEVE e Declive VE/VCO₂, em M2

Os resultados deste estudo, que evidenciam valores significativamente inferiores da FEVE nos indivíduos com NT-proBNP “alterado”, sugerem uma associação clara entre disfunção ventricular esquerda e elevação deste biomarcador. Este achado está em consonância com os dados de Martinsson et al. (2018), que observaram uma relação inversa entre FEVE e NT-proBNP em doentes com IC. No seu estudo, verificaram uma melhoria média de 9,1% na FEVE, acompanhada por uma redução significativa dos níveis de NT-proBNP (de aproximadamente 4.202 para 2.030 pg/mL) após um ano de seguimento. Embora se tenha verificado apenas uma tendência para valores inferiores de VO₂ pico nos indivíduos com NT-proBNP “alterado” neste estudo (p=0,053), estudos anteriores indicam que níveis elevados deste biomarcador se associam a uma menor capacidade funcional (Keteyian et al.,

2009; Martinsson et al., 2018). Por outro lado, a ausência de diferenças significativas no declive VE/VCO₂ entre os grupos, pode dever-se a limitações amostrais ou à menor sensibilidade deste parâmetro para detetar alterações ventilatórias em determinados subgrupos de doentes com disfunção cardíaca (Guazzi, Arena e Ascione, 2017).

Reinternamentos hospitalares

Relativamente ao número de reinternamentos hospitalares, neste estudo não se verificaram diferenças relevantes entre os grupos de intervenção e controlo. Estes resultados sugerem que, no contexto deste estudo, a intervenção aplicada não teve impacto significativo na redução do número de reinternamentos.

Contudo, a literatura sugere que a participação em programas de RC reduz significativamente as taxas de reinternamento e de mortalidade em doentes após EAM e com IC (Dunlay et al., 2014). Além disso, em doentes com IC, as sessões de reabilitação implementadas durante o internamento têm mostrado um impacto positivo na redução da mortalidade e das readmissões hospitalares (Scalvini et al., 2019). Um estudo recente de Duscha et al. (2024) demonstrou que a participação num programa de RC se associou a uma redução significativa do risco combinado de reinternamento ou morte nos 180 dias após a alta hospitalar. Adicionalmente, verificou-se uma relação dose-dependente, em que cada sessão adicional frequentada contribuiu para uma diminuição incremental do risco. Estes dados reforçam a importância da adesão a programas de RC, não apenas como estratégia de otimização funcional, mas também como medida preventiva eficaz na redução de eventos clínicos adversos a curto prazo.

6. Conclusão

O presente estudo demonstrou que a implementação de um programa de RC - fase II em doentes com FEVE < 50%, após um evento cardíaco agudo ou no contexto de IC crónica, promoveu melhorias estatisticamente significativas na função ventricular, evidenciadas pelo aumento da FEVE, bem como na capacidade funcional, avaliada através do VO_2 previsto, VO_2 pico, pulso máximo de O_2 , carga e FC máxima em esforço. Paralelamente, observou-se uma redução significativa dos níveis de NT-proBNP, biomarcador associado à gravidade da disfunção cardíaca.

Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (intervenção e controlo) nos parâmetros ecocardiográficos e laboratoriais após a participação nas sessões de RC, tal poderá dever-se à curta duração do programa, à dimensão limitada da amostra ou ao perfil clínico dos participantes. Ainda assim, os resultados obtidos sublinham a importância de investigações futuras com maior tempo de seguimento, que permitam uma avaliação mais robusta do impacto da RC, com especial enfoque na função ventricular direita e no seu potencial valor prognóstico.

No entanto, é importante destacar que, no grupo de intervenção, observaram-se diferenças estatisticamente mais significativas nos parâmetros ecocardiográficos nos doentes com DAC em comparação com os doentes com IC crónica. Por outro lado, na avaliação dos parâmetros obtidos na PECP, as melhorias mais relevantes ocorreram nos doentes com IC crónica.

Estes resultados sugerem que o programa de RC tem um impacto particularmente relevante na função sistólica do VE, promovendo uma remodelação estrutural potencialmente benéfica, mesmo num período relativamente curto de intervenção. Esta evidência está em consonância com diversos estudos prévios que demonstram que a RC, especialmente quando assente em exercício físico supervisionado, pode induzir melhorias significativas na função sistólica e na geometria do VE (Abreu et al., 2018; Bjarnason-Wehrens et al., 2020; Liu et al., 2024; Ohara et al., 2022; Rauch et al., 2016; Sadeghi et al., 2013; Wang et al., 2021; Zoroufian et al., 2012). De facto, tem sido demonstrado que a remodelação reversa

promovida pelo treino físico contribui para a melhoria da função ventricular esquerda (Ohara et al., 2022; Rauch et al., 2016; Sano et al., 2018), reforçando a importância de uma maior referência para programas de RC, sobretudo em doentes após EAM.

Neste estudo, foram identificadas correlações positivas e estatisticamente significativas entre a FEVE, a onda S' do anel tricúspide e os parâmetros de capacidade funcional (VO_2 pico e pulso máximo de O_2), bem como correlação negativa entre o IMVE e o VO_2 pico. Verificou-se também uma diferença estatisticamente significativa entre os doentes com valores de NT-proBNP “alterado” e a FEVE. Estes dados reforçam o contributo da RC para a melhoria da função cardíaca e da tolerância ao esforço, aspetos fundamentais para o prognóstico e qualidade de vida destes doentes.

No que diz respeito ao número de reinternamentos hospitalares, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos neste estudo, o que contrasta com a literatura (Duscha et al., 2024; Scalvini et al., 2019). Contudo, deve -se ter em conta que a amostra é reduzida.

Apesar das limitações associadas ao desenho observacional, retrospectivo e à reduzida dimensão amostral, o presente estudo reforça a relevância da RC enquanto intervenção multidisciplinar essencial na otimização do tratamento de doentes com disfunção ventricular. Os programas de RC revelam-se eficazes na melhoria da função cardíaca, na promoção da capacidade funcional e na prevenção de complicações, devendo, por isso, ser integrados como parte fundamental do seguimento destes doentes.

7. Limitações do estudo e perspectivas futuras

Este estudo apresenta várias limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

Primeiramente, trata-se de um estudo retrospectivo, com uma amostra pequena, não aleatorizada e maioritariamente composta por indivíduos do género masculino, o que limita a generalização dos resultados e impede a equalização de género.

A qualidade das janelas acústicas no ETT pode ter sido, em alguns casos, pouco satisfatórias, dificultando a correta avaliação de algumas variáveis e condicionando a inclusão de participantes. Adicionalmente, a análise ecocardiográfica não foi validada por métodos complementares, como a ressonância magnética cardíaca (RMC), e não se avaliou a variabilidade intra e interobservador, o que pode comprometer a precisão das medições.

A ausência de PECP no grupo de controlo, por se tratar de um estudo retrospectivo, constitui outra limitação importante, dificultando uma comparação homogénea dos efeitos da intervenção.

Importa ainda referir que técnicas ecocardiográficas mais avançadas, como o GLS e o ecocardiograma 3D, não foram utilizadas, uma vez que não faziam parte dos parâmetros adquiridos nos exames realizados durante o período em análise. Estas técnicas poderiam ter proporcionado uma avaliação mais precisa da função ventricular.

Para investigações futuras, será fundamental realizar-se um estudo prospetivo, com uma amostra mais alargada e representativa, incluindo doentes de ambos os géneros, integrando métodos de imagem avançada, como o GLS e o ecocardiograma 3D, e comparando os dados ecocardiográficos com os obtidos por RMC, por forma a obter uma caracterização mais robusta da função cardíaca e do impacto da RC.

8. Referências Bibliográficas

- Abreu, A., Mendes, M., Dores, H., Rio, P., Silveira, C., Fontes, P., Ribeiro, V. G., Silva, R., Pinto, F., Rodrigues, D., Ferreira, R., Gonçalves, F., Martins, P., Ferreira, M., Pimentel, R., Carvalho, M., Almeida, J., & Almeida, P. (2018). Mandatory criteria for cardiac rehabilitation programs: 2018 guidelines from the Portuguese Society of Cardiology. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 37(5), 363–373. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2018.02.006>
- Abreu, A., Dendale, P., Frederix, I., Janssen, A., Doherty, P., Piepoli, M. F., Koulouris, S., Kosińska, M., McGee, H., Sarda, J., Padayachee, T., & Bjarnason-Wehrens, B. (2019). Cardiac rehabilitation availability and delivery in Europe: How does it differ by region and compare with other high-income countries? *European Journal of Preventive Cardiology*, 26(11), 1131–1146. <https://doi.org/10.1177/2047487319827453>
- Abreu, A., Schmid, J.-P., Varnfield, M., Pogosova, N., Piepoli, M. F., McGee, H., O'Brien, P., De Smet, S., Bilge, A., Okkels, A., Zecchini, M., & Bjarnason-Wehrens, B. (2020). Standardization and quality improvement of secondary prevention through cardiovascular rehabilitation programmes in Europe: The avenue towards EAPC accreditation programme: A position statement of the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(5), 496–509. <https://doi.org/10.1177/2047487320924912>
- Adeghate, E., & Singh, J. (2014). Structural changes in the myocardium during diabetes-induced cardiomyopathy. *Heart Failure Reviews*, 19(1), 15–23. <https://doi.org/10.1007/s10741-013-9388-5>
- Aimo, A., Gaggin, H. K., Barison, A., Emdin, M., & Januzzi, J. L. Jr. (2019). Imaging, biomarker, and clinical predictors of cardiac remodeling in heart failure with reduced ejection fraction. *JACC: Heart Failure*, 7(9), 782–794. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2019.06.004>

- Ajah, O. N. (2024). Pulmonary embolism and right ventricular dysfunction: Mechanism and management. *Cureus*, 16(9), e70561. <https://doi.org/10.7759/cureus.70561>
- Ambrosetti, M., Abreu, A., Corra, U., Davos, C. H., Hansen, D., Frederix, I., Dendale, P., O'Conner, D., McGee, H., Rees, K., Santos, E., Piepoli, M. F., & Bjarnason-Wehrens, B. (2021). Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, 28(5), 460–495. <https://doi.org/10.1177/2047487320913379>
- Anderson, L., Oldridge, N., Thompson, D. R., Zwisler, A. D., Rees, K., Martin, N., Taylor, R. S., Setoguchi, T., Dalal, H., Bonmassar, A., Piepoli, M. F., & Cooper, N. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 67(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.044>
- Apostolakis, S., & Konstantinides, S. (2012). The right ventricle in health and disease: Insights into physiology, pathophysiology, and diagnostic management. *Cardiology*, 121(4), 263–273. <https://doi.org/10.1159/000338705>
- Arena, R., Myers, J., Abella, J., Peberdy, M. A., Pinkstaff, S., Guazzi, M., Bensimhon, D., Chase, P., & Kitzman, D. W. (2008). Cardiopulmonary exercise testing in patients with heart failure: Prognostic value and correlation with disease severity. *Circulation: Heart Failure*, 1(2), 101–108. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.785501>
- Arena, R., & Sietsema, K. E. (2011). Exercise in cardiovascular disease: Cardiopulmonary exercise testing in the clinical evaluation of patients with heart and lung disease. *Circulation*, 123, 668–680. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.974531>

- Bergmark, B. A., Mathenge, N., Merlini, P. A., Lawrence-Wright, M. B., & Giugliano, R. P. (2022). Acute coronary syndromes. *The Lancet*, 399(10332), 1347–1358. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)02391-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)02391-6)
- Bernard, A., Addetia, K., Dulgheru, R., Caballero, L., Sugimoto, T., Akhaladze, N., Athanassopoulos, G. D., Barone, D., Baroni, M., Cardim, N., Hagendorff, A., Hristova, K., Ilardi, F., Lopez, T., de la Morena, G., Popescu, B. A., Penicka, M., Ozyigit, T., Carbonero, J. D. R., van de Veire, N., Von Bardeleben, S., Vinereanu, D., Zamorano, L., Martinez, C., Magne, J., Cosyns, B., Donal, E., Habib, G., Badano, L. P., Lang, R. M., & Lancellotti, P. (2017). 3D echocardiographic reference ranges for normal left ventricular volumes and strain: Results from the EACVI NORRE study. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, 18(4), 475–483. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew284>
- Bettencourt, N., Mendes, L., Fontes, P., & others. (2020). Cardiovascular rehabilitation and prevention in Portugal: Current status and future perspectives. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 39(10), 609-618. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2020.10.009>
- Biering-Sørensen, T., & others. (2017). Global longitudinal strain by echocardiography predicts long-term risk of cardiovascular morbidity and mortality in a low-risk general population: The Copenhagen City Heart Study. *Circ Cardiovasc Imaging*, 10(3), e005521. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.116.005521>
- Bjarnason-Wehrens, B., Nebel, R., Jensen, K., & others. (2020). Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with reduced left ventricular ejection fraction: The Cardiac Rehabilitation Outcome Study in Heart Failure (CROS-HF): A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(9), 929–952. <https://doi.org/10.1177/2047487319854140>
- Braunwald, E. (2015). The war against heart failure: The Lancet lecture. *The Lancet*, 385(9970), 812–824. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61889-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61889-4)
- Buechel, E. R. V., & Mertens, L. L. (2012). Imaging the right heart: The use of integrated multimodality imaging. *European Heart Journal*, 33(8), 949–960. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr490>

- Bursi, F., Packer, M., & Rodeheffer, R. (2007). Assessment of right ventricular function by tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE). *European Journal of Echocardiography*, 8(3), 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2006.11.005>
- Carbone, S., Kim, Y., Kachur, S., Billingsley, H., Kenyon, J., De Schutter, A., Milani, R. V., & Lavie, C. J. (2022). Peak oxygen consumption achieved at the end of cardiac rehabilitation predicts long-term survival in patients with coronary heart disease. *European Heart Journal – Quality of Care and Clinical Outcomes*, 8(3), 361–367. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcab032>
- Chen, Q. F., et al (2025). Global burden of heart failure and its underlying causes in 204 countries and territories, 1990–2021. *European Heart Journal – Quality of Care and Clinical Outcomes*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcae110>
- Cho, J. H., Kutti Sridharan, G., Kim, S. H., Kaw, R., Abburi, T., Irfan, A., & Kocheril, A. G. (2014). Right ventricular dysfunction as an echocardiographic prognostic factor in hemodynamically stable patients with acute pulmonary embolism: A meta-analysis. *BMC Cardiovascular Disorders*, 14, 64. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-14-64>
- Chong, B., et al.. (2024, September 13). Global burden of cardiovascular diseases: Projections from 2025 to 2050. *European Journal of Preventive Cardiology*. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae281>
- Cipriano, G., da Silva, V. J. D., Marçal, I. R., Neves, L. M., de Sousa, C. V., & Lacerda, A. C. R. (2023). Changes in cardiorespiratory fitness and ventilatory efficiency in patients with heart failure after cardiac rehabilitation: A real-world data study. *Journal of Clinical Medicine*, 12(4), 1052. <https://doi.org/10.3390/jcm12041052>
- Cleland, J. G., Torabi, A., & Khan, N. K. (2005). Epidemiology and management of heart failure and left ventricular systolic dysfunction in the aftermath of a myocardial infarction. *Heart*, 91(Suppl 2), ii7–ii13; discussion ii31, ii43–ii48. <https://doi.org/10.1136/hrt.2005.062026>

- Collet, J. P., Thiele, H., Barbato, E., et al. (2021). 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 42(14), 1289–1367. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa575>
- Dallas, K., Dinas, P. C., Chryssanthopoulos, C., Dallas, G., Maridaki, M., Koutsilieris, M., & Philippou, A. (2021). The effects of exercise on VO₂peak, quality of life and hospitalization in heart failure patients: A systematic review with meta-analyses. *European Journal of Sport Science*, 21 (9), 1337–1350. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1846081>
- Dibben, G., Faulkner, J., Oldridge, N., Rees, K., Thompson, D. R., Zwisler, A. D., & Taylor, R. S. (2021, November 6). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11(11), CD001800. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001800.pub4>
- Dunlay, S. M., Pack, Q. R., Thomas, R. J., Killian, J. M., & Roger, V. L. (2014). Participation in cardiac rehabilitation, readmissions, and death after acute myocardial infarction. *The American Journal of Medicine*, 127(6), 538–546. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.02.008>
- Duscha, B. D., Ross, L. M., Hoselton, A. L., Piner, L. W., Pieper, C. F., & Kraus, W. E. (2024). A detailed analysis of cardiac rehabilitation on 180-day all-cause hospital readmission and mortality. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 44 (2), 99–106. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000835>
- Dutta, T., & Aronow, W. S. (2017). Echocardiographic evaluation of the right ventricle: Clinical implications. *Clinical Cardiology*, 40(8), 542–548. <https://doi.org/10.1002/clc.22694>
- Femia, G., French, J. K., Juergens, C., Leung, D., & Lo, S. (2021). Right ventricular myocardial infarction: Pathophysiology, clinical implications, and management. *Cardiovascular Medicine*, 22(4), 1229–1240. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204131>

- Fonseca, C., Brito, D., Cernadas, R., Ferreira, J., Franco, F., Rodrigues, T., Morais, J., & Silva Cardoso, J. (2017). For the improvement of heart failure treatment in Portugal - Consensus statement. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 36(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2016.10.006>
- Fontes, J. P., Vilela, E. M., Durazzo, A., & Teixeira, M. (2021). Current state of cardiac rehabilitation in Portugal: Results of the 2019 national survey. *Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)*, 40(11), 877–887. <https://doi.org/10.1016/j.repce.2021.10.024>
- Galiè, N., Barberà, J. A., Bonderman, D., Corris, P. A., Dahlström, U., D'Armini, A. M., Beghetti, M., Blasi, F., Masi, S., Simonneau, G., Vachiery, J. L., Hoeper, M. M., Peacock, A. J., Pompilio, P., De Marco, T., Pistoia, V., Sitbon, O., Lang, I., & Ghofrani, H. A. (2016). 2015 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *European Heart Journal*, 37(1), 67–119. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv317>
- Gallo, G., Autore, C., Volterrani, M., Barbato, E., & Volpe, M. (2025). Monitoring the effects of cardiac rehabilitation programs in heart failure patients: The role of biomarkers. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, 32(3), 287–297. <https://doi.org/10.1007/s40292-025-00707-y>
- Guazzi, M., & Borlaug, B. A. (2012). Pulmonary hypertension due to left heart disease. *Circulation*, 126(8), 975–990. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.085761>
- Guazzi, M., Arena, R., & Ascione, S. (2017). Clinical and hemodynamic correlates and prognostic value of VE/VCO₂ slope in patients with heart failure with preserved ejection fraction and pulmonary hypertension. *European Journal of Heart Failure*, 19(6), 870–878. <https://doi.org/10.1002/ejhf.726>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2017). *Tratado de fisiologia médica* (13.^a ed.). Elsevier.
- Guzman-Ramirez, D., Trujillo-Garcia, A., Lopez-Rincon, M., & Lopez, R. B. (2023). Right ventricular function and exercise tolerance in patients with ST-elevation

myocardial infarction. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(9), e20220799.
<https://doi.org/10.36660/abc.20220799>

Haddad, F., Doyle, R., Murphy, D. J., & Hunt, S. A. (2008). Right ventricular function in cardiovascular disease, part II: Pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure. *Circulation*, 117(13), 1717–1731.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.653584>

Hahn, R. T., Lawlor, M. K., Davidson, C. J., Badhwar, V., Sannino, A., Spitzer, E., Lurz, P., Lindman, B. R., Topilsky, Y., Baron, S. J., Chadderdon, S., Khalique, O. K., Tang, G. H. L., Taramasso, M., Grayburn, P. A., Badano, L., Leipsic, J., Lindenfeld, J., Windecker, S., Vemulapalli, S., Redfors, B., Alu, M. C., Cohen, D. J., Rodés-Cabau, J., Ailawadi, G., Mack, M., Ben-Yehuda, O., Leon, M. B., & Hausleiter, J. (2023). Tricuspid Valve Academic Research Consortium definitions for tricuspid regurgitation and trial endpoints. *European Heart Journal*, 44(43), 4508–4532. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad653>

Hambrecht, R., et al. (1998). Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation*, 98(24), 2709–2715.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.98.24.2709>

Haykowsky, M., Scott, J., Esch, B., et al. (2011). A meta-analysis of the effects of exercise training on left ventricular remodeling following myocardial infarction: Start early and go longer for greatest exercise benefits on remodeling. *Trials*, 12. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-12-92>

Heizer, J., Carbone, S., Billingsley, H. E., Van Tassel, B. W., Arena, R., Abbate, A., & Canada, J. M. (2021). Left ventricular concentric remodeling and impaired cardiorespiratory fitness in patients with heart failure and preserved ejection fraction. *Minerva Cardiology and Angiology*, 69(4), 438–445.
<https://doi.org/10.23736/S2724-5683.20.05295-0>

Ibanez, B., James, S., Agewall, S., Antunes, M. J., Bucciarelli-Ducci, C., Bueno, H., Carrié, P., de Groot, P. G., Fernandes, S., Garcia, S., Haude, M., Katus, H. A., Knuti, J., Lang, I., Linde, J., Lindholm, D., Mori, A., Oto, A., Piegas, L. S., Puig,

- T., Rezkalla, S. H., & Zeymer, U. (2018). 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 39(2), 119–177. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx393>
- Kaplan, A., Abidi, E., Ghali, R., Booz, G. W., Kobeissy, F., & Zouein, F. A. (2017). Functional, cellular, and molecular remodeling of the heart under influence of oxidative cigarette tobacco smoke. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, Article 3759186. <https://doi.org/10.1155/2017/3759186>
- Keteyian, S. J., Patel, M., Kraus, W. E., et al. (2009). N-terminal pro-brain natriuretic peptide and exercise capacity in chronic heart failure: Data from the HF-ACTION study. *American Heart Journal*, 158 (2), 358–364. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2009.05.012>
- Kim, J., di Franco, A., Seoane, T., Cernaianu, S., Hansen, M., Baryshev, A., Moshier, E., Lutz, J., Patel, S., & Ghosh, K. (2016). Right ventricular dysfunction impairs effort tolerance independent of left ventricular function among patients undergoing exercise stress myocardial perfusion imaging. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, 9(11). <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.116.005115>
- Klaassen, S. H. C., Liu, L. C. Y., Hummel, Y. M., Damman, K., van der Meer, P., Voors, A. A., Hoendermis, E. S., & van Veldhuisen, D. J. (2017). Clinical and hemodynamic correlates and prognostic value of VE/VCO₂ slope in patients with heart failure with preserved ejection fraction and pulmonary hypertension. *Journal of Cardiac Failure*, 23(11), 777–782. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2017.07.397>
- Kolb, T. M., & Hassoun, P. M. (2012). Right ventricular dysfunction in chronic lung disease. *Cardiology Clinics*, 30(2), 243–256. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2012.03.005>
- Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-Avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F. A., Foster, E., Grosse-Wortmann, L., Klein, A. L., Nesser, H. J., Pellikka, P. A., Picard, M. H., & Ternacle, J. (2015). Recommendations for

cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 28(1), 1–39. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>

Leancă, S. A., Crișu, D., Petriș, A. O., Afrăsânie, I., Genes, A., Costache, A. D., Tesloianu, D. N., & Costache, I. I. (2022). Left ventricular remodeling after myocardial infarction: From physiopathology to treatment. *Life (Basel)*, 12(8), 1111. <https://doi.org/10.3390/life12081111>

Lewis, G. D., Shah, R. V., Pappagianopolas, P. P., Systrom, D. M., & Semigran, M. J. (2008). Determinants of ventilatory efficiency in heart failure: The role of right ventricular performance and pulmonary vascular tone. *Circulation: Heart Failure*, 1(4), 227–233. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.785501>

Lima, M. S. M., Silva, A. J., Ribeiro, A. A., Santana, P. M., Pinto, S. B., & Costa, F. L. (2023). Influence of physical training after a myocardial infarction on left ventricular contraction mechanics. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(4), e20220185. <https://doi.org/10.36660/abc.20220185>

Lloyd, G., McLaren, J., Roy, B., Rakhit, D., & Gunarathne, S. (2021). The relationship between oxygen uptake and the rate of myocardial deformation during exercise. *Journal of Clinical Exercise Physiology*, 10(3), 85–93. <https://doi.org/10.31189/2165-6193-10.3.85>

Liu, Y., Kobayashi, Y., Watanabe, H., Oikawa, K., Fukuda, T., & Ogasawara, K. (2024). Impact of cardiac rehabilitation on ventricular-arterial coupling and left ventricular function in patients with acute myocardial infarction. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 11(2), 46. <https://doi.org/10.3390/jcdd11020046>

Mampuya, W. M. (2012). Cardiac rehabilitation past, present and future: An overview. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, 2(1), 38–49. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2223-3652.2012.01.02>

- Martinsson, A., Oest, P., Wiborg, M.-B., Reitan, Ø., & Smith, J. G. (2018). Longitudinal evaluation of ventricular ejection fraction and NT-proBNP across heart failure subgroups. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, 52(3), 136–142. <https://doi.org/10.1080/14017431.2018.1461920>
- McDonagh, T. A., Metra, M., Adamo, M., Baumbach, A., Böhm, M., Burri, H., Čelutkienė, J., Chioncel, O., Cleland, J. G. F., Coats, A. J. S., Crespo-Leiro, M. G., Farmakis, D., Gardner, R. S., Gilard, M., Heymans, S., Hoes, A. W., Jaarsma, T., Jankowska, E. A., Lainscak, M., ... Koskinas, K. C. (2021). *2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC*. *European Heart Journal*, 42(36), 3599–3726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>
- McDonagh, T. A., Baumgartner, H., Bøtker, H. E., Burri, H., Cikes, M., Cosyns, B., et al.; ESC Scientific Document Group. (2022). 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Journal of Heart Failure*, 24(1), 4–131. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2333>
- McGregor, G., Gaze, D., Oxborough, D., O'Driscoll, J., & Shave, R. (2016). Reverse left ventricular remodeling: Effect of cardiac rehabilitation exercise training in myocardial infarction patients with preserved ejection fraction. *Minerva Medica*, 52. Retrieved from <http://www.minervamedica.it>
- McMurray, J. J. V., & Pfeffer, M. A. (2005). Heart failure. *The Lancet*, 365(9474), 1877–1889. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66621-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66621-4)
- Meyer, M., McEntee, R. K., Nyotowidjojo, I., Chu, G., & LeWinter, M. M. (2015). Relationship of exercise capacity and left ventricular dimensions in patients with

a normal ejection fraction: An exploratory study. *PLoS One*, 10(3), e0119432.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119432>

Motoki, H., Borowski, A. G., Shrestha, K., Mor-Avi, V., et al. (2014). Right ventricular global longitudinal strain provides prognostic value incremental to left ventricular ejection fraction in patients with heart failure. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 27(7), 726–732.
<https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.02.007>

Nagueh, S. F., Smiseth, O. A., Appleton, C. P., Byrd, B. F., Dokainish, H., Edvardsen, T., et al. (2016). Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *European Journal of Echocardiography*, 17(12), 1321–1360. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew082>

Ohara, K., Imamura, T., Ihuri, H., Chatani, K., Nonomura, M., Kameyama, T., & Inoue, H. (2022, February 18). Association between right ventricular function and exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Journal of Clinical Medicine*, 11(4), 1066. <https://doi.org/10.3390/jcm11041066>

Owan, T. E., Hodge, D. O., Herges, R. M., Jacobsen, S. J., Roger, V. L., & Redfield, M. M. (2006). Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. *The New England Journal of Medicine*, 355(3), 251–259.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa052256>

Paulus, W. J., & Tschöpe, C. (2013). A novel paradigm for heart failure with preserved ejection fraction. *Journal of the American College of Cardiology*, 62(4), 263–271. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.02.092>

Pearson, M. J., King, N., & Smart, N. A. (2018). Effect of exercise therapy on established and emerging circulating biomarkers in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Open Heart*, 5(2), e000819.
<https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000819>

Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Corrado, D., D'Andrea, A., D'Ascenzi, F., Di Paolo, F. M., Edvardsen, T., Frigo, A. C., La Gerche, A., Limongelli, G., Mazzanti, A., Panhuyzen-Goedkoop, N., Schmied,

- C. M., Serratos, L., Zorzi, A., ... Vanhees, L. (2021). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European Heart Journal*, 42(1), 17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
- Piepoli, M. F., Corrà, U., Adamopoulos, S., Benzer, W., Bjarnason-Wehrens, B., Dendale, P., Gaita, D., Höfer, S., Hoffmann, U., Rauch, B., Schmid, J. P., Takken, T., & Verschuren, M. (2014). Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases... *European Journal of Preventive Cardiology*, 21(6), 664–681. <https://doi.org/10.1177/2047487312449597>
- Piepoli, M. F., Hoes, A. W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A. L., Cooney, M.-T., Corra, U., Cosyns, B., Deaton, C., Graham, I., Hall, M. S., Hobbs, F. D. R., Løchen, M.-L., Löllgen, H., Marques-Vidal, P., Perk, J., Prescott, E., Redon, J., ... Verschuren, W. M. M. (2016). 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 37, 2315–2381. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw106>
- Plana, J. C., Galderisi, M., Barone, D., Borlaug, B. A., & Doughty, R. N. (2009). Global longitudinal strain: A novel index of left ventricular systolic function. *European Journal of Heart Failure*, 11(6), 456–463. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfp065>
- Ponikowski, P., Voors, A. A., Anker, S. D., Bueno, H., Cleland, J. G. F., Coats, A. J. S., Falk, V., González-Juanatey, J. R., Harjola, V.-P., Jankowska, E. A., Jessup, M., Linde, C., Nihoyannopoulos, P., Parissis, J. T., Pieske, B., Riley, J. P., Rosano, G. M. C., Ruilope, L. M., Ruschitzka, F., ... van der Meer, P. (2016). ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*, 37(27), 2129–2200. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
- Prakash, V., Jaker, S., Burgan, A., Jacques, A., Fluck, D., Sharma, P., Fry, C. H., & Han, T. S. (2021). The smoking-dyslipidaemia dyad: A potent synergistic risk for atherosclerotic coronary artery disease. *JRSM Cardiovascular Disease*, 10, 2048004020980945. <https://doi.org/10.1177/2048004020980945>

- Pucci, G., Alessio, S., Russo, A., Cerasari, A., Dominioni, I., Sanesi, L., Filippucci, L., & Vaudo, G. (2020). Relationship between echocardiographic and functional parameters in patients with heart failure undergoing cardiopulmonary exercise test. **Minerva Cardioangiologica*, *68*(2), 72–80. <https://doi.org/10.23736/S0026-4725.20.05179-8>
- Ralapanawa, U., & Sivakanesan, R. (2021). Epidemiology and the magnitude of coronary artery disease and acute coronary syndrome: A narrative review. *Journal of Epidemiology and Global Health*, *11*(2), 169–177. <https://doi.org/10.2991/jegh.k.201217.001>
- Rauch, B., Davos, C. H., Doherty, P., Saure, D., Metzendorf, M.-I., Salzwedel, A., Schmid, J. P., & Bjarnason-Wehrens, B. (2016). The prognostic effect of cardiac rehabilitation in the era of acute revascularisation and statin therapy: A systematic review and meta-analysis of randomized and non-randomized studies – The Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS). *European Journal of Preventive Cardiology*, *23*(18), 1914–1939. <https://doi.org/10.1177/2047487316671181>
- Reynolds, H. R., Srichai, M. B., Iqbal, S. N., Slater, J. N., Mancini, G. B. J., Feig, J. E., Pena-Sing, I., Yalamanchili, V., Axel, L., Hochman, J. S., & Bairey Merz, C. N. (2011). Mechanisms of myocardial infarction in women without angiographically obstructive coronary artery disease. *Circulation*, *124*(13), 1414–1425. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.026542>
- Roffi, M., Patrono, C., Collet, J. P., Mueller, C., Valgimigli, M., Andreotti, F., Bax, J. J., Borger, M. A., Brotons, C., Chew, D. P., Gencer, B., Hasenfuss, G., Kjeldsen, K., Lancellotti, P., Landmesser, U., Mehilli, J., Mukherjee, D., Storey, R. F., Windecker, S., & ESC Scientific Document Group. (2016). 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal*, *37*(3), 267–315. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv320>
- Rosenkranz, S., Gibbs, J. S., Wachter, R., De Marco, T., Vonk-Noordegraaf, A., & Vachiéry, J. L. (2016). Left ventricular heart failure and pulmonary hypertension.

European Heart Journal, 37(12), 942–954.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv512>

Sano, H., Tanaka, H., Motoji, Y., et al. (2018). Echocardiography during preload stress for evaluation of right ventricular contractile reserve and exercise capacity in pulmonary hypertension. *Echocardiography*, 35(12), 1997–2004.
<https://doi.org/10.1111/echo.14161>

Sadeghi, M., Garakyaraghi, M., Khosravi, M., Taghavi, M., Sarrafzadegan, N., & Roohafza, H. (2013). The impacts of cardiac rehabilitation program on echocardiographic parameters in coronary artery disease patients with left ventricular dysfunction. *Cardiology Research and Practice*, 2013, 201713.
<https://doi.org/10.1155/2013/201713>

Scalvini, S., Grossetti, F., Paganoni, A. M., La Rovere, M. T., Pedretti, R. F., & Frigerio, M. (2019). Impact of in-hospital cardiac rehabilitation on mortality and readmissions in heart failure: A population study in Lombardy, Italy, from 2005 to 2012. *European Journal of Preventive Cardiology*, 26(8), 808–817.
<https://doi.org/10.1177/2047487319833512>

Seo, Y., Ishizu, T., Ieda, M., & Ohte, N. (2020). Right ventricular three-dimensional echocardiography: The current status and future perspectives. *Journal of Echocardiography*, 18(3), 149–159. <https://doi.org/10.1007/s12574-020-00468-8>

Shahim, B., Kapelios, C. J., Savarese, G., & Lund, L. H. (2023). Global public health burden of heart failure: An updated review. *Cardiac Failure Review*, 9, e11.
<https://doi.org/10.15420/cfr.2023.05>

Silva, C., Sá, F., & Leal, M. (2019). Continuity of care to the patient with acute myocardial infarction: Integrative literature review. *Pensar Enfermagem*, 23(1), 59–71.

Silveira, C., & Abreu, A. (2016). Reabilitação cardíaca em Portugal: Inquérito 2013-2014. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 35(12), 659–668.
<https://doi.org/10.1016/j.repc.2016.06.006>

- Slijivic, A., Kleut, M. P., Bukumiric, Z., & Celic, V. (2018). Association between right ventricle two- and three-dimensional echocardiography and exercise capacity in patients with reduced left ventricular ejection fraction. *PLOS ONE*, 13(6), e0199439. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199439>
- Sociedade Portuguesa de Cardiologia. (2025). *Pockets: Insuficiência cardíaca – Versão definitiva 6* (I. M. Ribeiro, Trad.; A. Andrade, M. Peres & J. Ferreira, Rev.; J. Ferreira, Coord.). https://spc.pt/wp-content/uploads/2025/04/Pockets-insuficiencia-cardiaca-versao-definitiva-6_compressed.pdf
- Sugimoto, T., Dulgheru, R., Bernard, A., Ilardi, F., Contu, L., Addetia, K., Caballero, L., Akhaladze, N., Athanassopoulos, G. D., Barone, D., Baroni, M., Cardim, N., Hagendorff, A., Hristova, K., Lopez, T., de la Morena, G., Popescu, B. A., Moonen, M., Penicka, M., Ozyigit, T., Rodrigo Carbonero, J. D., van de Veire, N., von Bardeleben, R. S., Vinereanu, D., Zamorano, J. L., Go, Y. Y., Rosca, M., Calin, A., Magne, J., Cosyns, B., Marchetta, S., Donal, E., Habib, G., Galderisi, M., Badano, L. P., Lang, R. M., & Lancellotti, P. (2017). Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular 2D strain: Results from the EACVI NORRE study. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, 18(8), 833–840. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex140>
- Surkova, E., Cosyns, B., Gerber, B., Gimelli, A., La Gerche, A., & Ajmone Marsan, N. (2022). The dysfunctional right ventricle: The importance of multi-modality imaging. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, 23(7), 885–897. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeac037>
- Tabelo, L., Tadic, M., Galderisi, M., Faggiano, A., Frumento, P., & de Luca, G. (2021). Mechanisms of exercise capacity improvement after cardiac rehabilitation following myocardial infarction assessed with combined stress echocardiography and cardiopulmonary exercise testing. *Journal of Clinical Medicine*, 10(18), 4115. <https://doi.org/10.3390/jcm10184115>
- Tabet, J.-Y., Meurin, P., Driss, A. B., Weber, H., Renaud, N., & Grosdemouge, A. (2009). Benefits of exercise training in patients post–myocardial infarction:

Comparison of two training modalities. *Archives of Cardiovascular Diseases*, 102 (10), 571–579. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2009.06.003>

Tajima, M., Nakayama, A., Uewaki, R., Mahara, K., Isobe, M., & Nagayama, M. (2019). Right ventricular dysfunction is associated with exercise intolerance and poor prognosis in ischemic heart disease. *Heart and Vessels*, 34(3), 385–392. <https://doi.org/10.1007/s00380-018-1253-y>

Taylor, R. S., Long, L., Mordi, I. R., Madsen, M. T., Davies, E. J., Dalal, H., Rees, K., Singh, S. J., Glud, C., & Zwisler, A. D. (2019, August). Exercise-based rehabilitation for heart failure: Cochrane systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *JACC: Heart Failure*, 7(8), 691–705. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2019.04.023>

Thygesen, K., Alpert, J. S., Jaffe, A. S., Simoons, M. L., Chaitman, B. R., White, H. D., & the Writing Group on behalf of the Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction. (2012). Third universal definition of myocardial infarction. *European Heart Journal*, 33(20), 2551–2567. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs184>

Thygesen, K., Alpert, J. S., Jaffe, A. S., Chaitman, B. R., Bax, J. J., Morrow, D. A., White, H. D., & the Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC)/American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA)/World Heart Federation (WHF) Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction. (2019). Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *European Heart Journal*, 40(3), 237–269. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy462>

Timmis, A., Townsend, N., Gale, C. P., Torbica, A., Lettino, M., Petersen, S. E., Mossialos, E. A., Maggioni, A. P., Kazakiewicz, D., May, H. T., de Smedt, D., Mladenovic, Z., Blum, M. R., Weidinger, F., Huculeci, R., Huber, K., Hindricks, G., Bax, J., Casadei, B., & ESC Scientific Document Group. (2020). European Society of Cardiology: Cardiovascular disease statistics 2019. *European Heart Journal*, 41(1), 12–85. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz859>

- Timmis, A., Butterworth, A. S., Zühlke, L., Natarajan, S. G., Okrainec, K., Conte, E., Gaita, D., Keltai, M., Chew, D. P., Lopez-Jaramillo, P., Bano, A., Mamas, M. A., Morrish, G. A., Loucks, A., Wilkins, E., & Townsend, N. (2022). European Society of Cardiology: Cardiovascular disease statistics 2021: Executive summary. *European Heart Journal – Quality of Care and Clinical Outcomes*, 8, 377–382. <https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcab036>
- Tomek, J., & Bub, G. (2017). Hypertension-induced remodelling: On the interactions of cardiac risk factors. *The Journal of Physiology*, 595(12), 4027–4036. <https://doi.org/10.1113/JP273043>
- Tomoaia, R., Floria, M., Enache, R., & Arsenescu Georgescu, C. (2021). Global work index by non-invasive pressure-strain loops: A novel parameter to assess left ventricular performance in the early stages of heart failure with preserved or mid-range ejection fraction after acute myocardial infarction. *Medical Ultrasonography*, 23(1), 62–69. <https://doi.org/10.11152/mu-2672>
- Turk-Adawi, K., Sarrafzadegan, N., & Grace, S. L. (2014). Global availability of cardiac rehabilitation. *Nature Reviews Cardiology*, 11(10), 586–596. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2014.98>
- Vachiéry, J. L., Tedford, R. J., Rosenkranz, S., Palazzini, M., Lang, I. M., Guazzi, M., Vonk-Noordegraaf, A., & Vizza, C. D. (2019). Pulmonary hypertension due to left heart disease. *European Respiratory Journal*, 53(1), Article 1801897. <https://doi.org/10.1183/13993003.01897-2018>
- van de Heyning, C. M., de Maeyer, C., Pattyn, N., Cornelissen, V., Beckers, P. J., Coeckelberghs, E., Buys, R., & Vanhees, L. (2018). Impact of aerobic interval training and continuous training on left ventricular geometry and function: A SAINTEX-CAD substudy. *International Journal of Cardiology*, 257, 193–198. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.11.053>
- Wang, Y., Chien, C. W., Xu, Y., & Tung, T. H. (2021). Effect of exercise-based cardiac rehabilitation on left ventricular function in Asian patients with acute myocardial infarction after percutaneous coronary intervention: A meta-analysis of

randomized controlled trials. *Healthcare*, 9(6), 774.
<https://doi.org/10.3390/healthcare9060774>

Weir, R. A., McMurray, J. J., & Velazquez, E. J. (2006). Epidemiology of heart failure and left ventricular systolic dysfunction after acute myocardial infarction: Prevalence, clinical characteristics, and prognostic importance. *American Journal of Cardiology*, 97(10A), 13F–25F.
<https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2006.03.005>

Weir, R. A., & McMurray, J. J. (2006). Epidemiology of heart failure and left ventricular dysfunction after acute myocardial infarction. *Current Heart Failure Reports*, 3(4), 175–180. <https://doi.org/10.1007/s11897-006-0029-x>

World Health Organization. (2017). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. World Health Organization. [https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

World Health Organization. (2021, June 11). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

World Medical Association. (2013). *Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial – Princípios éticos para a investigação médica em seres humanos*. Aprovada pela 64.^a Assembleia Geral da AMM, Fortaleza, Brasil. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>.

Zahedi, M., & Shirmohammadi, M. (2022). The effect of cardiac rehabilitation on left and right ventricular function in post primary PCI patients. *ARYA Atherosclerosis*, 18(3), 1–7. <https://doi.org/10.5812/arya-118679>

Zhang, Y. M., Liu, J., Zhang, Z. F., Wang, J. J., Li, Y. M., Zhang, L., Liu, P., Zhang, J. F., Wang, X. Y., Li, X. F., Zhang, T., Hu, Z. M., & Zhang, X. R. (2016). The effects of different initiation time of exercise training on left ventricular remodeling and cardiopulmonary rehabilitation in patients with left ventricular

dysfunction after myocardial infarction. *Disability and Rehabilitation*, 38(3), 268–276. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1036174>

Zoroufian, A., Taherian, A., Hosseini, S. K., Sardari, A., & Sheikhvatan, M. (2012). Effects of cardiac rehabilitation program on right ventricular function after coronary artery bypass graft surgery. *Journal of Tehran Heart Center*, 7(1), 25–29. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-12-92>

Zoghbi, W. A., Adams, D., Bonow, R. O., Enriquez-Sarano, M., Foster, E., Grayburn, P. A., Nagueh, S. F., Otterstad, J. E., Pellikka, P. A., Redberg, R. F., Rudski, L. G., Ryan, T., Schiller, N. B., Shah, P. M., Shernan, S. K., Solomon, S. D., Waggoner, A. D., & Weissman, N. J. (2017). Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 30(5), 482–501. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.02.008>

9. Anexos

9.1 Anexo I – Aprovação do Conselho de Administração da ULSRA

Unidade Local de saúde da Região Aveiro

Avenida Artur Ravara – 3814-801 AVEIRO
Tel. 234 378 300 – Fax 234 378 395
sec-geral@chbv.min-saude.pt
Matricula na Conservatória do Registo Comercial
de Aveiro
Capital Social 40.284.651 €
Pessoa Coletiva nº 510 123 210

Exma. Senhora
Andreia Cruz
72495@chbv.min-saude.pt

S/ Ref.* S/ Comunicação de N/ Ref.* ULS RA.CES/2024.007.01 Aveiro, 19-03-2025

ASSUNTO: Resposta ao s/ Pedido de confirmação para a realização de estudo na ULS RA, E.P.E.

Em resposta à s/ solicitação subordinada ao estudo "Avaliação do efeito da Reabilitação Cardíaca na função ventricular esquerda e direita" vimos, pelo presente, informar que por deliberação do Conselho de Administração de 13 de março de 2025, se encontra autorizado o pedido formulado e sobre o qual a Comissão de ética deu parecer positivo.

Nesse sentido, solicitamos a V. Exa se digne enviar um relatório final ao Gabinete de Investigação da ULS RA, E.P.E.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente do Conselho de Administração



(Margarida França, Dra.)
Margarida França
Presidente CA ULSRA, EPE

Consentimento Informado, esclarecido e livre

SERVIÇO: Gabinete de Investigação Clínica DATA: Outubro 2024 REVISÃO: 2027	APROVADO: CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO DATA: CÓDIGO DO DOCUMENTO CI.GINV.002.00 CI Revisões:
Nome Morada Data de nascimento Processo nº	(colar etiqueta)
Nome do Procedimento: Consentimento Livre e Esclarecido para Participar em Investigação Clínica	

Título do estudo: "Avaliação do efeito da Reabilitação Cardíaca na função ventricular esquerda e direita"
Enquadramento: A reabilitação cardíaca (RC) é uma intervenção multidisciplinar que ajuda o doente na sua recuperação em múltiplas situações, nomeadamente após a ocorrência de um infarcto agudo do miocárdio (IAM). Trata-se de um programa abrangente, multidisciplinar, que integra o treino físico, modificação de fatores de risco, sessões temáticas educativas e apoio psicológico, tendo como principal objetivo melhorar a qualidade de vida do doente, nomeadamente aumentar a capacidade física para uma vida ativa, prevenir futuros eventos e evitar o reinternamento hospitalar. A capacidade de exercício dos doentes após a ocorrência de um IAM, com função ventricular deprimida, relaciona-se a uma maior mortalidade e morbilidade. Efetivamente, a RC tem sido reconhecida como uma das estratégias mais eficazes no controlo do risco cardiovascular, na melhoria da qualidade de vida, na melhoria da resistência ao esforço, na diminuição do número de hospitalizações e na redução da mortalidade e morbilidade.

Objetivo do estudo: O objetivo primordial deste estudo é avaliar o impacto da RC na função ventricular esquerda e direita em doentes após um evento coronário agudo ou com doença cardiovascular crónica, com fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) reduzida, verificando se existe uma melhoria da função ventricular após o programa de RC, e identificar os parâmetros ventriculares, esquerdos e direitos, que mais são influenciados.

Local do estudo: Este estudo é um estudo observacional e retrospectivo não aleatório, que tem por base a análise de dados previamente recolhidos no programa da Unidade de Reabilitação Cardíaca da ULRSA - Hospital Infante D. Pedro, em Aveiro, no Serviço de Cardiologia, no âmbito da obtenção do grau de mestre da investigadora principal, em Fisiologia Clínica – Especialização em ultrasonografia cardíaca e função vascular, pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTESC).

A equipa envolvida no estudo é composta pela investigadora principal, Técnica de Cardiopneumologia Andreia Cruz, funcionária no serviço de Cardiologia da ULRSA, sendo a responsável pela recolha e tratamento dos dados e elaboração do estudo científico; orientador científico de investigação, Professor Doutor Joaquim Moreira Castanheira, responsável pela supervisão de todo o estudo e pela coordenação da investigação; orientador estatístico, Professor Doutor João Paulo Figueiredo, responsável pela supervisão do tratamento estatístico dos dados.

NOTA: Este documento é feito em duas vias: uma para o processo e outra para ficar na posse de quem consente.

9.2 Anexo II – Consentimento informado esclarecido e livre

Consentimento Informado, esclarecido e livre

dados; e pelo coordenador, Professor Doutor José Marques Barros, Assistente Graduado Sênior de Cardiologia e Responsável pelo Gabinete de Investigação da ULRSA, Professor Adjunto Convidado do DCM – UA, Investigador do BIMED e Membro da direção do CAC – Egas Moniz, também responsável pela supervisão e orientação do estudo a elaborar. Como coordenador de todo o processo, Professor Doutor Telmo Pereira, docente coordenador do Mestrado em Fisiologia Clínica a decorrer no ESTESC.

Explicação do estudo e finalidades: irão ser definidos 2 grupos: um grupo de intervenção que ingressou no programa de RC fase 2 da ULRSA e um grupo de controlo que não ingressou em qualquer programa de RC. O grupo de intervenção é composto por doentes de ambos os géneros, após a ocorrência de um evento coronário agudo ou por doença cardiovascular crónica com FEVE reduzida e que integraram o programa de RC fase 2 da ULRSA entre setembro de 2021 e dezembro de 2024. O programa dura 12 semanas, envolvendo exercício combinado (aeróbio e força), prescrito com base na prova de esforço cardiopulmonar (PECP) previamente realizada e supervisionado por profissionais especializados, estando sempre presente no ginásio um médico cardiologista.

Para a recolha da amostra e seleção dos participantes não será necessário o preenchimento de questionários, apenas será entregue um consentimento informado com toda a informação detalhada do estudo para fins de investigação clínica.

Os dados dos doentes serão avaliados em dois momentos: antes da RC, momento 1 (M1) e após as 12 semanas das sessões de RC, momento 2 (M2). Irá ser feita, para cada doente, a recolha e análise dos dados demográficos (nome, idade e género), antropométricos (IMC, pressão arterial), fatores de risco cardiovascular e comorbilidades e dados clínicos, através da análise dos valores dos resultados obtidos no ecocardiograma transtorácico (ETT), na PECP com avaliação do consumo de Oxigénio (O₂) e nas análises sanguíneas para avaliação específica do fragmento N-terminal do peptídeo natriurético tipo B (NT-proBNP).

Relativamente ao grupo de controlo, irão ser considerados todos os doentes com as mesmas características demográficas, antropométricas e clínicas que os doentes do grupo de intervenção, mas que não ingressaram no programa de RC. Este grupo é também avaliado em dois momentos, após o evento coronário agudo ou doença cardiovascular crónica com FEVE reduzida, e após 12 semanas do evento, que correspondem ao M1 e M2, do grupo de intervenção, respetivamente, através da avaliação dos resultados obtidos das análises sanguíneas para a avaliação específica do NT-proBNP e por ETT. Como este grupo não realizou as sessões de RC, não serão realizadas a PECP.

De referir que todos os dados estão inseridos na base de dados da Unidade de RC da ULRSA, assim como os resultados/referências dos exames efetuados pelo doente (PECP, ETT e análises sanguíneas) estão disponíveis no SClínico, e não ser guardados durante todo o processo do desenvolvimento do projeto de investigação (até à apresentação da tese final), e posteriormente serão apagados.

Condições e financiamento: Este estudo não é financiado por qualquer bolsa ou fundo de investigação, e mereceu a aprovação da Comissão de Ética da ULRSA. Tem o caráter voluntário na participação e não acarreta quaisquer prejuízos, assistências ou outros, caso o doente não pretenda participar. A informação recolhida é anónima e confidencial, com uso exclusivo dos dados para o presente estudo.

Confidencialidade e anonimato: Todos os dados do projeto serão recolhidos de acordo com o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), em vigor desde 25 de maio de 2018, e em conformidade com a política de privacidade da ULRSA. A confidencialidade e anonimato dos dados serão garantidos, com uso exclusivo dos dados para o presente estudo (sem registo de dados de identificação). Após análise de toda a informação recolhida, os dados serão guardados numa base de dados protegida por palavra-passe. Os dados recolhidos são para uso exclusivo do presente estudo, não existindo quaisquer interesses financeiros a motivar o estudo. Em qualquer momento, o participante poderá livremente recusar ou interromper a participação no estudo, sem qualquer tipo

NOTA: Este documento é feito em duas vias: uma para o processo e outra para ficar na posse de quem consente.

Consentimento Informado, esclarecido e livre

de penalização por este facto, após o contacto com a Investigadora principal através do seu email institucional: 72495@chbv.min-saude.pt

Agradecimentos e identificação do/a investigador/a e da pessoa que pede o consentimento, se for diferente:

A sua colaboração é da maior importância e contributo fundamental para atingir os objetivos pretendidos.

Para quaisquer esclarecimentos adicionais, por favor contacte a investigadora principal – Andreia Cruz, TSDT de Cardiopneumologia no serviço de Cardiologia da ULSRA, através do email 72495@chbv.min-saude.pt, ou a restante equipa de investigação:

- Orientador científico - jmc@estesc.ipc.pt
- Orientador estatístico - jpfigueiredo1974@gmail.com
- Coorientador - Mesquita.Bastos.11170@chbv.min-saude.pt
- Coorientador - telmo@estesc.ipc.pt

Assinatura do investigador que recolhe o consentimento informado:

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela/s pessoa/s que acima assina/m. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências, sendo para isso bastante um telefonema, um e-mail, ou qualquer outra forma simples de comunicação com o(a) Investigador(a) responsável, XXX. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados para as finalidades aqui descritas, que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizadas para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo/a investigador/a.

Nome: _____ Assinatura: _____
Data: ____/____/____

SE NÃO FOR O PRÓPRIO A ASSINAR POR IDADE OU INCAPACIDADE. Se o menor tiver discernimento deve também assinar.

Nome: _____ BI/CC nº _____

Data de Validade: ____/____/____ Grau de Parentesco: _____

Assinatura: _____

Nota: Este documento é feito em duas vias: uma para o processo e outra para ficar na posse de quem consente.

IMP.GQS.052.03
Página 3 de 3

Consentimento Informado, esclarecido e livre

SERVIÇO: Gabinete de Investigação Clínica DATA: Outubro 2024 REVISÃO: 2027	APROVADO: CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO DATA: CÓDIGO DO DOCUMENTO CI.GINV.001.01 CI Revezados: CLGINV.001.00
---	--

Nome Morada Data de nascimento Processo nº	(colar etiqueta)
---	------------------

Nome do Procedimento: Consentimento Livre para fins de Investigação Clínica

Este documento pretende fornecer-lhe a informação essencial de que depende o seu consentimento livre, explícito, inequívoco e informado, nos termos do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), para a participação no Projeto de Investigação: "Avaliação do efeito da Reabilitação Cardíaca (RC) na função ventricular esquerda e direita", cujas finalidades são avaliar o impacto da RC na função ventricular esquerda e direita, em doentes após um evento coronário agudo ou com doença cardiovascular crónica, com fraga de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) reduzida, verificando se existe uma melhoria da função ventricular após o programa de RC, e identificar os parâmetros ventriculares, esquerdos e direitos, que mais são influenciados.

Os dados pessoais fornecidos destinam-se ao uso exclusivo da Unidade Local de Saúde da Região de Aveiro, E.P.E. (ULSRA), responsável pelo tratamento dos dados, e à Investigadora principal, Andreia Cruz, Técnica Superior de Diagnóstico e Terapêutica da Cardiopneumologia no serviço de Cardiologia da ULSRA, assegurando-se a confidencialidade dos dados, bem como o cumprimento da Política de Privacidade da ULSRA, implementada de acordo com as regras do RGPD e a sua utilização de acordo com o objeto social da ULSRA, de forma compatível e adequada às finalidades determinantes do tratamento de dados.

Com o seu consentimento estará a dar autorização aos investigadores da ULSRA e/ou outra entidade com a qual estabelecemos protocolo/ contrato a tratar dados clínicos respeitantes a si, no seu estado de saúde e/ou tratamentos que está a fazer.

Os dados recolhidos no âmbito do presente projeto incluem: variáveis demográficas - ID, género; e idade; variáveis antropométricas - peso, altura e índice de massa corporal (IMC); fatores de risco cardiovascular e somoclinicas - hipertensão arterial (HTA), diabetes mellitus (DM), dislipidemia, tabagismo e obesidade; variáveis clínicas do esforderama transitorico (ETT) - Volume da aurícula esquerda (VolAE), Volume da aurícula direita (VolAD), Dimensões em diástole do septo interventricular (SIV), Espessuras em diástole da parede posterior (PP), Volume diastólico do ventrículo esquerdo indexado (VDVE), Volume sistólico do ventrículo esquerdo indexado (VSVIE), FEVE, Índice de massa do ventrículo esquerdo (IMVE) e s doppler tecidual (anel tricúspide); variáveis clínicas de prova de esforder cardiopulmonar (PECP) - consumo de oxigénio previsto (VO2 previsto), consumo de oxigénio de pico (VO2 pico), consumo de oxigénio no 13 limiar ventilatório (VO2V13), consumo de oxigénio no 2º limiar ventilatório (VO2V2), correlação ventilação minuto/eliminação

Nota: Este documento é feito em duas vias: uma para o processo e outra para ficar na posse de quem consente.

Consentimento Informado, esclarecido e livre

de CD: (tempo VE/NO2), pulso do O₂ máximo, carga, quociente respiratório (QR), FC em repouso e FC máxima; e variáveis clínicas das análises sanguíneas - NT-proBNP.

As suas informações pessoais e de saúde serão codificadas e inseridas numa base de dados protegida por uma palavra passe, a qual só a investigadora principal terá acesso.

Só os seus dados pessoais serão conservados até ao término do projeto de investigação, e não incluindo informação que o possa identificar diretamente.

O consentimento pode ser retirado a qualquer momento, sem comprometer a licitude do tratamento efetuado com base no consentimento previamente dado, através do seguinte email: dp@ultra.min-saude.pt

Pode ainda exercer o direito de acesso aos seus dados pessoais, bem como a sua retificação, a limitação do seu tratamento, o seu apagamento e a sua portabilidade solicitando-o ao Encarregado de Proteção de Dados da ULSRA, por escrito para os seguintes endereços: Unidade Local de Saúde da Região de Aveiro, E.P.E., Av. Artur Raveira, 3810-164 /email: dp@ultra.min-saude.pt

Poderá ainda apresentar reclamação perante a Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPD), enquanto autoridade de controlo.

A sua declaração de consentimento não condiciona o acesso à prestação de cuidados de saúde, nem influenciará a relação habitual que tem com os profissionais de saúde da ULSRA.

Os dados recolhidos no presente formulário destinam-se somente à sua identificação para efeitos de recolha de consentimento, no âmbito do Regulamento Geral de Proteção de Dados.

Nome do Participante: _____
Número do Processo Único: _____

Nome do Profissional que obtém o consentimento: _____
Nome do Investigador Principal: Andreia Cruz, TSDT de Cardiopneumologia da ULSRA
(Nº mecanográfico/ Nº Cédula Profissional): Nº mecanográfico 72495

Compreendi o que me foi exposto e esclareci as minhas dúvidas.

Autorizo/ Não autorizo (riscar o que não interessa) a recolha e registo dos meus dados pessoais e clínicos no âmbito do projeto:

Autorizo/ Não autorizo (riscar o que não interessa) que todos os dados clínicos na posse deste projeto sejam utilizados para fins de investigação clínica.

Nome: _____ Data: ____/____/____
Assinatura: _____

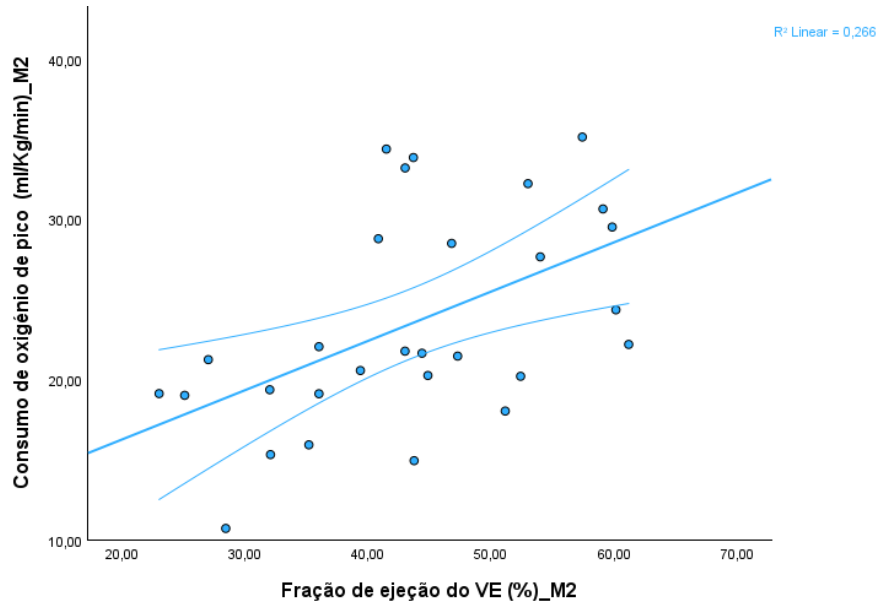
SE NÃO FOR O PRÓPRIO A ASSINAR POR IDADE OU INCAPACIDADE, SE O MENOR TIVER DISCRIMINADO DEVE TAMBÉM ASSINAR.

Nome: _____ BI/CC nº _____
Data de validade: ____/____/____ Grau de Parentesco: _____
Assinatura: _____

Nota: Este documento é feito em duas vias: uma para o processo e outra para ficar na posse de quem consente.

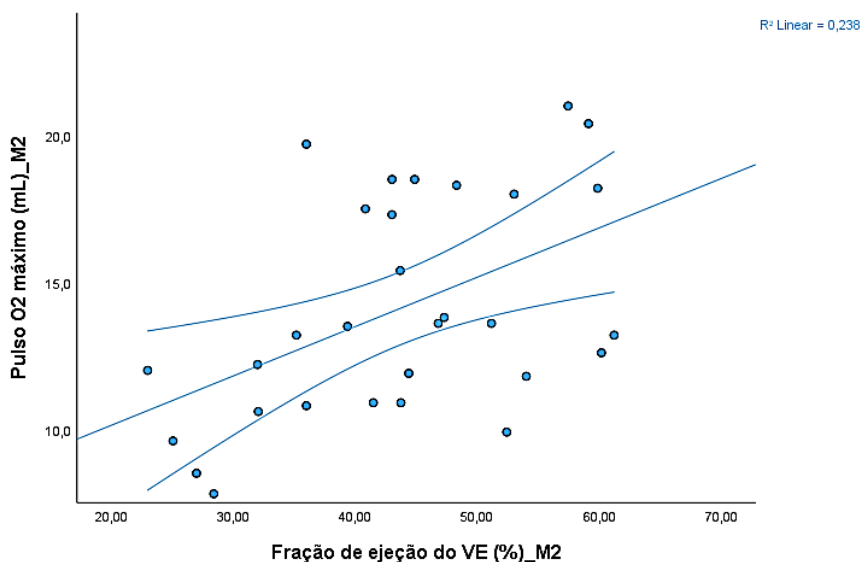
9.3 Anexo III – Gráficos de dispersão com regressão linear das correlações entre as variáveis em estudo

Correlação entre a FEVE e o VO₂ pico após o programa de RC



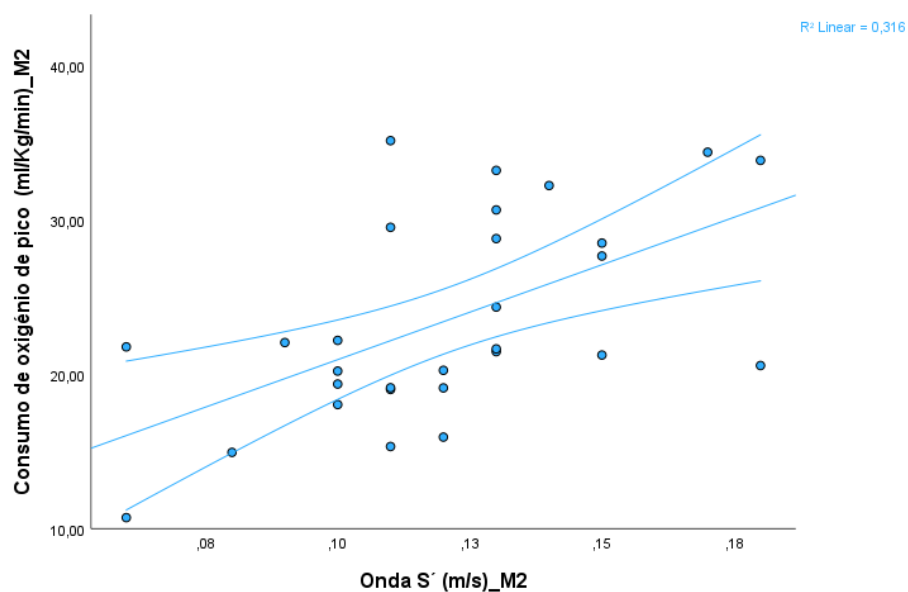
Nota: Regressão linear simples. Abreviaturas: R² (coeficiente de determinação); M2 (2º momento de avaliação no grupo de intervenção); FEVE (fração de ejeção do VE); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); RC (Reabilitação cardíaca)

Correlação entre a FEVE e o Pulso O₂ máximo após o programa de RC



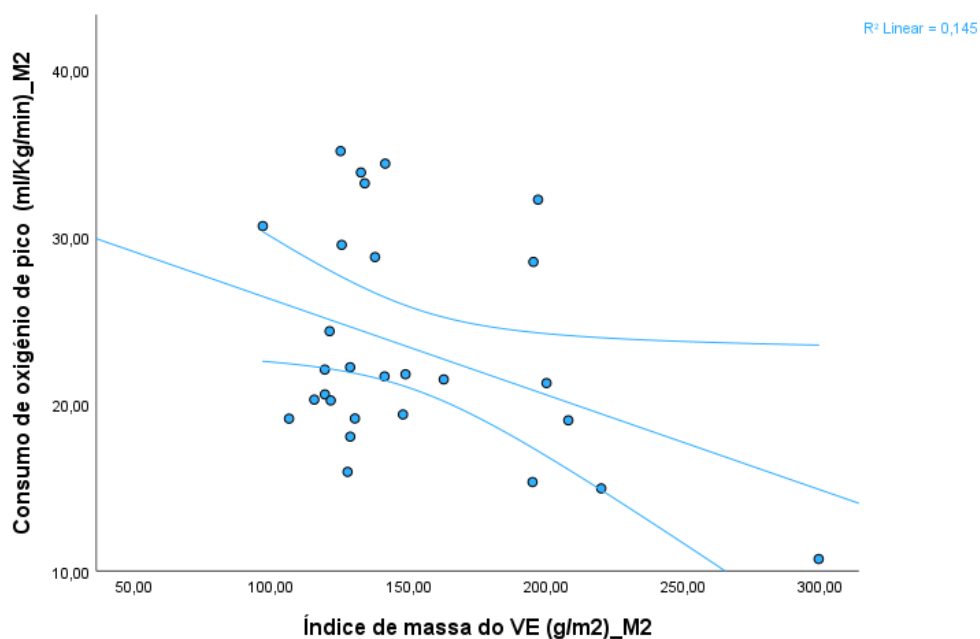
Nota: Regressão linear simples. Abreviaturas: R² (coeficiente de determinação); M2 (2º momento de avaliação no grupo de intervenção); FEVE (fração de ejeção do VE); O₂ (Oxigênio); RC (Reabilitação cardíaca)

Correlação entre a onda S' do anel tricúspide e o VO₂ pico após o programa de RC



Nota: Regressão linear simples. Abreviaturas: R² (coeficiente de determinação); M2 (2º momento de avaliação no grupo de intervenção); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); Onda S' (Velocidade sistólica do anel tricúspide); RC (Reabilitação cardíaca)

Correlação entre o IMVE e o VO₂ pico após o programa de RC



Nota: Regressão linear simples. Abreviaturas: R² (coeficiente de determinação); M2 (2º momento de avaliação no grupo de intervenção); VO₂ pico (consumo de O₂ de pico); IMVE (Índice de massa do VE); RC (Reabilitação cardíaca)