



Universidade de Évora - Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano

Mestrado em Exercício e Saúde

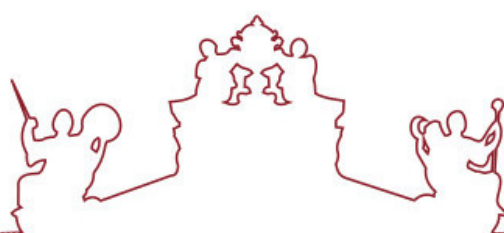
Dissertação

Efeitos de um programa de reabilitação cardíaca baseado no exercício com treino contínuo de intensidade moderada versus treino intervalado de alta intensidade na intensidade absoluta e relativa da atividade física semanal de pacientes com doença cardiovascular.

Diogo André Grilo de Oliveira

Orientador(es) | Jorge Duarte Bravo
Armando Manuel Raimundo
Catarina Gonçalves

Évora 2024



Universidade de Évora - Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Efeitos de um programa de reabilitação cardíaca baseado no exercício com treino contínuo de intensidade moderada versus treino intervalado de alta intensidade na intensidade absoluta e relativa da atividade física semanal de pacientes com doença cardiovascular.

Diogo André Grilo de Oliveira

Orientador(es) | Jorge Duarte Bravo
Armando Manuel Raimundo
Catarina Gonçalves

Évora 2024



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano:

Presidente | Pablo Tomas-Carus (Universidade de Évora)

Vogais | Catarina Gonçalves (Universidade de Évora) (Orientador)
José Francisco Marmeleira (Universidade de Évora) (Arguente)

Agradecimentos

A realização desta dissertação foi uma viagem longa e desafiante que contou com a intervenção de variadas pessoas que tornaram mais fácil este caminho e me orientaram e incentivaram durante todo o processo.

Primeiramente gostaria de agradecer ao Professor Jorge Bravo, que desde o início do processo nunca me deixou ir abaixo e me demonstrou, com a sua atitude positiva e trabalho consistente, que eu nunca poderia deixar para trás este desafio. Foi através da sua ajuda que consegui dar o empurrão final e já tardio, mas também pela sua perseverança que não cedi às dificuldades do dia a dia na realização desta dissertação.

Quero agradecer também à Professora Catarina Gonçalves e ao Professor Armando Raimundo, os restantes orientadores, pelo seu suporte e ajuda quando necessário.

Quero agradecer aos meus amigos e amigas do curso de Ciências do Desporto, por toda a história bonita que foi criada em Évora e que culmina com esta tese ao nível do meu percurso académico, pelo menos para já. Quero agradecer especialmente à Priscila e à Mariana pelo incentivo e por não me deixarem desistir deste desafio, lembrando-me tantas vezes dos meus objetivos e ambições.

Quero agradecer à minha namorada Adriana, que esteve sempre ao meu lado neste processo, nos altos e nos baixos, e experienciou comigo todo o crescimento e enriquecimento que esta dissertação me trouxe a nível pessoal. Foi ela que sempre me lembrou da minha maneira de ser e da minha vontade interna de dar sempre mais, e mesmo nos momentos menos bons, me encorajou e me demonstrou o quanto orgulho tinha por mim.

Por fim, agradecer a toda a minha família, por sempre estarem a par do processo e me irem encarrilando no caminho certo, sempre percebendo os desvios que foram feitos, e dando-me sempre o meu espaço para que pudesse acabar esta dissertação com a maior das naturalidades. Agradecer ao meu Pai por todo o encorajamento e por estar sempre ao meu lado em tudo o que faço. Agradecer à minha Mãe, que é a minha conselheira e o meu porto seguro, que nunca me deixa cair e me defende com tudo o que tem, e que sem dúvida sem ela não teria terminado esta tese. Agradecer aos meus avós que são o meu maior exemplo e as pessoas que me enchem o coração de amor.

Com tudo isto, aprendi que mais importante do que fazer muito ou pouco, é fazer, e que a consistência deve ser mais importante do que procurar motivação, pois a motivação não estará sempre presente, mas a consistência irá advir da disciplina e do quando desejamos alguma coisa. Não existem impossíveis, e o nosso corpo responde àquilo que nós dizemos ao nosso cérebro.

Por fim, gostaria de terminar com uma dedicatória especial: Tio, esta conquista é por ti!

Resumo

Título: Efeitos de um programa de reabilitação cardíaca baseado no exercício com treino contínuo de intensidade moderada versus treino intervalado de alta intensidade na intensidade absoluta e relativa da atividade física diária de pacientes com doença cardiovascular.

Objetivo: Comparar os efeitos de um programa de reabilitação cardíaca com treino contínuo de intensidade moderada (TMC) versus treino intervalado de alta intensidade (TIAI) na intensidade absoluta e relativa da atividade física diária de pacientes com doença cardíaca.

Metodologia: Foi aplicado um programa de reabilitação cardíaca supervisionado, no qual os participantes foram colocados para participar de um dos dois regimes de treino (TMC e TIAI) e divididos ainda em grupo de controlo (GC). A atividade física dos participantes foi monitorizada através de acelerometria, em três momentos: antes e após a intervenção, 6 meses após a intervenção e 12 meses após a intervenção. A partir destes dados, calculámos a intensidade absoluta e relativa de atividade física diária dos participantes e perceber quais as variações existentes nos vários momentos de avaliação.

Resultados: Os resultados apresentados demonstraram que o TMC consegue ser mais consistente, mas com resultados menos avultados do que o TIAI, ao nível da intensidade absoluta da atividade física e que o GC não teve melhorias ao longo dos momentos de avaliação. No que diz respeito à intensidade relativa da atividade física, em ambos os grupos de TMC e TIAI houve uma diminuição dos valores percentuais de VO₂máx, que nos pressupõe que os participantes necessitam de menos esforço físico para realizar determinada tarefa.

Conclusão: Foram encontradas evidências de que ambos os programas de atividade física (TMC e TIAI) têm efeitos positivos na intensidade absoluta e relativa da atividade física diária dos pacientes delineados para a intervenção, e que a intervenção pode ser benéfica quando aplicada em programas de RC, ao nível da saúde do paciente.

Palavras-Chave: Treino moderado contínuo; Treino intervalado de alta intensidade; Intensidade absoluta e relativa da atividade física; Efeitos a longo-prazo; Reabilitação Cardíaca

Abstract

Title: Effects of an exercise-based cardiac rehabilitation program with moderate-intensity continuous training versus high-intensity interval training on the absolute and relative intensity of daily physical activity in patients with cardiovascular disease.

Objective: To compare the effects of a cardiac rehabilitation program with continuous moderate-intensity training (CMIT) versus high-intensity interval training (HIIT) on the absolute and relative intensity of daily physical activity in patients with cardiac disease.

Methods: A supervised cardiac rehabilitation program was implemented, in which participants were assigned to participate in one of the two training regimes (CMIT and HIIT) and further divided into a control group (CG). The patients' physical activity was monitored using accelerometry at three time points: immediately after the intervention, 6 months after the intervention, and 12 months after the intervention. We then calculated the absolute and relative intensity of the participants' daily physical activity and analyzed the variations observed at the different assessment points.

Results: The results demonstrated that CMIT was more consistent but produced less pronounced outcomes compared to HIIT in terms of the absolute intensity of physical activity, while the control group (CG) showed no improvements throughout the evaluation periods. Regarding the relative intensity of physical activity, both the CMIT and HIIT groups experienced a decrease in the percentage of VO_2 max values, suggesting that participants required less physical effort to perform a given task.

Conclusion: There was evidence that both physical activity programs (CMIT and HIIT) have positive effects on the absolute and relative intensity of daily physical activity in the patients outlined for the intervention, and that the intervention can be beneficial when applied in cardiac rehabilitation programs regarding patient health.

Keywords: Moderate continuous training; High-intensity interval training; Absolute and relative intensity of physical activity; Long-term effects; Cardiac Rehabilitation

Índice

<i>Agradecimentos</i>	1
<i>Resumo</i>	3
<i>Índice de Figuras</i>	6
<i>Índice de Tabelas</i>	7
<i>Índice de Abreviaturas</i>	8
<i>Introdução</i>	9
<i>Revisão de Literatura</i>	11
<i>Doenças cardíacas (DC) – Impacto Global e Importância da AF na sua prevenção e Reabilitação</i>	11
<i>Prescrição de Exercício em Reabilitação Cardíaca</i>	12
<i>Indicadores de eficácia do exercício em populações cardíacas</i>	16
<i>Metodologias para a Medição da Atividade Física e Aptidão Cardiorrespiratória ...</i>	19
<i>A importância de analisar a intensidade absoluta e relativa nos estudos de exercício</i>	21
<i>Comparação entre treino contínuo e intervalado em reabilitação cardíaca</i>	22
<i>Lacunas na literatura e necessidade de estudos atuais</i>	24
<i>Metodologia</i>	26
<i>Participantes</i>	26
<i>Seleção e Distribuição dos Participantes</i>	27
<i>Diagrama de Estudo</i>	28
<i>Testes e Medidas</i>	29
<i>Procedimentos estatísticos</i>	35
<i>Resultados</i>	36
<i>Discussão</i>	62
<i>Implicações Clínicas e Aplicações Práticas</i>	66
<i>Pontos fortes do estudo</i>	67
<i>Limitações</i>	68
<i>Direções de investigação futura</i>	69
<i>Conclusão</i>	70
<i>Bibliografia</i>	72
<i>Anexos</i>	77

Índice de Figuras

<i>Figura 1: Programa de Exercício em RC</i>	<i>34</i>
<i>Figura 2: Comparação da intensidade absoluta da AF entre os três grupos, nos vários momentos</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3: Comparação da intensidade relativa da AF dos três grupos, em cada momento.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4: Parecer de Ética</i>	<i>77</i>

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1: Critérios de Inclusão e Exclusão</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 2: Características sociodemográficas, clínicas, de aptidão cardiorrespiratória e de hábitos de sono e de atividade física iniciais dos participantes integrados no grupo de Controlo (n = 21), no grupo de TMC (n = 21) e no grupo de TIAI (n = 21)</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 3: Efeitos dos programas de TMC e de TIAI na intensidade absoluta da atividade física habitual dos participantes (VO2máx): avaliações pós-intervenção a 6 e a 12 meses</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 4: Variação (Δ) da intensidade absoluta da atividade física habitual dos participantes entre os diferentes momentos de avaliação (inicial, pós-intervenção, 6 e 12 meses pós-intervenção).....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 5: Variação percentual ($\Delta\%$) da intensidade absoluta da atividade física habitual dos participantes entre os diferentes momentos de avaliação (inicial, pós-intervenção, 6 e 12 meses pós-intervenção).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 6: Efeitos dos programas de TMC e de TIAI na intensidade relativa da atividade física habitual dos participantes (VO2máx): avaliações pós-intervenção a 6 e a 12 meses</i>	<i>52</i>
<i>Tabela 7: Variação (Δ) da intensidade relativa da atividade física habitual dos participantes entre os diferentes momentos de avaliação (inicial, pós-intervenção, 6 e 12 meses pós-intervenção).....</i>	<i>55</i>

Índice de Abreviaturas

6MWT – Six Minutes' Walk Test

AF – Atividade Física

AFL – Atividade Física Leve

AFMV – Atividade Física Moderada a Vigorosa

AVC – Acidente Vascular Cerebral

CA – Capacidade Aeróbica

CC – Composição Corporal

CERC – Centros Especializados de Reabilitação Cardíaca

CS – Comportamento Sedentário

DC – Doenças cardíacas

DP – Desvio Padrão

ECG – Eletrocardiograma

FC – Frequência Cardíaca

FM – Força Muscular

GC – Grupo de Controlo

GE – Grupo Experimental

HES – Hospital Espírito Santo

IMC – Índice de Massa Corporal

MET – Metabolic Equivalent of Task

OMS – Organização Mundial de Saúde

PA – Pressão Arterial

PE – Programa de Exercício

RC – Reabilitação Cardíaca

TIAI – Treino Intervalado de Alta Intensidade

TMC – Treino Moderado Continuo

UÉ – Universidade de Évora

Introdução

As doenças cardíacas (DC) continuam a ser uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo, exigindo intervenções eficazes tanto na prevenção quanto no tratamento. Entre as estratégias de tratamento, os programas de reabilitação cardíaca (RC) destacam-se por promoverem a recuperação da capacidade física, a melhoria da qualidade de vida e a redução do risco de novos eventos cardiovasculares. Esses programas frequentemente envolvem intervenções que combinam exercício físico supervisionado, educação em saúde e apoio psicossocial. No entanto, a estrutura ideal de treino dentro desses programas ainda é objeto de debate, especialmente no que diz respeito à intensidade e ao tipo de exercício que traz maiores benefícios.

Nos últimos anos, dois modelos de treino têm ganho destaque: o treino contínuo de intensidade moderada (TMC) e o treino intervalado de alta intensidade (TIAI). O TMC é amplamente recomendado devido à sua segurança e eficácia comprovada na melhoria da capacidade aeróbica e no controlo dos fatores de risco cardiovascular. Por outro lado, o TIAI tem se mostrado promissor ao induzir adaptações fisiológicas mais rápidas, com menor tempo total de exercício, promovendo melhorias significativas na função cardiovascular (Yue et al., 2022).

Dado o impacto que diferentes regimes de treino podem ter sobre a aptidão física e o comportamento dos pacientes fora do ambiente supervisionado, é essencial investigar como essas modalidades influenciam a AF diária. Mais especificamente, entender os efeitos do TMC e do TIAI sobre a intensidade absoluta e relativa da AF diária pode fornecer insights valiosos sobre o comportamento desses pacientes após a fase supervisionada do programa de reabilitação.

Esta dissertação tem como objetivo comparar os efeitos de um programa de exercício físico com TMC versus TIAI na intensidade absoluta e relativa da AF diária de pacientes com doença cardíaca. Ao explorar essas diferenças, esperamos identificar qual modalidade de treino se mostra mais eficaz na promoção de um estilo de vida ativo a longo prazo, um fator crucial para a manutenção da saúde cardiovascular.

A metodologia desta pesquisa envolveu a aplicação de um programa de exercício físico de 6 semanas com pacientes com doença cardíaca supervisionado, no qual os participantes foram

colocados para participar de um dos dois regimes de treino (TMC e TIAI) e divididos ainda em grupo de controlo (GC). A intensidade absoluta e relativa da AF foi monitorizada através de acelerometria, em três momentos: antes e após a intervenção, 6 meses após a intervenção e 12 meses após a intervenção. Os dados foram retirados com a expectativa de que os resultados pudessem contribuir para a compreensão de como diferentes intensidades de treino influenciam o comportamento dos participantes fora do ambiente clínico, em concreto nos níveis de AF habitual, bem como entender se a participação nestas intervenções com exercício físico influencia os indicadores de AF habitual dos participantes.

Com isto, esperamos contribuir com conhecimento para a comunidade científica demonstrando a importância do exercício físico para fomentar hábitos saudáveis, como níveis superiores de AF, prevenindo o desenvolvimento de doenças cardíacas ou tratando os seus fatores de risco. Pretendemos também demonstrar que a participação em programas de exercício físico formais, pode promover um estilo de vida saudável e o retorno a níveis de autonomia normais, sem receios de realizar atividades de intensidade mais elevada no dia-a-dia.

Revisão de Literatura

Doenças cardíacas (DC) – Impacto Global e Importância da AF na sua prevenção e Reabilitação

As Doenças cardíacas (DC) são uma das principais causas de mortalidade em todo o mundo. Assim, devemos ter em atenção na prevenção deste tipo de doenças, bem como, após o acontecimento de algum evento cardíaco, apostar na reabilitação. A AF desempenha, desta forma, um papel crucial na prevenção e reabilitação de DC bem como na melhoria de qualidade de vida dos pacientes, podem reduzir drasticamente os fatores de risco de DC.

As DC são responsáveis por aproximadamente 17,9 milhões de mortes anuais, representando 31% de todas as mortes a nível mundial, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS). A prevalência das DC varia entre regiões, com maior impacto nos países menos desenvolvidos. Os principais fatores que contribuem para estes números são a hipertensão, o tabagismo, a obesidade, as diabetes e o sedentarismo (Mensah et al., 2019).

No que toca a este o último, o sedentarismo é uma das principais causas para o aparecimento de DC, mas é também um dos fatores que pode ser alterado ou combatido. O sedentarismo está habitualmente ligado ao desenvolvimento da hipertensão arterial, dislipidemia, obesidade e resistência à insulina, aumentando o risco de DC. A falta de AF promove a diminuição da aptidão cardiovascular, piorando a função endotelial e aumento a inflamação sistémica. Por outro lado, o aumento e promoção, da AF, está associado a uma melhoria da função cardiovascular, diminuição da pressão arterial e melhoria do perfil lipídico da população (Lavie et al., 2019).

No seguimento desta ideia, a prática de atividades como caminhadas, corrida, ciclismo ou treino de resistência, irão melhorar a aptidão cardiorrespiratória e a função cardiovascular da população geral, promovendo ainda a perda de peso. Com a perda de peso, virá a diminuição de doenças como hipertensão, aterosclerose, diabetes tipo II e, consequentemente, a obesidade, que são fortes fatores de risco para a DC. É assim importante perceber que, até os pequenos aumentos de AF podem ter benefícios significativos para a saúde do coração.

Para além de prevenir, a AF é também muito importante na reabilitação cardíaca, melhorando a qualidade de vida do paciente com histórico de DC, pelas seguintes razões: redução de fatores de risco (pressão arterial, melhora os níveis de colesterol e glicose no sangue); prevenção de DC (juntamente com uma dieta saudável); prevenção de novos eventos/recaídas (Franklin, Brubaker, et al., 2020).

Prescrição de Exercício em Reabilitação Cardíaca

A prescrição de Exercício em Reabilitação Cardíaca (RC) é fundamental para melhorar a qualidade de vida e a sobrevivência de pacientes com DC. Esses programas são projetados para ajudar a recuperar a capacidade funcional após eventos de enfarte do miocárdio, cirurgias cardíacas ou diagnósticos de insuficiência cardíaca. A prescrição de exercício é assim ajustada de acordo com as necessidades do paciente, levando em consideração a sua capacidade física e condições clínicas.

A RC é, no fundo, definida como um conjunto de intervenções baseadas em evidências que têm como objetivo otimizar a recuperação física, psicológica e social de pacientes com DC, promovendo ainda mudanças no estilo de vida do mesmo, seja a nível da AF ou dos hábitos alimentares e diários. A RC é dividida por fases da seguinte forma:

- Fase I (Fase de Internamento) – Envolve mobilização inicial durante o período hospitalar, logo após o evento cardiovascular agudo, com o objetivo de estabilizar o paciente e iniciar a sua recuperação.
- Fase II (Reabilitação Supervisionada) – Geralmente ocorre após a alta hospitalar, envolvendo programas de exercício (PE) supervisionados, educação e modificação do estilo de vida. Esta fase é realizada em centros especializados em RC e por equipas especializadas em cardiologia e fisiologia.
- Fase III (Manutenção) – Nesta fase já envolvemos exercícios com o objetivo de melhorar a aptidão física do paciente, com especial foco na manutenção dos benefícios adquiridos e na prevenção de novos eventos cardiovasculares. Nesta fase os programas de exercício já podem ser feitos ao domicílio (Fontes et al., 2021).

Tendo em conta todas as fases de RC, é possível observar que existem dois locais, tirando a fase I, onde os programas de exercício podem ser aplicados, e são eles os Centros

Especializados para RC (CERC) e o domicílio do paciente. Dentro destas duas vertentes, podemos afirmar que, nos programas de exercício realizados em CERC, existe uma educação e condução do programa feita por profissionais da área da saúde, oferecendo maior controle e segurança, especialmente para pacientes de alto risco, com monitorização constante da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA). Porém, existem desvantagens nesta abordagem, sendo que a principal se foca no acesso limitado aos CERC, seja por razões geográficas, financeiras ou por disponibilidade de tempo dos pacientes (Nkonde-Price et al., 2022).

Por outro lado, em fase III da RC do paciente, já é possível optar por modelos de programas de exercício (PE) onde os pacientes realizem AF e sigam orientações de reabilitação no conforto das suas casas. Esta abordagem é feita através de suporte remoto via telemóvel ou plataformas digitais que permitam controlar o treino do paciente à distância e com a devida segurança necessária. Embora este modelo de intervenção seja mais flexível, existe, ainda assim, um maior risco ao nível da segurança do mesmo. Ainda sobre as vantagens deste modelo, a redução de custos e a flexibilidade de horários dos (PE) são fatores que ajudam o paciente a ter uma maior aderência. Por outro lado, o facto de haver menos supervisão pode levar a uma diminuição motivacional do paciente, sendo essencial, neste aspeto, que haja uma consciencialização do mesmo para os fatores de risco da DC e para os benefícios da AF nos mesmos (Imran et al., 2019).

A reabilitação cardíaca utiliza diferentes modalidades de exercício para promover a saúde cardiovascular, melhorar a capacidade física e reduzir o risco de eventos cardíacos futuros. Os exercícios mais utilizados incluem o Treino Contínuo de Intensidade Moderada (TMC) e o Treino Intervalado de Alta Intensidade (TIAI), que diferem nas suas abordagens e efeitos fisiológicos.

O TMC é a forma mais tradicional de exercício utilizada na reabilitação cardíaca. Envolve exercícios realizados a uma intensidade constante e moderada, tipicamente entre 55% e 74% da frequência cardíaca máxima do paciente, por um período prolongado (30 a 60 minutos). Este tipo de treino melhora a capacidade aeróbica, reduz a pressão arterial, melhora a função cardíaca e melhora o controle glicémico. Alguns exemplos de atividades que se enquadram nesta tipologia de treino são: caminhada contínua, ciclismo moderado, natação em ritmo constante. Estudos mostram que o TMC melhora a função cardiovascular geral e é eficaz

para a prevenção secundária de doenças cardíacas em pacientes estáveis (Hansen et al., 2022).

O TIAI envolve períodos alternados de exercício de alta intensidade geralmente entre 75% e 90% da frequência cardíaca máxima com períodos de recuperação em intensidade leve a moderada. As sessões são mais curtas que as de TMC, variando de 20 a 30 minutos. Neste tipo de treino, temos uma melhoria na capacidade aeróbica, função endotelial, sensibilidade à insulina e eficiência cardíaca mais acentuadas do que no TMC, num período mais curto de tempo. Estudos recentes demonstram que o TIAI pode proporcionar maiores benefícios em termos de melhoria da função cardiovascular, aptidão física e controle de fatores de risco, como a hipertensão, quando comparado ao TMC (Kramps & Lane-Cordova, 2021).

Estudos comparativos entre TMC e TIAI têm mostrado resultados interessantes, onde o TMC é eficaz para melhorar a capacidade aeróbica e reduzir a mortalidade por DC, especialmente em pacientes de risco moderado. No entanto, os resultados tendem a ser mais graduais e podem exigir um compromisso de longo prazo.

Já o TIAI demonstrou ser mais eficaz em melhorar a capacidade cardiorrespiratória e a eficiência metabólica num período mais curto. Estudos indicam que o TIAI pode promover melhorias rápidas na função endotelial e na variabilidade da frequência cardíaca, o que pode ser benéfico para a saúde cardíaca a longo prazo (Yue et al., 2022).

Ao nível da segurança, embora o TIAI tenha mostrado superioridade em algumas métricas cardiovasculares, há debates sobre a segurança para todos os perfis de pacientes, particularmente os de alto risco. A supervisão é essencial para evitar eventos adversos durante os exercícios de alta intensidade.

Tendo em conta que a AF é benéfica para a RC destas populações, um dos fatores que vai efetivamente ditar a sua eficácia é a adesão de longo prazo às intervenções de exercício, como o TMC e o TIAI. A adesão e continuidade são essenciais para alcançar melhorias cardiovasculares sustentadas. No entanto, manter os participantes focados e participativos em programas de exercícios de longo prazo pode ser desafiador, e esses desafios

influenciam diretamente os resultados clínicos. Alguns dos desafios encontrados prendem-se em diversos campos:

- **Fatores Psicológicos e Motivacionais:** Manter a motivação para continuar com o exercício físico ao longo do tempo pode ser difícil, especialmente após a fase supervisionada da reabilitação cardíaca. Muitos participantes perdem a motivação ao longo do tempo devido à falta de suporte contínuo, medo de reincidência ou simplesmente por acharem os exercícios cansativos ou entediantes.
- **Barreiras Físicas e Clínicas:** Condições de saúde coexistentes, como osteoartrite, doenças pulmonares ou diabetes, podem dificultar a continuidade dos exercícios. Além disso, o medo de causar sobrecarga cardíaca e a falta de confiança na capacidade física podem limitar a adesão ao exercício.
- **Fatores Sociais e Ambientais:** O acesso limitado a programas de exercício supervisionado, falta de recursos, tempo e suporte social insuficiente também estão entre os fatores que dificultam a adesão a longo prazo (Woodgate et al., 2007).
- **Preferências de Modalidades de Exercício:** Algumas pesquisas sugerem que o TIAI pode ser mais atrativo para certos pacientes, pois requer menos tempo semanal que o TMC, embora os exercícios de alta intensidade possam ser mais difíceis de manter por longos períodos. A percepção de esforço elevado no TIAI pode representar uma barreira, enquanto o TMC, por ser menos intenso, pode ser considerado mais fácil de integrar à rotina (Vella et al., 2017).

A continuidade do exercício é crucial para manter os benefícios cardiovasculares obtidos durante a fase inicial de reabilitação, incluindo a melhoria da função endotelial, redução da pressão arterial, controle de glicêmico e melhoria da aptidão cardiorrespiratória (Franklin, Thompson, et al., 2020). A adesão contínua ao exercício físico, tanto TMC quanto TIAI, está associada à redução da mortalidade por doenças cardíacas e, essencialmente, à prevenção de novos eventos cardíacos. A pesquisa também sugere que pacientes que mantêm a AF regular têm melhores resultados na recuperação de eventos agudos e nas taxas de sobrevivência a longo prazo.

Indicadores de eficácia do exercício em populações cardíacas

A intensidade da AF é considerada um fator crucial na promoção da saúde cardiovascular. Ela pode ser medida de diferentes maneiras, e sua definição varia entre os conceitos de intensidade absoluta e intensidade relativa, ambos indicadores importantes no desenho de intervenções eficazes para prevenção e reabilitação cardíaca.

A Intensidade Absoluta refere-se à quantidade de energia despendida durante a realização de uma AF, independentemente da capacidade física de uma pessoa. É frequentemente medida em termos de taxa metabólica equivalente (METs), que quantifica o consumo de oxigénio durante o exercício.

A Intensidade Relativa considera a capacidade individual de cada pessoa, levando em conta sua aptidão física e saúde geral. A intensidade relativa é calculada como uma percentagem da frequência cardíaca máxima (FCmáx) ou da capacidade máxima de oxigénio (VO2máx). Este conceito ajusta a intensidade da atividade ao nível de aptidão de cada indivíduo (Fridolfsson et al., 2023).

Dito isto, através de várias intensidades de AF poderemos ter resultados relações diferentes ao nível das melhorias na saúde cardiovascular.

Na AF Moderada a Vigorosa (AFMV) estudos indicam que a prática regular de atividades físicas de intensidade moderada a vigorosa (como corrida, natação ou ciclismo) está associada a melhorias significativas na função cardiovascular, pressão arterial, níveis de colesterol e capacidade cardiorrespiratória. As diretrizes de saúde recomendam que os adultos pratiquem 150 minutos de atividade de intensidade moderada ou 75 minutos de intensidade vigorosa por semana para obter benefícios substanciais para a saúde cardiovascular. Se virmos as coisas do prisma da relação Dose-Resposta entre Intensidade e Saúde Cardiovascular, esta relação dose-resposta entre a intensidade da AF e a saúde cardiovascular mostra que atividades de maior intensidade proporcionam benefícios adicionais em relação às de intensidade moderada, especialmente em termos de redução do risco de mortalidade cardiovascular e eventos cardíacos. A intensidade mais alta leva a maior queima calórica, melhora mais rápida da função endotelial e condição aeróbica (Foulds et al., 2014).

Voltando ao tema da importância da Intensidade Relativa (%VO₂máx) para monitorizar a eficácia do exercício, esta é amplamente utilizada na avaliação da intensidade do exercício porque oferece uma medida personalizada da demanda metabólica relativa do exercício para o indivíduo. O VO₂máx, ou consumo máximo de oxigénio, reflete a capacidade máxima do corpo de captar, transportar e utilizar oxigénio durante o exercício de alta intensidade, sendo um dos melhores indicadores de aptidão cardiorrespiratória. O uso da intensidade relativa ajusta o nível de esforço de acordo com a capacidade fisiológica individual, o que permite comparações justas entre indivíduos de diferentes níveis de condicionamento. A intensidade baseada no %VO₂máx facilita a monitorização contínua da intensidade durante o exercício, permitindo ajustes em tempo real para garantir que os indivíduos estejam a treinar dentro das zonas de intensidade ideais para os seus objetivos, sendo eles melhoria da aptidão física ou perda de gordura. A utilização de %VO₂máx também permite que os profissionais da área da AF e os fisiologistas do exercício prescrevam cargas de trabalho específicas, maximizando os resultados com base nas respostas fisiológicas esperadas. A intensidade relativa está correlacionada diretamente com a melhoria da saúde cardiovascular e metabólica. Estudos mostram que o treino em zonas de alta intensidade, como 70-85% do VO₂máx, está associado a maiores ganhos de capacidade aeróbica e melhorias nos marcadores de saúde.

Podemos então concluir que o VO₂máx é um parâmetro fundamental para avaliar o progresso do treino ao longo do tempo. Ele não apenas representa o nível máximo de desempenho aeróbico de um indivíduo, mas também serve como um ponto de referência estável para ajustar a intensidade do treino, especialmente em programas de longa duração. O VO₂máx é uma das medidas mais precisas e confiáveis para avaliar a aptidão cardiorrespiratória, então, as alterações no VO₂máx ao longo do tempo refletem diretamente a eficácia do programa de treino e a adaptação fisiológica do corpo. Conforme o VO₂máx de um indivíduo melhora, a intensidade relativa (%VO₂máx) para um determinado nível de exercício também pode ser ajustada. Isso garante que o treino continue a desafiar o sistema cardiovascular e metabólico à medida que a condição física do indivíduo melhora. Podemos utilizar o VO₂máx como base para ajustar diferentes fases do treino (intensidade, volume e recuperação) em programas periodizados. Isso ajuda a evitar platôs de desempenho e permite o planeamento de picos de desempenho em momentos-chave, como competições ou testes de aptidão.

Além de ser uma métrica de performance, o VO2máx também está fortemente relacionado à saúde geral e à longevidade. Monitorizar alterações no VO2máx ao longo do tempo irá fornecer insights sobre o impacto do treino no risco cardiovascular e mortalidade (van Baak et al., 2021).

Para conseguirmos reduzir os fatores de risco de DC, um dos principais fatores a combater é o sedentarismo. O comportamento sedentário tem sido amplamente estudado pelo seu impacto negativo na saúde cardíaca, especialmente em indivíduos com doenças cardíacas. A pesquisa demonstra que a redução do comportamento sedentário pode desempenhar um papel crucial na prevenção e reabilitação de doenças cardíacas. O comportamento sedentário, definido como qualquer atividade com gasto energético muito baixo, como ficar sentado ou deitado por longos períodos, está associado a diversos riscos para a saúde, incluindo o agravamento de doenças cardíacas.

Os principais riscos do sedentarismo podem passar por:

- Aumento do risco de mortalidade: Estudos indicam que períodos prolongados de comportamento sedentário aumentam significativamente o risco de mortalidade por doenças cardíacas. Mesmo indivíduos que praticam atividade física regular podem estar em risco se passarem longos períodos sedentários (Dunstan et al., 2012).
- Disfunções metabólicas: O comportamento sedentário está associado a disfunções metabólicas, como aumento dos níveis de glicose no sangue, resistência à insulina, aumento da pressão arterial e aumento do colesterol LDL. Esses fatores são altamente prevalentes em pacientes cardíacos e podem levar ao agravamento da doença.
- Inflamação sistêmica: A inatividade prolongada contribui para um estado de inflamação crônica, o que pode piorar a aterosclerose e aumentar o risco de eventos cardiovasculares, como enfartes e acidentes vasculares cerebrais (AVC).
- Redução da capacidade cardiorrespiratória: O comportamento sedentário está relacionado à diminuição da capacidade aeróbica, que é um dos preditores mais importantes de mortalidade por doenças cardíacas (Pandey et al., 2016).

A redução do comportamento sedentário não deve ser vista apenas como um complemento ao exercício físico, mas como uma intervenção crítica na reabilitação de

pacientes cardíacos. Embora o aumento da AF seja uma componente essencial da reabilitação, estudos recentes mostram que simplesmente reduzir o tempo sentado também pode trazer benefícios significativos em parâmetros como a função vascular, reduz a rigidez artéria, melhora a circulação sanguínea, aumenta o gasto energético (contribuindo para o controlo do peso e prevenindo doenças cardíacas), melhora os níveis de glicose e insulina, regula os lípidos e, muito importante, melhora a saúde mental (reduzindo fatores de ansiedade e depressão, comuns em pacientes associados à RC). As adesões aos programas de exercício podem sofrer também melhoras se combatermos o sedentarismo, incentivando os participantes a terem uma melhor qualidade de vida (Jingjie et al., 2022).

Assim, a combinação entre o aumento da AF com a redução do tempo sedentário é uma abordagem eficaz na reabilitação de pacientes cardíacos. O comportamento sedentário é um fator de risco independente para doenças cardíacas e mortalidade, e a sua redução pode trazer melhoras tanto nos fatores de risco metabólicos quanto na saúde cardiovascular geral. Estudos científicos têm destacado a importância de promover intervalos regulares de movimento para mitigar os efeitos deletérios do tempo sedentário em pacientes cardíacos.

Metodologias para a Medição da Atividade Física e Aptidão Cardiorrespiratória

Existem diversas ferramentas para avaliar a intensidade da AF, que ajudam a quantificar o gasto energético e o esforço fisiológico durante o exercício. As mais comuns incluem os METs (Metabolic Equivalent of Task), a percentagem do VO₂máx (%VO₂máx), bem como o uso de tecnologias como acelerómetros e monitores de frequência cardíaca.

Os METs são uma unidade amplamente utilizada para quantificar a intensidade das atividades físicas em termos de gasto energético. Um MET é definido como o consumo de oxigénio em repouso (aproximadamente 3,5 mL O₂/kg/min). Atividades com níveis diferentes de intensidade são classificadas com base em diferentes valores de METs.

Esta medida é de uso simples e claro, é uma medida prática e amplamente utilizada, e permite comparar diversas atividades. No que diz respeito a limitações, não tem em conta

a variabilidade individual do consumo de oxigénio e pode ser menos precisa para atividades de intensidade moderada a alta (Ainsworth et al., 2011).

O VO₂máx, já falado anteriormente, representa a capacidade máxima do corpo de consumir oxigénio durante o exercício, e é uma medida amplamente aceite da aptidão cardiorrespiratória. A intensidade de uma AF pode ser expressa como uma percentagem do VO₂máx, sendo que diferentes faixas de %VO₂máx correspondem a diferentes zonas de intensidade (leve, moderada, alta). Esta medida é altamente precisa e personalizada, ajustando-se à capacidade individual do praticante

No que toca à frequência cardíaca (FC), esta é amplamente utilizada como um método indireto para estimar a intensidade do exercício, especialmente quando usada em conjunto com testes de esforço para determinar a relação entre a FC e o VO₂máx. É Relativamente fácil de monitorizar com dispositivos de uso regular da maioria da população geral como relógios com cardiofrequencímetro. A relação entre FC e VO₂ pode, porém, variar com o nível de condicionamento de fatores como a hidratação, temperatura e fadiga (Achten & Jeukendrup, 2003).

Tendo em conta todos estes medidores de AF e Aptidão Cardiorrespiratória, a avaliação da AF pode ser feita de forma subjetiva, por meio de questionários e autorrelatos, ou objetivamente, através de métodos como acelerometria, pedómetros e testes diretos de VO₂máx. Ambos os métodos têm suas vantagens e desvantagens.

As Medidas Subjetivas (Autorrelato) geralmente envolvem questionários e diários de atividade, onde os participantes relatam a quantidade e a intensidade das atividades físicas que realizam. Estas são fáceis de implementar em grandes populações e de baixo custo, sem a necessidade de equipamentos. Por outro lado, tendem a ser menos precisas devido a inconsistências de memória, dificuldade em estimar a intensidade e a duração da atividade, além da tendência a superestimar o nível de atividade (Craig et al., 2003).

As Medidas Objetivas utilizam dispositivos como acelerómetros (que medem o movimento corporal) e Testes de VO₂máx (para medir o consumo máximo de oxigénio diretamente). Esses métodos fornecem dados mais precisos e detalhados sobre a intensidade, duração e frequência da AF. A acelerometria é usada para monitorizar a intensidade e o padrão da AF ao longo do tempo através de dispositivos como o ActiGraph, dispositivos esses de alta precisão e capacidade de monitorizar padrões de movimento 24 horas por dia. O custo dos dispositivos pode ser

elevado, e eles não captam bem atividades que não envolvem movimento corporal significativo. Os Testes de VO₂máx avaliam diretamente o consumo máximo de oxigénio e é considerado o padrão para medir a capacidade aeróbica.

As ferramentas para avaliar a AF, como METs, %VO₂máx, e acelerómetros, fornecem uma visão abrangente da intensidade do exercício. No entanto, há diferenças significativas entre métodos subjetivos e métodos objetivos, no que diz respeito à precisão e à aplicabilidade. Ambos os tipos de medidas têm o seu lugar em diferentes contextos, dependendo dos recursos disponíveis e da finalidade da avaliação.

A importância de analisar a intensidade absoluta e relativa nos estudos de exercício

Nos estudos de exercício, é crucial analisar ambos os tipos de intensidade de forma a percebermos que efeitos iremos obter quando trabalhamos em intensidades diferentes e quando comparamos de forma absoluta e de forma relativa. A intensidade absoluta, fornece uma visão mais padronizada do exercício, permitindo comparações diretas entre indivíduos, enquanto com a intensidade relativa conseguimos adaptar o exercício ao estado de saúde e às limitações de cada paciente, sendo especialmente relevante para populações especiais, como indivíduos com DC (Taylor et al., 2021).

Para pacientes cardíacos, a monitorização tanto da intensidade absoluta quanto da relativa é fundamental. A prescrição adequada do exercício pode melhorar a função cardiovascular sem exceder os limites de segurança. Estudos mostram que prescrever exercício com base na intensidade relativa, como uma percentagem do VO₂máx ou da frequência cardíaca de repouso, é vital para garantir que o exercício seja seguro e eficaz para pacientes cardíacos. Isso evita sobrecargas excessivas de intensidade do exercício e minimiza o risco de eventos adversos durante a prática do exercício. Através da Intensidade Absoluta, os profissionais de saúde podem garantir que os pacientes estão a executar os exercícios dentro dos limites apropriados, monitorizando variáveis como o consumo de oxigénio ou a produção de energia. Isso permite ajustar a carga do exercício com base na resposta fisiológica dos pacientes. (Opdenacker et al., 2011)

Após definirmos de que forma vamos avaliar os participantes e que termos de comparação iremos utilizar, é muito importante que os estudos sejam transversais e de com avaliações de longo prazo, de forma a perceber como é que a intervenção afeta os participantes a

longo prazo e que tipo de hábitos são criados na vida dos mesmos. Assim, iremos avaliar a sustentabilidade dos benefícios da intervenção alcançados por meio da AF, na vida dos participantes, neste caso, de pacientes de DC. Os objetivos principais de haver uma sustentabilidade dos benefícios da intervenção passam pela manutenção da saúde cardiovascular, mudança de hábitos e comportamentos diários e, não menos importante, a prevenção de recaídas da patologia. Manter um programa de exercício por 6 ou 12 meses pode ser desafiador, mas torna-se essencial para que exista uma consistência ao nível de resultados. Com a continuação da intervenção e avaliações seguimento, podemos ainda identificar fatores de adesão ou desistência, trabalhando sobre eles em estudos futuros, monitorizar mudanças fisiológicas e psicológicas e ajustar estratégias para uma melhor obtenção de resultados (Opdenacker et al., 2011).

Comparação entre treino contínuo e intervalado em reabilitação cardíaca

O (MC é amplamente utilizado em programas de reabilitação cardíaca e prescrição de exercícios para melhorar a saúde cardiovascular. O TMC é caracterizado por períodos prolongados de exercício em uma intensidade constante que permitem que o corpo se adapte de várias maneiras, promovendo a melhoria da função cardiovascular:

O TMC aumenta a eficiência do sistema cardiorrespiratório, o que resulta em maior volume de ejeção cardíaca (quantidade de sangue bombeada pelo coração por batimento) e aumento do débito cardíaco durante o exercício. Isso traduz-se em um maior transporte de oxigénio para os músculos, melhorando o desempenho aeróbico. Com isto, irá haver efeitos diretos na regulação da pressão arterial, promovendo a dilatação dos vasos e a redução da resistência periférica. A prática regular de TMC pode reduzir significativamente a pressão arterial em repouso e durante o exercício.

O exercício contínuo de intensidade moderada melhora o metabolismo da glicose e aumenta a sensibilidade à insulina, o que ajuda a controlar os níveis de glicose no sangue e a prevenir complicações metabólicas relacionadas às doenças cardíacas. Pode também diminuir a produção de marcadores inflamatórios como a proteína C-reativa (PCR), que estão associados à inflamação crónica e ao risco de DC.

A eficácia do TMC tem sido amplamente estudada, com evidências que mostram os seus benefícios em várias populações, especialmente em pacientes com risco de doenças cardíacas. Alguns dos principais efeitos comprovados incluem melhorias da tolerância ao exercício, aumentando a capacidade aeróbica e a resistência física de forma significativa, medido por aumentos no $VO_2\text{máx}$ e na distância percorrida em testes de caminhada/corrida, como o teste de caminhada de 6 minutos (6MWT). O aumento da tolerância ao exercício é crucial para pacientes com doenças cardíacas, uma vez que isso se reflete em uma melhor capacidade para realizar atividades diárias com menor desconforto (Ramos et al., 2015).

O Treino Intervalado de Alta Intensidade (TIAI), caracterizado por períodos curtos de exercício em alta intensidade intercalados com intervalos de recuperação, tem sido extensivamente estudado e aplicado em populações com doenças cardíacas. O TIAI tem demonstrado ser particularmente eficaz para melhorar a saúde cardiovascular, inclusive em pacientes cardíacos, devido a uma série de adaptações fisiológicas, que incluem: aumento do $VO_2\text{máx}$ (ao forçar o coração e os pulmões a trabalhar perto da capacidade máxima durante curtos períodos de esforço, o TIAI promove adaptações no sistema cardiovascular que aumentam a eficiência do uso de oxigênio pelos músculos), melhoria da Função Endotelial (aumenta a produção de óxido nítrico, uma substância que promove a dilatação dos vasos sanguíneos e melhora a circulação), melhoria da regulação da pressão arterial (ajudando a controlar a hipertensão, um dos principais fatores de risco para doenças cardíacas), melhoria da composição corporal (mais eficaz na redução da gordura corporal e na manutenção da massa muscular em comparação com o treino contínuo de intensidade moderada) e melhoria na sensibilidade à insulina e controle glicêmico.

Estudos comparativos entre TIAI e TMC indicam que o TIAI oferece ganhos superiores no $VO_2\text{máx}$ em comparação com o TMC. Um estudo amplamente citado é o de (Wisløff et al., 2007), que mostrou que o TIAI melhorou o $VO_2\text{máx}$ em participantes com insuficiência cardíaca crônica de forma mais eficaz que o TMC. O aumento do $VO_2\text{máx}$ é um indicador crucial da função cardíaca e da capacidade de realizar exercícios físicos.

Além do $VO_2\text{máx}$, o TIAI tem sido associado a reduções significativas na pressão arterial, melhora na variabilidade da frequência cardíaca, e redução de marcadores inflamatórios, como a proteína C-reativa (PCR), o que é importante para reduzir o risco de futuros eventos cardiovasculares, como enfartes e AVCs.

Embora o TIAI tenha mostrado benefícios superiores, existem preocupações em relação à adesão a longo prazo e à segurança em populações vulneráveis, como idosos ou pacientes com doenças cardíacas avançadas. A intensidade elevada do TIAI pode representar um desafio para alguns pacientes, especialmente aqueles que não estão acostumados com exercícios de alta intensidade. Embora o TIAI seja geralmente seguro quando supervisionado, a percepção de esforço elevado pode diminuir a adesão ao longo do tempo. Estudos indicam que, apesar dos resultados superiores, muitos pacientes podem preferir o TMC devido à menor intensidade e ao menor desconforto percebido. A segurança do TIAI em populações vulneráveis deve ser cuidadosamente monitorizada. Em pacientes com DC, existe o risco de arritmias ou outros eventos cardíacos adversos durante exercícios de alta intensidade. No entanto, estudos como o de (Rognmo et al., 2012) mostraram, que quando supervisionado adequadamente, o TIAI não resulta em uma taxa maior de eventos cardíacos adversos em comparação ao TMC.

Para melhorar a adesão e a segurança, programas de TIAI podem ser adaptados para incluir intervalos de menor intensidade ou frequências cardíacas-alvo mais conservadoras. A supervisão por profissionais de saúde durante o TIAI, especialmente em fases iniciais, é crucial para garantir que os participantes realizem os exercícios de maneira segura e eficiente.

Lacunas na literatura e necessidade de estudos atuais

A falta de dados longitudinais sobre a intensidade da AF em doentes cardíacos é uma questão importante, pois a maioria dos estudos sobre TMC e TIAI focam nos resultados a curto prazo, como as melhorias no VO₂máx, na capacidade funcional e nos fatores de risco cardiovascular. No entanto, a compreensão das mudanças a longo prazo na intensidade relativa e na adesão a essas atividades físicas em populações com DC ainda é limitada. Existem alguns pontos chave sobre o tema e a necessidade de mais estudos longitudinais. Normalmente, os benefícios observados em estudos de curto prazo não refletem necessariamente a sustentabilidade a longo prazo dos programas, tanto em termos de adesão aos programas de exercício, quanto na manutenção da intensidade e dos

benefícios. A capacidade dos pacientes cardíacos de manter os níveis de exercício após o fim do período supervisionado é uma área de grande incerteza.

A falta de dados longitudinais detalhados é um obstáculo importante para entender como os pacientes cardíacos se adaptam ao longo do tempo à prática de exercícios físicos. Há necessidade de estudos que se concentrem, especialmente, em dois aspetos:

- **Manutenção da Intensidade Relativa:** Após os programas iniciais de exercício, muitos participantes não mantêm a intensidade de AF. No entanto, há poucos estudos que acompanham as flutuações na intensidade relativa (proporção da intensidade em relação à capacidade máxima) ao longo de meses ou anos. Compreender essas variações é crucial para avaliar a eficácia a longo prazo de intervenções como o TMC e o TIAI.
- **Diferenças entre TMC e TIAI a Longo Prazo:** Poucos estudos exploram se os efeitos benéficos de diferentes tipos de treino (TIAI versus TMC) são mantidos a longo prazo. Estudos comparativos ao longo de vários anos podem ajudar a determinar se um tipo de exercício oferece maiores benefícios em termos de adesão e manutenção da saúde cardíaca (Martinello, 2020).

Desta forma, este estudo pretende uma melhor compreensão dos padrões de AF a longo prazo, além dos programas de AF realizados em centros de RC. O estudo aborda a necessidade de compreender como as intervenções de exercício influenciam o comportamento de AF a longo prazo, particularmente em ambientes domiciliários. Assim, fomos através de avaliações seguimento de 6 e 12 meses, procurar avaliar o impacto do TMC e do TIAI na intensidade relativa da AF (%VO₂max) em doentes cardíacos ao longo do tempo, sendo este o principal objetivo do estudo.

Consequentemente, avaliámos a sustentabilidade a longo prazo das alterações na AF habitual (leve, moderada, vigorosa) após as intervenções e ainda comparámos a eficácia do TMC e do TIAI na redução do tempo sedentário e na melhoria da aptidão cardiovascular a longo prazo.

Metodologia

O objetivo imediato deste estudo foi investigar a eficácia de dois programas de exercício físico para pacientes com DC no aumento e manutenção da intensidade da AF diária habitual. Para atingir o principal objetivo desta tese, foram recolhidas medições físicas, fisiológicas e psicológicas, que foram posteriormente analisadas estatisticamente para formular uma conclusão. A aprovação ética foi obtida junto do Comité de Ética da Universidade de Évora. (número de referência: 22137). Os participantes receberam uma carta informativa com os detalhes do estudo, o nome do investigador principal e uma explicação de que poderiam retirar o seu consentimento a qualquer momento. Os participantes advêm da continuação de um estudo anterior aprovado pelo Comité de Ética da Universidade de Évora (número de referência: 17039) (Joaquim Gonçalves Orientador & Manuel Mendonça Raimundo Jorge Duarte dos Santos Bravo, 2024). Todos os dados pessoais foram mantidos confidenciais e apresentados de forma a garantir que nenhum participante fosse identificado.

Participantes

Sessenta e três participantes com Doença cardíaca (DC) foram recrutados dentro de um leque de pacientes que entraram na cardiologia do Hospital do Espírito Santo em Évora entre Março de 2018 e Novembro de 2021. Os critérios de inclusão e exclusão estão mostrados na tabela 1 da metodologia.

Tabela 1: Critérios de Inclusão e Exclusão

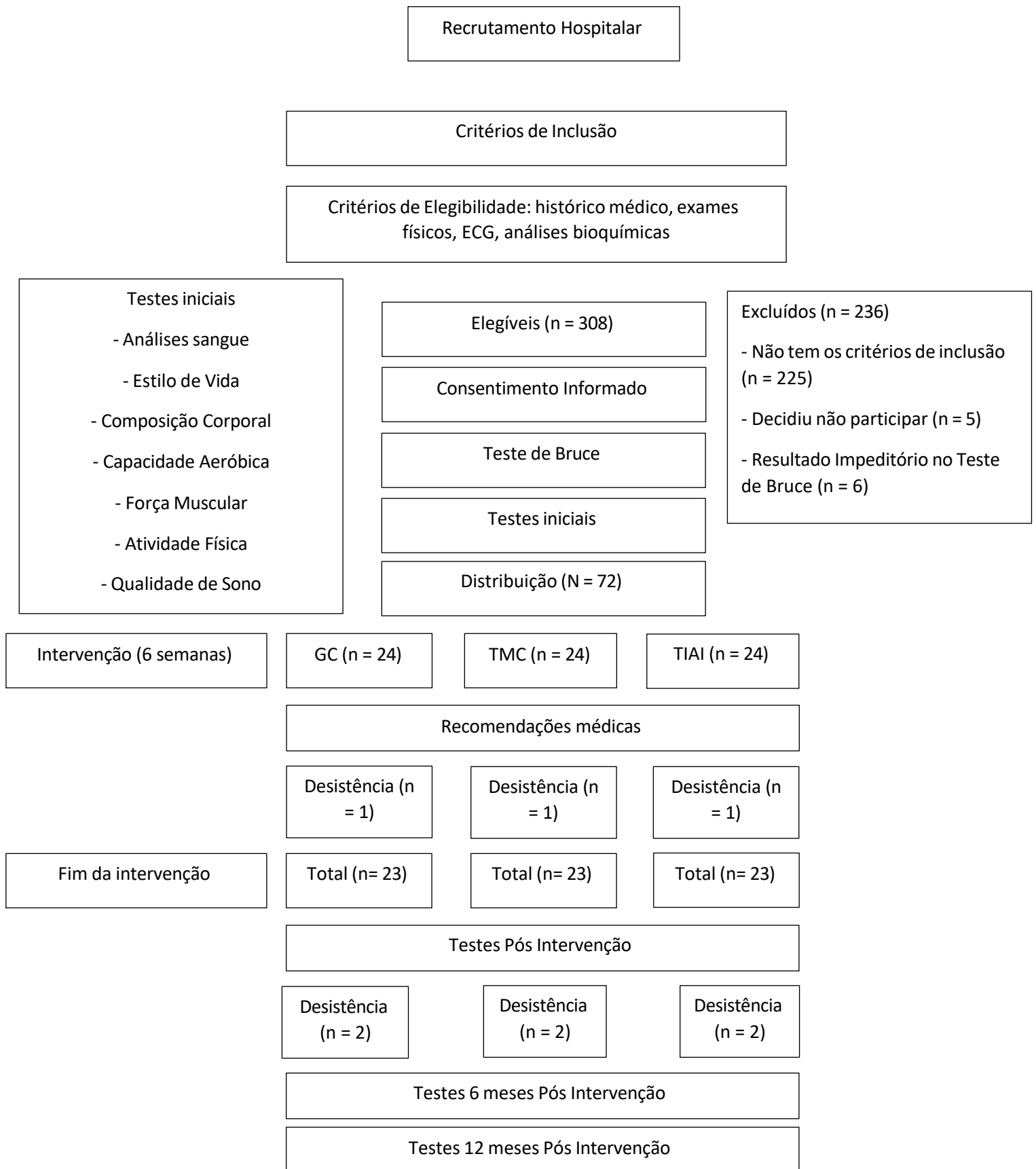
Critérios Inclusão	Critérios Exclusão
(1) idade ≥ 18 anos e ≤ 80 anos	(1) apresentar sintomas de insuficiência cardíaca da classe II, III e IV com fração de ejeção $<45\%$;
(2) - baixo-moderado risco para a prática exercício físico, com as seguintes patologias/condições:	(2) arritmias não controladas
- Doença coronária estável;	(3) doença pulmonar obstrutiva crónica grave
- Após enfarte agudo do miocárdio;	(4) hipertensão não controlada
- Após angioplastia coronária;	(5) doença arterial periférica sintomática

- Após cirurgia cardíaca (revascularização coronária ou cirurgia valvular);	(6) angina instável
- Insuficiência cardíaca crónica estável em classe I-III da <i>new york heart association</i> ;	(7) diabetes não controlada
(3) aceitação dos pressupostos do consentimento informado dos programas de rc;	(8) sinais ou sintomas de isquemia
(4) não devem ter mais de uma hora de atividade física vigorosa por semana de acordo com questionário internacional de AF (Mahboubi Anarjan et al., 2012).	(9) incapacidade de realizar um teste de VO2máximo
	(10) locomoção exclusivamente dependente de meios mecânicos

Seleção e Distribuição dos Participantes

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o software online G*Power, considerando um tamanho do efeito de 0,3, uma potência de amostra predefinida de 0,8, uma probabilidade de erro predefinida de 0,05 e uma probabilidade estatística de 95% (Maniani et al., 2016). A amostra, num total de 63 participantes, foi dividida igualmente por três grupos de estudo: (GC) Grupo controlo (n = 21), (TMC) Grupo de Treino Moderado Contínuo (n = 21) e (TIAI) Grupo de Treino Intervalado de Alta Intensidade (n = 21). Para garantir o sigilo da distribuição, os participantes de cada grupo foram avaliados num horário específico, previamente agendado, e os horários de consulta de cada grupo não coincidiram com os de nenhum participante dos outros grupos. Todos os grupos eram inicialmente similares ao nível das variáveis analisadas, tirando pelas seguintes variáveis onde havia diferenças significativas ($p < 0,05$), sendo elas: a Aptidão Cardiorrespiratória, o Tempo Médio de AF Moderada (min/dia) e o Tempo Médio de AF Vigorosa (min/dia). Esta informação pode ser consultada na Tabela Descritiva da Amostra.

Diagrama de Estudo



Em suma, tivemos uma amostra de 72 participantes, distribuídos pelos grupos de (1) TMC e (2) TIAI, que participaram no programa de exercício, e (3) GC, que não participou no programa de exercício, servindo de termo de compara para uma avaliação posterior. À medida do tempo, alguns participantes foram desistindo e alguns dados considerados não fidedignos, o que levou a um total de 63 participantes, divididos igualmente pelos 3 grupos, no que toca à avaliação da Intensidade Absoluta e Relativa da AF diária, os principais indicadores em estudo.

Testes e Medidas

Primeiramente, os participantes foram sujeitos a um questionário oral sociodemográfico, onde lhe era questionado sobre os seus hábitos de sono (número de horas e horários), a sua data de nascimento para cálculo da idade e o sexo.

Todas as medições foram realizadas no início e no fim do programa de exercício e nos momentos de seguimento, 6 e 12 meses após intervenção. Os protocolos de pré e pós-intervenção foram os mesmos para cada paciente, seguindo a seguinte estrutura:

1. No primeiro dia de testes, foram recolhidas as amostras de sangue no HES de Évora. Estas recolhas respeitam o protocolo formal de avaliações médicas hospitalares de cada paciente e foram efetuadas por pessoal especializado do corpo clínico do HES de Évora.
2. Consulta com cardiologista e realização de prova de esforço, através do Teste de Bruce.
3. Referenciação formal ao programa de exercício e marcação das avaliações complementares, realizadas nas instalações desportivas da UÉ.
4. Nas instalações desportivas da UÉ, os participantes procederam à leitura e assinatura do Consentimento Informado.
5. Foi aplicado um questionário sociodemográfico para realização da tabela descritiva da amostra.
6. Retirámos dados como a composição corporal e a capacidade cardiorrespiratória (6MWT).
7. Programação e entrega dos acelerómetros para recolha de hábitos de AF e sono.

8. Aplicação do Programa de Exercício de 6 semanas.
9. Reavaliações pós-intervenção e recomendações médicas.
10. Avaliação seguimento pós 6 meses.
11. Avaliação seguimento pós 12 meses.

- **Medidas Secundárias**

Avaliação da Capacidade de Esforço Cardiorrespiratória (Prova de Esforço)

Em primeira instância, os participantes foram sujeitos a uma avaliação física realizada por um cardiologista. Foi aplicado um teste de carga progressiva com o objetivo de avaliar as oscilações de fadiga do paciente, risco ou sintomas de isquemia. Este teste é realizado em passadeira, através do protocolo de Bruce (Bires et al., 2013), antes de ser aplicada a intervenção. O teste é feito sem estar em jejum e com a medicação habitual, medindo a frequência cardíaca (FC) do paciente e tirando a pressão arterial (PA) a cada três minutos. Assim, conseguimos calcular a capacidade funcional através do equivalente metabólico (METs). Devido à toma de Betabloqueadores por parte de alguns participantes, o teste tem em conta alguns valores de pico de FC mais baixos do que o normal. Os resultados do teste são determinados como positivos, negativos ou indeterminados (incapacidade de chegar a $\geq 85\%$ de FC Max prevista sem alterações no ECG).

Análises Sanguíneas

No que diz respeito aos indicadores clínicos, amostras de sangue foram recolhidas no mesmo dia dos testes de exercício, antes do exercício. Todas as amostras de sangue finais foram obtidas 24-48 horas após a conclusão da última sessão de exercício. Foram recolhidos os níveis dos biomarcadores sanguíneos. As amostras de sangue foram recolhidas no início e no final do estudo.

Fatores de Risco da DC

Na segunda visita, os participantes foram submetidos a uma bateria de testes, com o objetivo de ser feita uma avaliação clínica de frequência cardíaca de repouso (FCR), pressão arterial (PA), composição corporal (CC), capacidade aeróbica (CA), força muscular (FM), atividade física (AF) e comportamento sedentário (CS), bem como questionários de qualidade de vida (QoL) e ansiedade e depressão, realizados por um fisiologista no laboratório da Universidade de Évora. Os participantes preencheram também um questionário onde dariam informações como a dados demográficos, histórico médico, uso de medicação (onde foi pedido que levassem a sua medicação regular), histórico familiar de doença cardíaca (DC) e hábitos de tabagismo.

Composição Corporal

Primeiramente, foi medido o peso e altura dos participantes. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi posteriormente calculado através da fórmula $Peso (Kg) / Altura (m)^2$. O excesso de peso foi definido por IMC 25.0 até 29.9 kg/m², e obesidade definida por IMC ≥ 30 kg/m² (Riebe et al., 2016). O Perímetro abdominal foi medido três vezes no ponto médio entre a costela mais baixa e a crista ilíaca, e a média das medições foi utilizada nas análises (Riebe et al., 2016). Neste estudo, os valores avantajados seriam definidos por > 80 cm nas mulheres e > 94 cm nos homens. (Sardinha et al., 2012)

Capacidade Aeróbica

A capacidade aeróbica foi determinada através do teste de caminhada de 6 minutos (6MWT). (Riebe et al., 2016) O VO₂ Máximo foi calculado através da fórmula $VO_{2max} = 0.03 \times \text{distância percorrida (m)} + 3.98$ (Ross et al., 2010). Os METs foram calculados da seguinte forma $METs = VO_{2max} / 3.5$ (Sri Ramachandra Journal of Medicine, 2011). O 6MWT foi realizado no pavilhão da Universidade de Évora, previamente marcado com 50m, e as instruções e encorajamentos foram fornecidos de acordo com as diretrizes do teste (Guyatt, 1985). Este teste é seguro e válido para pacientes com DC e mostrou boa fiabilidade neste grupo específico de participantes. (McDermott et al., 2014)

• Medidas Principais

Atividade Física e Comportamento Sedentário

Os participantes foram solicitados a usar um acelerómetro triaxial (ActiGraph GT3X) na cintura, colocado anteriormente à crista ilíaca direita, por 7 dias consecutivos durante as horas de atividade e de sono, exceto quando estivessem no banho ou a nadar. Os dados de acelerometria dos 3 planos foram processados com o software ActiGraph (ActiLife, versão 6) usando períodos de 15 segundos (dados brutos registados a 30 Hz) e o filtro padrão, e integrados numa contagem de magnitude vetorial ao calcular a raiz quadrada da soma dos eixos ao quadrado (vertical, anterior-posterior e medial-lateral). As médias diárias (min/dia) de AF medida pelo acelerómetro foram calculadas para cada paciente e classificadas em cinco níveis de atividade (tempo sedentário 1,00–1,99 MET, AF leve (AF Leve) 2,00–3,49 MET, e toda a atividade $\geq 3,50$ MET foi classificada como AF moderada a vigorosa AFMV) usando os limites definidos pelo fabricante. Um dia válido foi definido como ≥ 10 horas de uso. Toda atividade com intensidades de 1 MET (1 MET = 3,5 mL/kg/min) ou superior foi calculada com base no tempo de uso. Participantes com pelo menos quatro dias válidos (3 dias de semana e 1 dia de fim de semana) foram incluídos nas análises (tempo de uso do monitor de ≥ 600 min/dia) (Prince et al., 2015).

Intensidade Absoluta e Relativa da AF

Os benefícios da AF estão relacionados com o seu volume e a sua intensidade. Assim esta intensidade pode ser medida em valores relativos ou absolutos. A intensidade absoluta AF baseia-se em fatores como o dispêndio energético, a velocidade de deslocamento e o trabalho mecânico do indivíduo, sempre com valores absolutos em todas as medições (Prince et al., 2015). Já a intensidade relativa da AF tem em consideração a intensidade absoluta relativizando-a à capacidade cardiorespiratória máxima do indivíduo, variando conforme o consumo máximo de oxigénio individual (Garber et al., 2011).

A intensidade absoluta da AF é assim descrita em MET's (Metabolic Equivalent of Task), consumo de oxigénio e velocidade de deslocamento. Dentro da avaliação em MET's, a intensidade da AF pode ser dividida em Sedentarismo ($<1,99$ MET's), AF

Leve ($\geq 2 < 3,49$ METs), AF Moderada ($\geq 3,50 < 6$ METs), AF Vigorosa ($\geq 6 < 9$ METs) e AF Intensa (≥ 9 METs) que corresponde a consumos de oxigénio de 5,25, $\geq 5,25 - < 10,5$, $\geq 10,5 - < 21,0$, $\geq 21,0 - < 31,5$ e $\geq 31,5$ mL/min/kg, respetivamente (Prince et al., 2015). Neste estudo a intensidade absoluta da AF foi medida tendo partindo dos minutos médios diários em cada uma das intensidades dos comportamentos (sedentário, AF leve, moderada e vigorosa) multiplicados pelo equivalente metabólico de cada intensidade, definidos para este estudo como: METs/minuto em Sedentarismo = minutos médios diários x 1 MET; METs/minuto em AF Leve = minutos médios diários x 2 METs; METs/minuto em AF Moderada = minutos médios diários x 4,5 METs; METs/minuto em AF Vigorosa = minutos médios diários x 7,5 METs, seguindo indicações de estudos anteriores.

A intensidade relativa da AF é descrita como uma percentagem do consumo máximo de oxigénio de cada participante. Numa escala de percentagem, a intensidade relativa da AF é descrita da seguinte forma: leve ($< 46\%$), moderada ($\geq 46 - < 64\%$), vigorosa ($\geq 64 - < 91\%$) e intensa ($\geq 91\%$) do consumo máximo de oxigénio, de acordo com o Colégio Americano de Medicina do Desporto (American College of Sports Medicine) (Garber et al., 2011). Para este estudo o cálculo da intensidade relativa da AF teve em consideração o consumo máximo de oxigénio estimado com base na realização da prova de 6MWT (Ross et al., 2010). O cálculo da intensidade relativa foi efetuado através da divisão do VO_{2max} estimado na AF diária para cada um dos comportamentos (leve = 2 METs x 3,5 mL/kg/min; moderada = 4,5 METs x 3,5 mL/kg/min e vigorosa = 7,5 METs x 3,5 mL/kg/min) pelo VO_{2max} estimado na prova de 6MWT, multiplicando posteriormente o resultado desta divisão por 100, de forma a obter a proporção em percentagem (% VO_{2max}). Estes valores em minutos por dia numa determinada intensidade de atividade representam a média diária, representando uma semana tipo com uma amostra de dois dias de semana e dois dias de fim-de-semana completos.

Programas de Exercício

Após a alta hospitalar os pacientes receberam informações sobre todo o programa e sobre o que iriam realizar, receberam orientação dietética e também suporte psicológico. Após a realização das avaliações iniciais para medidas principais e secundárias, os participantes referenciados após aleatorização para os grupos de intervenção iniciam o programa de exercício. Os participantes referenciados após aleatorização para o grupo de controlo

receberam indicações clínicas habituais e recomendações para a prática de AF regular, em formato papel.

Os programas de exercício consistiram em 6 semanas de exercício supervisionado em passadeira, com três sessões por semana. Se uma sessão não fosse dada por algum motivo, esta seria repostada naquela semana ou na semana seguinte. Os participantes realizavam cada sessão de exercício em grupo, com um máximo de três participantes por sessão. À medida que a intensidade do treino aumentava, a frequência cardíaca do participante, a taxa de percepção de esforço (escala Borg) e os sintomas cardíacos também eram considerados. As frequências cardíacas eram monitorizadas com o sistema Polar (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia), e a pressão arterial (usando um esfigmomanómetro de mercúrio). Estas variáveis eram medida no início e no final de cada sessão. A Escala de Percepção de Esforço de Borg é uma escala de 10 pontos que varia de 0 a 10, com limites que vão de "Nenhum esforço" (0) a "Esforço máximo" (10). Cada sessão de treino começava com um aquecimento de 5 a 10 minutos a 50-60% da frequência cardíaca máxima (FCpico) e terminava com 5 minutos de retorno à calma a 40% da FCpico. O

grupo de TIAI realizava 4×4 minutos de intervalos de alta intensidade a 85%–95% da FCpico, seguidos por um intervalo de recuperação de 1 minuto a 40% da FCpico, calculado através de um teste de exercício com aumento gradual de intensidade, supervisionado numa passadeira com o protocolo Bruce (Bires et al., 2013). Durante o exercício, os participantes eram incentivados a aumentar gradualmente a intensidade do exercício em direção a 6–9 (difícil a muito difícil) na escala de Borg. O protocolo de TMC consistia numa sessão contínua de exercício de intensidade moderada para atingir 70–75% da FCpico, com uma taxa de perceção de esforço de 3 a 5 (bastante leve a um pouco difícil), por 27,5 minutos, para igualar o gasto energético com o protocolo de TIAI.

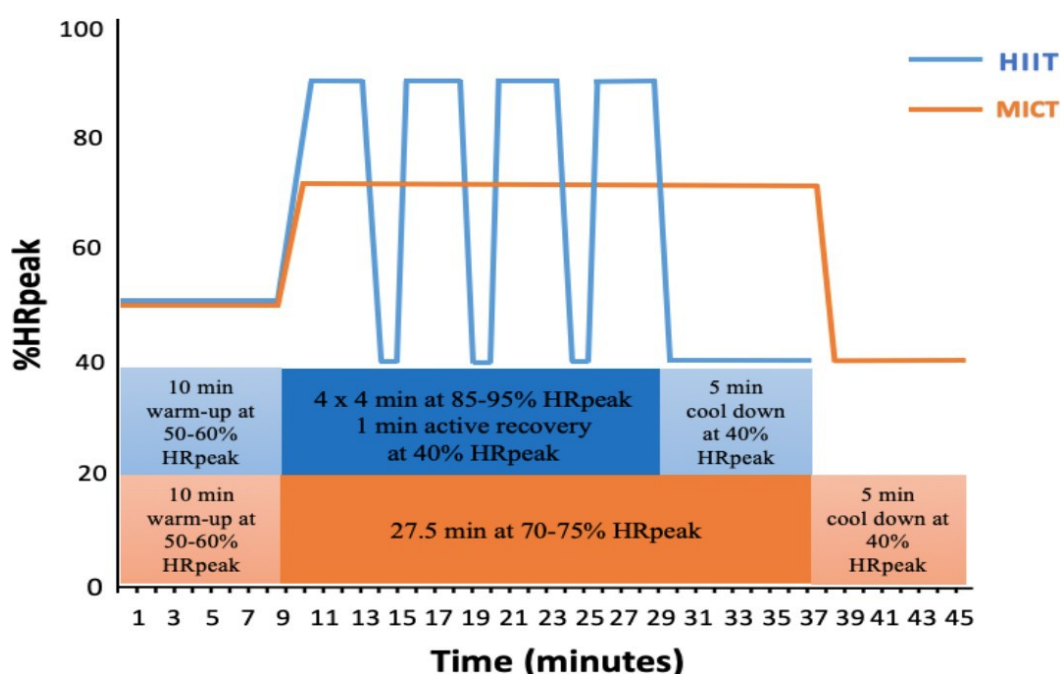


Figura 1: Programa de Exercício em RC (Joaquim Gonçalves, 2024)

Grupo de Controlo

Após o procedimento cardíaco, os doentes que foram colocados no Grupo de Controlo (GC) recebem alta e não recebem qualquer acompanhamento adicional em relação ao exercício para além dos conselhos gerais sobre a importância do exercício e da dieta alimentar. Foram avaliados da mesma forma que os grupos do programa de exercício, antes e depois dos programas de exercício comunitário, e foram chamados para a primeira avaliação de seguimento aos seis meses e depois aos 12 meses.

Procedimentos estatísticos

Foi efetuada uma análise estatística descritiva usando média e desvio padrão, para toda a amostra estratificada por grupos (grupo de controlo, grupo de Treino Moderado Contínuo e grupo de Treino Intervalado de Alta Intensidade), apresentando os dados como média $\pm$ desvio padrão (DP) ou frequências (%).

Para estudar os potenciais efeitos promovidos nos participantes pelo exercício e pelo tempo decorrido após as intervenções, nos momentos de seguimento a 6 e a 12 meses, recorreu-se a técnicas estatísticas de comparação.

A distribuição das variáveis em estudo, com o intuito de verificar o pressuposto da normalidade, foi estudada através do teste Shapiro-Wilk. Como forma de controlar as suposições *a priori*, foi também testada a igualdade de variâncias (Levene's).

A maioria das variáveis em estudo revelou uma distribuição não-normal, tendo-se aplicado uma análise estatística inferencial não-paramétrica para comparar as medidas repetidas intra-grupo, através do teste não-paramétrico de Friedman. Para a comparação entre grupos utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Foram ainda realizados testes *post hoc* pareados quando foram encontradas diferenças significativas. Para a comparação de indicadores categóricos entre os grupos, foi realizado o Teste Qui-Quadrado para amostras independentes e sempre que se verificou um número de casos inferior a 5, foi aplicado o Teste Exato de Fisher. Na exposição dos resultados, será identificado na legenda de cada grafismo o procedimento estatístico utilizado.

O valor da variação entre os diferentes momentos (avaliações iniciais, pós-intervenção e seguimentos) foi calculado como Δ : $\text{momento}_x - \text{momento}_{x-1}$. Para diferenças significativas entre os momentos de avaliação, o respetivo delta percentual foi também calculado pela seguinte fórmula: $(\Delta\%: [(\text{momento}_x - \text{momento}_{x-1})/\text{momento}_{x-1}] \times 100)$. Por fim, o tamanho do efeito (TE) para estudar a magnitude do efeito das intervenções foi calculado para as comparações dentro do grupo e entre grupos, seguindo as instruções para os testes não paramétricos (Fritz et al., 2012). O TE foi calculado como $r = (Z/\sqrt{N})$, e foram utilizadas as diferenças padronizadas de efeitos pequenos (0,10), médios (0,30) e grandes (0,50) (Cohen, 1988).

Em todas as análises de significância, um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Tabela 2: Características sociodemográficas, clínicas, de aptidão cardiorrespiratória e de hábitos de sono e de atividade física iniciais dos participantes integrados no grupo de Controlo (n = 21), no grupo de TMC (n = 21) e no grupo de TIAI (n = 21)

Características	Inicial Média ± DP	Valor de p
Sociodemográficas		
<i>Idade (anos)</i>		
Controlo	57 ± 11,5	0,149
TMC	54,1 ± 9	
TIAI	50,4 ± 9,8	
<i>Sexo, feminino (%)</i>		
Controlo	14,3%	0,852
TMC	9,5%	
TIAI	9,5%	
Clínicas		
<i>Perímetro abdominal (cm)</i>		
Controlo	101,6 ± 11,2	0,098
TMC	101,6 ± 10,1	
TIAI	95,9 ± 11,9	
<i>Índice massa corporal (kg/m²)</i>		
Controlo	29,8 ± 4,2	0,087
TMC	29,4 ± 3,7	
TIAI	27,4 ± 3,8	
<i>Colesterol HDL (mmol/L)</i>		
Controlo	40,2 ± 9,3	0,084
TMC	43,6 ± 9,1	
TIAI	43,6 ± 6,6	
<i>Colesterol LDL (mmol/L)</i>		
Controlo	118,9 ± 51,9	0,262
TMC	110,8 ± 41	
TIAI	133,3 ± 36,9	
<i>Triglicéridos (mmol/L)</i>		
Controlo	163 ± 72,4	0,088
TMC	174,5 ± 75,5	
TIAI	206,3 ± 64,4	
<i>HbA1c (mmol/mol)</i>		
Controlo	6,2 ± 0,9	0,130
TMC	6,1 ± 1,3	
TIAI	5,8 ± 0,8	
<i>PAS (mmHg)</i>		
Controlo	137,7 ± 5,5	0,918
TMC	134,3 ± 13,4	
TIAI	134,8 ± 9,4	
<i>PAD (mmHg)</i>		
Controlo	93,8 ± 5,9	0,637

TMC	92,2 ± 10,2	
TIAI	90,1 ± 8,5	
<i>FC Repouso (bpm)</i>		
Controlo	69,1 ± 10,3	0,770
TMC	67,1 ± 9,6	
TIAI	69,1 ± 16,1	
<i>Medicação betabloquantes, n (%)</i>		
Controlo	20 (95,2%)	0,766
TMC	20 (95,2%)	
TIAI	19 (90,5%)	
Aptidão cardiorrespiratória		
<i>VO2máx (ml/kg/min)</i>		
Controlo	15,8 ± 4,2	<0,001
TMC	19,3 ± 1,9	
TIAI	19,5 ± 2,3	
Hábitos sono		
<i>Tempo (horas)</i>		
Controlo	7,5 ± 4,2	0,707
TMC	7,1 ± 1,9	
TIAI	7,2 ± 2,3	
Hábitos AF		
<i>Tempo médio sedentário (min/dia)</i>		
Controlo	971,6 ± 105,3	0,445
TMC	982,3 ± 101,3	
TIAI	944,9 ± 138,6	
<i>Tempo médio AF Leve (min/dia)</i>		
Controlo	244,1 ± 83,7	0,129
TMC	199,4 ± 66,3	
TIAI	238,2 ± 70,6	
<i>Tempo médio AF Moderada (min/dia)</i>		
Controlo	23,8 ± 18,7	0,002
TMC	36,6 ± 23,4	
TIAI	50,9 ± 29,6	
<i>Tempo médio AF Vigorosa (min/dia)</i>		
Controlo	24 ± 19	<0,001
TMC	36,9 ± 23,8	
TIAI	53,8 ± 30,8	

Legenda: *DP*, desvio padrão. *Controlo*, grupo controlo. *TMC*, grupo com treino moderado contínuo. *TIAI*, grupo com treino intervalado de alta intensidade. *HDL*, Lipoproteínas de alta densidade. *LDL*, Lipoproteínas de baixa densidade. *PAS*, Pressão Arterial Sistólica. *PAD*, Pressão Arterial Diastólica. *FC*, Frequência cardíaca. *VO2máx*, capacidade máxima de consumo de oxigénio. *cm*, centímetros. *kg/m²*, quilogramas por metro quadrado. *mmol/L*, milimoles por litro. *HbA1c*, hemoglobina glicosilada. *mmol/mol*, milimoles por mol. *mmHg*, milímetros de mercúrio. *ml/kg/min*, mililitros por quilograma por minuto. *min/dia*, minutos por dia. *p*, valor de significância, considerado significativo quando $p < 0,05$. A comparação entre grupos foi efetuada através do teste de Kruskal-Wallis. A comparação da proporção de cada sexo e da percentagem de ingestão de medicamentos foi realizada através do Teste Qui-

Quadrado e sempre que se verificou um número de casos inferior a 5, foi aplicado o Teste Exato de Fisher.

A Tabela 2 apresenta as características sociodemográficas, clínicas, aptidão cardiorrespiratória, hábitos de sono e níveis de AF dos participantes dos três grupos. No geral, os dados não mostram diferenças significativas entre os grupos no início do estudo na maioria das variáveis medidas, indicando que os grupos eram comparáveis antes da intervenção.

A média de idades dos participantes variou entre $50,4 \pm 9,8$ anos no grupo TIAI e $57 \pm 11,5$ anos no grupo Controlo, não se tendo observado diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,149$). A proporção de participantes do sexo feminino foi baixa em todos os grupos, variando entre 9,5% nos grupos TMC e TIAI e 14,3% no grupo Controlo, não havendo diferenças estatísticas entre os grupos ($p > 0,05$).

Quanto às características clínicas, os grupos apresentaram valores semelhantes de perímetro da cintura, índice de massa corporal (IMC) e perfil lipídico (HDL, colesterol LDL e triglicéridos). Embora os participantes do TIAI apresentassem uma circunferência da cintura ligeiramente inferior ($95,9 \pm 11,9$ cm) em comparação com os grupos Controlo e TMC (ambos $101,6 \pm 11,2$ cm), esta diferença não atingiu significância estatística ($p = 0,098$). Da mesma forma, não se verificaram diferenças significativas entre os grupos para o IMC ($p = 0,087$), com valores que variaram entre $27,4 \pm 3,8$ kg/m² no grupo TIAI e $29,8 \pm 4,2$ kg/m² no grupo Controlo. Embora os níveis de triglicéridos parecessem mais elevados no grupo TIAI ($206,3 \pm 64,4$ mmol/L) em comparação com os outros grupos, esta diferença não foi estatisticamente significativa ($p = 0,088$).

Verificou-se a existência de uma diferença significativa na aptidão cardiorrespiratória, medida pelo VO₂máx. Os participantes dos grupos TIAI ($19,5 \pm 2,3$ ml/kg/min) e TMC ($19,3 \pm 1,9$ ml/kg/min) exibiram níveis basais de VO₂máx mais elevados em comparação com o grupo Controlo ($15,8 \pm 4,2$ ml/kg/min), tendo esta diferença atingido significância estatística ($p < 0,001$). Isto sugere que, apesar da aleatorização, os participantes dos grupos de intervenção com exercício começaram com níveis de aptidão mais elevados do que os do grupo de controlo. Ainda assim, acreditamos que a análise diferenciada da intensidade relativa da AF irá permitir o ajustamento desta diferença *à priori*. Em termos de hábitos de AF, não foram observadas diferenças significativas no tempo diário em comportamentos sedentários, na duração do sono ou nos níveis de atividade ligeira entre os grupos ($p > 0,05$). No entanto, o tempo diário em AF moderada e vigorosa foram significativamente mais elevados no grupo TIAI em comparação com os GC

e TMC ($p = 0,002$ e $p < 0,001$, respetivamente). Especificamente, os participantes do grupo TIAI realizaram uma média de $50,9 \pm 29,6$ minutos de atividade moderada por dia, em comparação com $23,8 \pm 18,7$ minutos no grupo de controlo. Da mesma forma, a atividade vigorosa foi também marcadamente superior no grupo TIAI ($53,8 \pm 30,8$ minutos/dia) em comparação com o grupo controlo (24 ± 19 minutos/dia).

Em síntese, as características iniciais demonstram que a população do estudo era relativamente homogénea na maioria das variáveis sociodemográficas e clínicas. No entanto, são evidentes diferenças na aptidão cardiorrespiratória basal e nos níveis de AF entre os grupos de intervenção com exercício e o grupo Controlo. Isto sugere que os efeitos da intervenção podem necessitar de ser interpretados considerando estas diferenças iniciais, levando-nos para uma análise da variação dos indicadores de AF nos diferentes momentos e ao cálculo do tamanho do efeito das intervenções.

Tabela 3: Efeitos dos programas de TMC e de TIAI na intensidade absoluta da atividade física habitual dos participantes (VO2máx): avaliações pós-intervenção a 6 e a 12 meses

	Inicial (A) Média ± DP	Pós- intervenção (B) Média ± DP	6-M Pós- intervenção (C) Média ± DP	12-M Pós- intervenção (D) Média ± DP	Valor de <i>p</i>	Tamanho do Efeito (<i>r</i>)	Comparação Pareada
Intensidade absoluta AF (MET/min/dia)							
<i>Sedentária</i>							
Controlo	971,6 ± 105,3	977,9 ± 135,2	986,3 ± 129,3	984,5 ± 105,3	0,603	0,030	—
TMC	982,3 ± 101,3	881,7 ± 121,1	975,0 ± 105,7	977,6 ± 103,8	< 0,001	0,534	B<A,C,D
TIAI	944,9 ± 138,6	794,0 ± 106,7	936,9 ± 186,0	936,5 ± 212,6	< 0,001	0,371	B<A,C,D
<i>Leve</i>							
Controlo	488,2 ± 167,4	513,6 ± 163,9	517,8 ± 166,5	495,0 ± 154,0	0,319	0,049	—
TMC	398,9 ± 132,7	511,6 ± 193,9	448,0 ± 156,1	459,1 ± 164,8	< 0,001	0,356	B>A,C,D
TIAI	476,4 ± 141,1	631,4 ± 141,8	524,6 ± 141,8	548,3 ± 134,8	< 0,001	0,527	B>A,C,D C,D>A
<i>Moderada</i>							
Controlo	107,0 ± 84,0	128,4 ± 118,8	115,2 ± 94,2	108,4 ± 103,8	0,003	0,106	B>A,C,D
TMC	164,9 ± 105,3	219,8 ± 124,7	180,8 ± 101,4	178,0 ± 91,7	< 0,001	0,311	B>A,C,D C,D>A
TIAI	228,9 ± 133,4	304,0 ± 150,9	247,3 ± 129,1	248,6 ± 130,3	< 0,001	0,581	B>A,C,D D>A
<i>Vigorosa</i>							
Controlo	180,0 ± 142,8	215,3 ± 201,4	146,1 ± 99,7	142,8 ± 117,3	< 0,001	0,173	B>A,C,D D>A
TMC	276,9 ± 178,7	368,8 ± 209,8	308,1 ± 172,1	301,5 ± 162,3	< 0,001	0,318	B>A,C,D C,D>A
TIAI	403,4 ± 231,0	514,5 ± 251,7	420,4 ± 222,3	424,7 ± 224,1	< 0,001	0,537	B>A,C,D

Legenda: DP, desvio padrão. AF, atividade física. *Controlo*, grupo controlo (n = 21). *TMC*, grupo com treino moderado contínuo (n = 21). *TIAI*, grupo com treino intervalado de alta intensidade (n = 21). (A), avaliação inicial. (B), avaliação pós-intervenção. (C), avaliação 6 meses pós-intervenção. (D), avaliação 12 meses pós-intervenção. MET/min/dia, equivalente metabólico por minuto por dia. *p*, valor de significância, considerado significativo quando *p* < 0,05. A comparação intra-grupo nos diferentes momentos foi efetuada através do teste de Friedman.

A Tabela 3 apresenta os valores de intensidade absoluta da AF nos diferentes momentos para os três grupos. A comparação entre o momento inicial (A), pós- intervenção (B), 6 meses (C) e 12 meses (D) revela alterações significativas nos padrões de AF para os grupos TMC e TIAI, enquanto o grupo Controlo não apresentou alterações significativas ao longo do tempo.

Para a atividade sedentária, foram observadas reduções significativas em ambos os grupos de exercício, principalmente no pós-intervenção (B). O grupo TMC demonstrou uma redução notável do tempo sedentário desde o início ($982,3 \pm 101,3$ MET/min/dia) até ao pós-intervenção ($881,7 \pm 121,1$ MET/min/dia), com um tamanho de efeito de $r = 0,534$, indicando um efeito grande. Da mesma forma, o grupo TIAI apresentou uma redução ainda maior desde o início ($944,9 \pm 138,6$ MET/min/dia) até à pós- intervenção ($794,0 \pm 106,7$ MET/min/dia), com tamanho de efeito de $r = 0,371$, sugerindo um efeito moderado.

Estas melhorias no comportamento sedentário mantiveram-se ao longo do tempo, com pequenos aumentos nos seguimentos de 6 e 12 meses. No entanto, as reduções pós-intervenção foram significativas e sustentadas, como mostram os aumentos relativamente pequenos no tempo sedentário entre os momentos B e D para ambos os grupos. Em contraste, o grupo Controlo não apresentou alterações significativas na atividade sedentária durante todo o período do estudo.

Para a AF leve, ambos os grupos de exercício demonstraram aumentos significativos após a intervenção, particularmente no grupo TIAI. No início do estudo, o grupo TIAI tinha uma média de $476,4 \pm 141,1$ MET/min/dia em atividade leve, que aumentou significativamente para $631,4 \pm 141,8$ MET/min/dia pós-intervenção (B), com um grande tamanho de efeito ($r = 0,527$). O grupo TMC também apresentou melhorias, aumentando de $398,9 \pm 132,7$ MET/min/dia para $511,6 \pm 193,9$ MET/min/dia pós-intervenção, com um tamanho de efeito moderado ($r = 0,356$).

Estes aumentos mantiveram-se parcialmente nos seguimentos de 6 meses (C) e 12 meses (D), embora tenha ocorrido alguma regressão em relação aos valores basais. No entanto, os ganhos pós-intervenção em atividades ligeiras foram significativamente superiores aos valores basais para ambos os grupos, sublinhando a eficácia das intervenções.

Na AF moderada, o grupo TIAI apresentou um aumento substancial desde o início ($228,9 \pm 133,4$ MET/min/dia) até ao pós-intervenção ($304,0 \pm 150,9$

MET/min/dia), com grande tamanho de efeito ($r = 0,581$), indicando um impacto robusto do TIAI. O grupo TMC também melhorou em atividade moderada, com um aumento de $164,9 \pm 105,3$ MET/min/dia para $219,8 \pm 124,7$ MET/min/dia pós-intervenção, produzindo um tamanho de efeito moderado ($r = 0,311$). Embora ambos os grupos tenham experimentado algum declínio na atividade moderada nos seguimentos de 6 e 12 meses, os valores permaneceram significativamente acima do valor inicial ($p < 0,001$), indicando benefícios prolongados das intervenções de exercício.

A AF vigorosa apresentou os aumentos mais significativos no grupo TIAI, considerando os valores médios e a dispersão. No início do estudo, os participantes deste grupo tinham uma média de $403,4 \pm 231,0$ MET/min/dia, que aumentou significativamente ($p < 0,001$) para $514,5 \pm 251,7$ MET/min/dia pós-intervenção (B), com um grande tamanho de efeito ($r = 0,537$). O grupo TMC também demonstrou melhorias substanciais, aumentando de $276,9 \pm 178,7$ MET/min/dia no início do estudo para $368,8 \pm 209,8$ MET/min/dia pós-intervenção, com um tamanho de efeito moderado ($r = 0,318$). Estes ganhos em atividade vigorosa foram sustentados nos seguimentos de 6 e 12 meses, particularmente no grupo TIAI, onde os níveis de atividade vigorosa se mantiveram muito acima dos valores basais em todos os pontos de seguimento, sublinhando a eficácia do TIAI para promover melhorias a longo prazo na prática habitual de AF de intensidade vigorosa.

No geral, os resultados indicam que as intervenções TMC e TIAI foram eficazes na promoção de reduções no comportamento sedentário e aumentos nas intensidades de AF (leve, moderada e vigorosa). O grupo TIAI, em particular, exibiu as maiores melhorias em todas as intensidades de atividade, com grandes tamanhos de efeito tanto para atividades moderadas como vigorosas pós-intervenção. Estas alterações foram sustentadas nos seguimentos de 6 e 12 meses, sugerindo benefícios duradouros do TIAI para aumentar os níveis de AF nesta população. Em contraste, o grupo Controle não apresentou alterações significativas em nenhuma das intensidades de AF ao longo do período de estudo, salientando a necessidade de intervenções estruturadas de exercício para promover mudanças significativas no estilo de vida em indivíduos sedentários.

Tabela 4: Variação (Δ) da intensidade absoluta da atividade física habitual dos participantes entre os diferentes momentos de avaliação (inicial, pós-intervenção, 6 e 12 meses pós-intervenção)

	Inicial Média $\pm$ DP	Δ Pós- intervenção (m2-m1)	Δ 6-M Pós- intervenção (m3-m1)	Δ 12-M Pós- intervenção (m4-m1)
Intensidade absoluta AF (MET/min/dia)				
<i>Sedentária</i>				
Controlo	971,6 $\pm$ 105,3	6,3 $\pm$ 71,9	14,7 $\pm$ 50,2	-29,9 $\pm$ 206,5
TMC	982,3 $\pm$ 101,3	-100,7 $\pm$ 81,6	-7,3 $\pm$ 69,4	-4,7 $\pm$ 47,8
TIAI	944,9 $\pm$ 138,6	-151,0 $\pm$ 108,8	-8,0 $\pm$ 143,5	-8,4 $\pm$ 177,2
<i>Leve</i>				
Controlo	488,2 $\pm$ 167,4	25,4 $\pm$ 136,6	29,6 $\pm$ 98,5	6,8 $\pm$ 113,3
TMC	398,9 $\pm$ 132,7	112,8 $\pm$ 122,9	49,1 $\pm$ 78,7	60,3 $\pm$ 89,9
TIAI	476,4 $\pm$ 141,1	155,0 $\pm$ 82,1	48,2 $\pm$ 58,0	71,9 $\pm$ 102,6
<i>Moderada</i>				
Controlo	107,0 $\pm$ 84,0	21,4 $\pm$ 63,4	8,2 $\pm$ 40,5	1,4 $\pm$ 44,1
TMC	164,9 $\pm$ 105,3	54,9 $\pm$ 47,9	15,9 $\pm$ 54,7	13,1 $\pm$ 62,0
TIAI	228,9 $\pm$ 133,4	75,2 $\pm$ 50,0	18,5 $\pm$ 36,8	19,7 $\pm$ 36,8
<i>Vigorosa</i>				
Controlo	180,0 $\pm$ 142,8	35,3 $\pm$ 107,3	-34,0 $\pm$ 103,9	-37,2 $\pm$ 111,0
TMC	276,9 $\pm$ 178,7	91,9 $\pm$ 80,8	31,2 $\pm$ 98,0	24,6 $\pm$ 98,0
TIAI	403,4 $\pm$ 231,0	111,1 $\pm$ 90,6	17,0 $\pm$ 58,8	21,3 $\pm$ 61,7

Legenda: DP, desvio padrão. AF, atividade física. Controlo, grupo controlo (n = 21). TMC, grupo com treino moderado contínuo (n = 21). TIAI, grupo com treino intervalado de alta intensidade (n = 21). (Δ Pós-intervenção), variação do valor da avaliação pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial. (Δ 6-M Pós-intervenção), variação do valor da avaliação 6 meses pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial. (Δ 12-M Pós-intervenção), variação do valor da avaliação 12 meses pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial. MET/min/dia, equivalente metabólico por minuto por dia. m1, momento de avaliação inicial. m2, momento de avaliação pós-intervenção. m3, momento de avaliação 6 meses após a intervenção. m4, momento de avaliação 12 meses após a intervenção.

A Tabela 4 apresenta as variações absolutas (Δ) da intensidade absoluta de AF (em MET/min/dia) entre o início (A), pós-intervenção (B), seguimento de 6 meses (C) e seguimento de 12 meses (D) para os três grupos: Controlo, Treino Contínuo de Intensidade Moderada (TMC) e Treino Intervalado de Alta Intensidade (TIAI). Estas variações ajudam a avaliar como as intervenções afetaram os padrões habituais de AF dos participantes ao longo do tempo.

As alterações no comportamento sedentário variaram entre os grupos. O grupo TIAI exibiu a maior redução da atividade sedentária entre o início e o pós-intervenção (Δ = -151,0 $\pm$ 108,8 MET/min/dia), o que sugere que o TIAI foi particularmente eficaz na redução do tempo sedentário. Esta redução

manteve-se tanto no seguimento de 6 meses ($\Delta = -8,0 \pm 143,5$ MET/min/dia) como de 12 meses ($\Delta = -8,4 \pm 177,2$ MET/min/dia), indicando adesão a longo prazo a níveis mais baixos de comportamento sedentário. Da mesma forma, o grupo TMC apresentou uma redução substancial da atividade sedentária desde o início até à pós-intervenção ($\Delta = -100,7 \pm 81,6$ MET/min/dia), embora este efeito tenha diminuído ao longo do tempo, como evidenciado por alterações menores nos períodos de 6 meses e Seguidamentos de 12 meses ($\Delta = -7,3 \pm 69,4$ e $\Delta = -4,7 \pm 47,8$ MET/min/dia, respetivamente). Em contraste, o grupo Controlo apresentou uma variação mínima no comportamento sedentário ao longo do estudo, com alterações insignificantes desde o início até à pós- intervenção e às avaliações de seguimento.

Ambos os grupos de intervenção com exercício demonstraram aumentos significativos na AF leve, com o grupo TIAI a apresentar novamente a maior melhoria. Desde as avaliações iniciais até às avaliações pós-intervenção, o grupo TIAI aumentou a sua atividade leve em $155,0 \pm 82,1$ MET/min/dia, uma melhoria que sugere que a intervenção encorajou a realização de mais AF de intensidade leve. Estes ganhos, embora atenuados, mantiveram-se nos seguimentos de 6 e 12 meses ($\Delta = 48,2 \pm 58,0$ e $\Delta = 71,9 \pm 102,6$ MET/min/dia, respetivamente). O grupo TMC também apresentou aumentos significativos na atividade leve ($\Delta = 112,8 \pm 122,9$ MET/min/dia) entre os momentos inicial e pós-intervenção, com a manutenção do aumento durante os períodos de seguimento ($\Delta = 49,1 \pm 78,7$ MET/min/dia). Em comparação, o grupo Controlo apenas apresentou aumentos mínimos na atividade leve em todos os momentos que se seguiram às avaliações iniciais.

Em atividade moderada, o grupo TIAI exibiu os maiores ganhos desde o início até ao pós-intervenção ($\Delta = 75,2 \pm 50,0$ MET/min/dia). Esta melhoria reflete a intensidade e eficácia do treino intervalado na promoção de atividades de intensidade moderada. No entanto, os ganhos foram ligeiramente reduzidos nos seguimentos de 6 meses ($\Delta = 18,5 \pm 36,8$ MET/min/dia) e de 12 meses ($\Delta = 19,7 \pm 36,8$ MET/min/dia), indicando alguma regressão, mas ainda assim mantendo um nível de atividade mais elevado do que o valor inicial. O grupo TMC também apresentou melhorias significativas na atividade moderada desde o início até à pós-intervenção ($\Delta = 54,9 \pm 47,9$ MET/min/dia), embora os efeitos tenham diminuído ligeiramente nas avaliações aos 6 e 12 meses ($\Delta = 15,9 \pm 54,7$). e $\Delta = 13,1 \pm 62,0$ MET/min/dia, respetivamente). Mais uma vez, o grupo de controlo registou pouca ou nenhuma variação na atividade moderada ao longo

do tempo, sublinhando a necessidade de intervenções estruturadas para impulsionar a atividade de intensidade moderada.

A atividade vigorosa apresentou as alterações mais substanciais no grupo TIAI, que registou um aumento significativo desde o início até ao pós-intervenção ($\Delta = 111,1 \pm 90,6$ MET/min/dia). Isto realça a eficácia do TIAI na promoção da AF de intensidade vigorosa. Embora os ganhos em atividade vigorosa tenham diminuído ligeiramente nos seguimentos de 6 meses ($\Delta = 17,0 \pm 58,8$ MET/min/dia) e de 12 meses ($\Delta = 21,3 \pm 61,7$ MET/min/dia), o grupo TIAI manteve níveis mais elevados de atividade vigorosa em comparação com o valor inicial ao longo do estudo. O grupo TMC também melhorou nas atividades vigorosas, apresentando um aumento de $91,9 \pm 80,8$ MET/min/dia desde o início até à pós- intervenção. Contudo, assim como os demais níveis de intensidade, o efeito foi menos pronunciado aos 6 e 12 meses pós-intervenção ($\Delta = 31,2 \pm 98,0$ e $\Delta = 24,6 \pm 98,0$ MET/min/dia, respetivamente). O grupo Controlo, mais uma vez, apresentou uma variação mínima da atividade vigorosa ao longo dos diferentes momentos.

Como resumo dos principais resultados da tabela 3 podemos salientar que as intervenções TIAI e TMC foram eficazes na redução do comportamento sedentário e no aumento da AF em todas as intensidades (leve, moderada e vigorosa). No entanto, o grupo TIAI apresentou consistentemente as maiores melhorias em todos os níveis de intensidade. As alterações mais significativas foram observadas pós-intervenção, com alguma regressão nas avaliações de seguimento, embora os ganhos ainda estivessem acima dos níveis iniciais, particularmente para o grupo TIAI. O grupo Controlo mostrou pouca ou nenhuma alteração no nível de AF.

Tabela 5: Variação percentual ($\Delta\%$) da intensidade absoluta da atividade física habitual dos participantes entre os diferentes momentos de avaliação (inicial, pós-intervenção, 6 e 12 meses pós-intervenção)

	Inicial Média $\pm$ DP	$\Delta\%$ Pós- intervenção (m2–m1)	$\Delta\%$ 6-M Pós- intervenção (m3–m1)	$\Delta\%$ 12-M Pós- intervenção (m4–m1)
Intensidade absoluta AF (MET/min/dia)				
<i>Sedentária</i>				
Controlo	971,6 $\pm$ 105,3	0,5 $\pm$ 7,7	1,3 $\pm$ 5,0	1,2 $\pm$ 5,1
TMC	982,3 $\pm$ 101,3	-10,2 $\pm$ 8,1	-0,5 $\pm$ 7,1	-0,4 $\pm$ 4,7
TIAI	944,9 $\pm$ 138,6	-15,3 $\pm$ 9,5	-0,6 $\pm$ 12,9	-0,6 $\pm$ 16,5
<i>Leve</i>				
Controlo	488,2 $\pm$ 167,4	9,2 $\pm$ 29,5	8,5 $\pm$ 22,9	4,7 $\pm$ 24,2
TMC	398,9 $\pm$ 132,7	29,9 $\pm$ 36,0	13,5 $\pm$ 23,2	16,2 $\pm$ 26,8
TIAI	476,4 $\pm$ 141,1	37,0 $\pm$ 25,6	11,7 $\pm$ 13,2	19,7 $\pm$ 29,1
<i>Moderada</i>				
Controlo	107,0 $\pm$ 84,0	20,9 $\pm$ 51,4	28,5 $\pm$ 116,0	0,8 $\pm$ 35,4
TMC	164,9 $\pm$ 105,3	42,9 $\pm$ 38,0	17,8 $\pm$ 31,1	20,0 $\pm$ 35,4
TIAI	228,9 $\pm$ 133,4	42,4 $\pm$ 37,6	12,7 $\pm$ 28,7	14,4 $\pm$ 28,9
<i>Vigorosa</i>				
Controlo	180,0 $\pm$ 142,8	20,5 $\pm$ 51,4	15,9 $\pm$ 120,6	2,8 $\pm$ 79,9
TMC	276,9 $\pm$ 178,7	43,0 $\pm$ 38,0	20,5 $\pm$ 34,0	18,9 $\pm$ 32,4
TIAI	403,4 $\pm$ 231,0	38,0 $\pm$ 40,1	8,8 $\pm$ 28,8	10,8 $\pm$ 28,3

Legenda: DP, desvio padrão. AF, atividade física. Controlo, grupo controlo (n = 21). TMC, grupo com treino moderado contínuo (n = 21). TIAI, grupo com treino intervalado de alta intensidade (n = 21). ($\Delta\%$ Pós-intervenção), variação percentual do valor da avaliação pós- intervenção menos o valor da avaliação inicial. ($\Delta\%$ 6-M Pós-intervenção), variação percentual do valor da avaliação 6 meses pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial. ($\Delta\%$ 12-M Pós-intervenção), variação percentual do valor da avaliação 12 meses pós- intervenção menos o valor da avaliação inicial. MET/min/dia, equivalente metabólico por minuto por dia. m1, momento de avaliação inicial. m2, momento de avaliação pós- intervenção. m3, momento de avaliação 6 meses após a intervenção. m4, momento de avaliação 12 meses após a intervenção.

Os resultados da Tabela 5 mostram as variações percentuais ($\Delta\%$) da intensidade absoluta da AF nos diferentes momentos de avaliação (A, B, C, D), complementando as variações absolutas apresentadas na Tabela 4. Estas alterações percentuais ajudam a contextualizar o impacto relativo das intervenções nos níveis de AF dos participantes.

O grupo TIAI demonstrou a maior redução percentual da atividade sedentária pós-intervenção, com uma diminuição de 15,3%, o que realça a melhoria relativa substancial em comparação com o valor basal. Esta redução persistiu, com apenas alterações mínimas

nos seguimentos de 6 meses (-0,6%) e 12 meses (-0,6%). Da mesma forma, o grupo TMC apresentou uma redução de 10,2% na atividade sedentária pós-intervenção, embora este efeito tenha diminuído nas avaliações de seguimento, refletindo uma pequena regressão em relação ao comportamento inicial.

Em termos de AF leve, o grupo TIAI apresentou o maior aumento percentual pós-intervenção (37,0%) e, embora os ganhos relativos tenham diminuído ligeiramente ao longo do tempo, o grupo ainda manteve níveis de atividade mais elevados tanto aos 6 meses (11,7%) como aos 12 meses (11,7%). 12 meses (19,7%) em comparação com o valor basal. O grupo TMC seguiu um padrão semelhante, com um aumento de 29,9% pós-intervenção e melhorias modestas que persistiram nas avaliações de seguimento (seguimento).

O grupo TIAI também apresentou melhorias na atividade moderada, com um aumento de 42,4% pós-intervenção, que diminuiu para 12,7% e 14,4% aos 6 e 12 meses, respetivamente. O grupo TMC registou um aumento de 42,9% pós-intervenção, seguido de ligeiros declínios durante o seguimento. Estas alterações realçam a eficácia de ambas as intervenções no aumento dos níveis moderados de AF a curto e a longo prazo.

Para a atividade vigorosa, o grupo TIAI apresentou um aumento de 38,0% pós-intervenção, que foi sustentado em menor grau nos seguimentos de 6 meses (8,8%) e 12 meses (10,8%). O grupo TMC apresentou um aumento de 43,0% pós-intervenção, com melhorias menores, mas ainda assim significativas, a persistirem aos 6 e 12 meses. Estes resultados enfatizam o impacto do TIAI nos hábitos de prática de AF vigorosa, com benefícios sustentados ao longo do tempo.

Em síntese, as variações percentuais reforçam os resultados dos valores absolutos, demonstrando que tanto as intervenções TIAI como as TMC foram eficazes na redução do tempo sedentário e no aumento da AF em todas as intensidades. O grupo TIAI exibiu consistentemente as maiores melhorias percentuais, particularmente nas categorias de atividade vigorosa e moderada, sublinhando a eficácia do TIAI na promoção da mudança de comportamento a longo prazo.

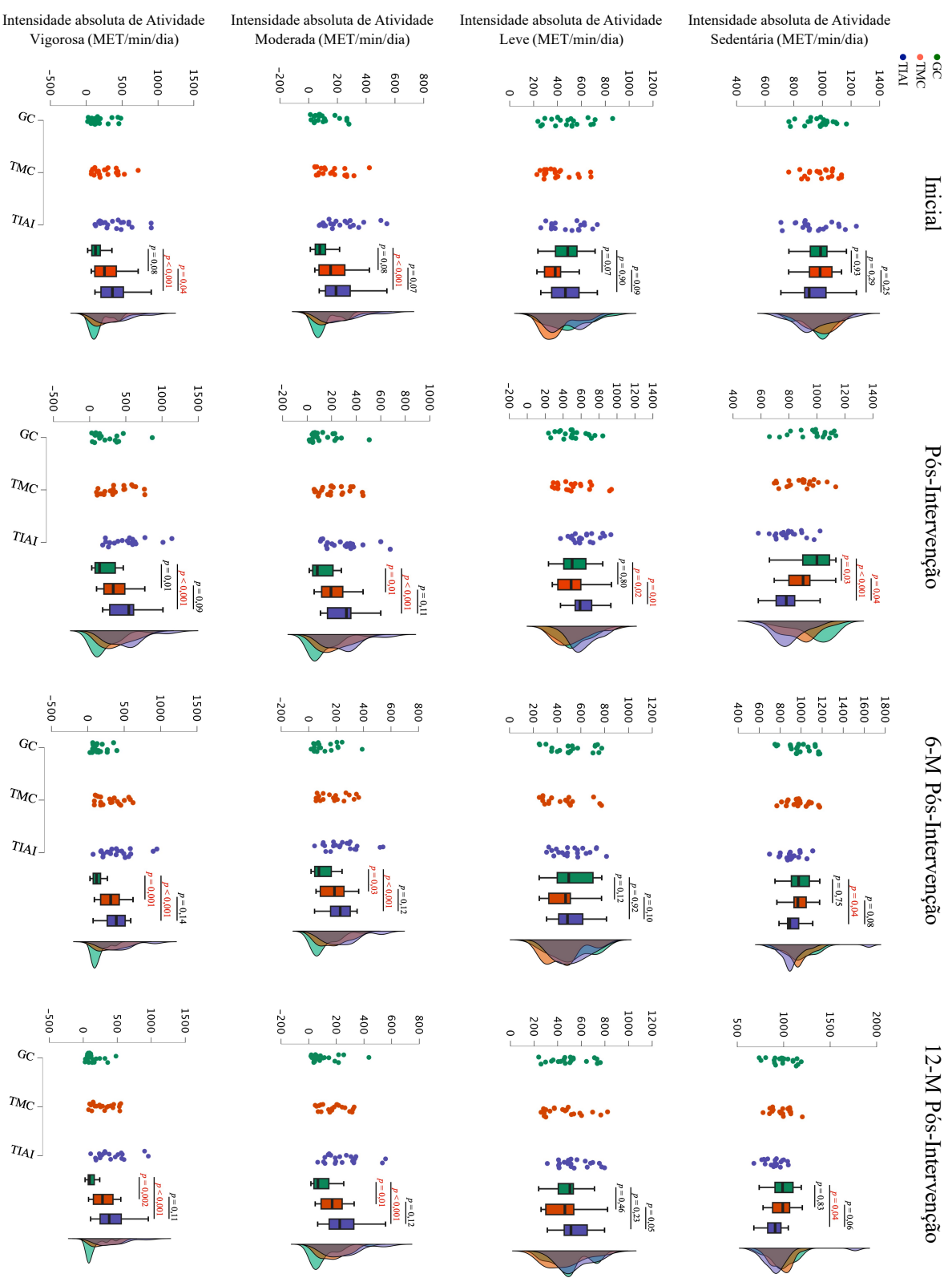


Figura 2: Comparação da intensidade absoluta da Af entre os três grupos, nos vários momentos.

Figura 2: Cada gráfico apresenta três diferentes grafismos com as comparações da intensidade absoluta de AF entre os três grupos (GC com cor verde, TMC com cor laranja e TIAI com cor violeta) em cada momento (Avaliações Iniciais, avaliações pós-intervenção, avaliações 6 meses pós-intervenção e 12 meses pós-intervenção). Da esquerda para a direita, apresentam-se os Jitter plots com a dispersão individual dos participantes. Em segundo lugar surgem-nos os Diagramas de caixa, apresentando a mediana, o intervalo interquartil, o mínimo e máximo), sendo que os valores medianos estão representados por linhas horizontais a negrito, e o primeiro e terceiro quartis estão indicados pelos limites inferior e superior, respetivamente. Os gráficos de Densidade surgem por último, representando a distribuição dos valores contínuos de cada grupo, de acordo com a cor. *GC*, grupo controlo ($n = 21$). *TMC*, grupo com treino moderado contínuo ($n = 21$). *TIAI*, grupo com treino intervalado de alta intensidade ($n = 21$). *MET/min/dia*, equivalente metabólico por minuto por dia. *p*, valor de significância, considerado significativo quando $p < 0,05$ (salientados a vermelho). A comparação entre grupos foi efetuada através do teste de Kruskal-Wallis (teste post-hoc de Dunn com comparações múltiplas).

A Figura 2 compara a intensidade absoluta da AF (em MET/min/dia) nos três grupos – Controlo (GC, verde), Treino Contínuo de Intensidade Moderada (TMC, laranja) e Treino Intervalado de Alta Intensidade (TIAI, violeta) — em quatro momentos diferentes: período inicial, pós-intervenção, 6 meses pós-intervenção e 12 meses pós-intervenção. A figura inclui gráficos de Jitter, que mostram a distribuição individual dos participantes; Diagramas de caixa, que resumem os dados do grupo através da mediana, intervalo interquartil e outliers; e gráficos de Densidade, que representam a distribuição contínua da intensidade absoluta da AF para cada grupo ao longo do tempo.

Os gráficos de Jitter e de Densidade mostram que o grupo Controlo manteve níveis semelhantes de atividade sedentária ao longo do estudo, com pouca variação entre os períodos de referência e de seguimento. Os diagramas de caixa confirmam que os níveis medianos de atividade sedentária neste grupo se mantiveram consistentemente elevados em todos os momentos de avaliação. Em contraste, ambos os grupos TMC e TIAI apresentaram reduções acentuadas na atividade sedentária pós-intervenção, como indicado pelo deslocamento descendente nos gráficos de Jitter e pelo encurtamento dos gráficos de Densidade. O grupo TIAI, em particular, apresentou a diminuição mais substancial do comportamento sedentário, com os valores medianos nos Diagramas de caixa significativamente mais baixos do que no início do estudo. Embora tenha ocorrido alguma regressão nos seguimentos de 6 e 12 meses, ambos os grupos de intervenção mantiveram níveis de atividade sedentária mais baixos em comparação com as suas avaliações iniciais.

Para a AF de intensidade leve, os gráficos de Jitter para o grupo TIAI revelam uma clara tendência ascendente pós-intervenção, com uma distribuição mais ampla de participantes envolvidos em atividades leves. Isto reflete-se nos Diagramas de caixa, onde os níveis médios de atividade leve são significativamente mais elevados do que nas avaliações iniciais. Os gráficos de Densidade também ilustram uma mudança para o aumento da atividade leve pós-intervenção, com a distribuição a permanecer elevada nos seguimentos de 6 e 12 meses. Da mesma forma, o grupo TMC registou um aumento da AF leve pós-intervenção, embora a melhoria tenha sido ligeiramente menor em comparação com o grupo TIAI. Ambos os grupos mantiveram estes ganhos ao longo do tempo, com pequenas reduções nos seguimentos. O grupo Controlo, no entanto, apresentou pouca ou nenhuma alteração na AF leve, como evidenciado pelos gráficos estáveis de Jitter e Densidade, bem como medianas consistentes nos Diagramas de caixa em todos os momentos de avaliação.

Em termos de intensidade absoluta da AF moderada, o grupo TIAI exibiu mais uma vez o aumento mais pronunciado pós-intervenção, como se pode ver nos gráficos de Jitter, onde os

participantes mostram uma distribuição mais ampla de níveis de atividade mais elevados. Os Diagramas de caixa confirmam estes resultados, com um aumento significativo dos níveis médios de atividade moderada pós-intervenção. Os gráficos de Densidade indicam uma clara mudança no sentido de um maior envolvimento em atividades moderadas, com os efeitos amplamente mantidos nos seguimentos de 6 e 12 meses. O grupo TMC também apresentou melhorias na atividade moderada, embora em menor grau em comparação com o TIAI. Os gráficos de Densidade e Diagramas de caixa revelam um aumento da atividade moderada pós-intervenção, com uma ligeira redução nas avaliações seguimento. Em contraste, o grupo Controlo apresentou uma alteração mínima da atividade moderada ao longo do tempo, como mostram os gráficos de Jitter, Box e Densidade, estáveis ao longo do tempo.

Para a intensidade absoluta de AF vigorosa, o grupo TIAI registou o maior aumento pós-intervenção, com os gráficos de Jitter a mostrarem um maior número de participantes a atingir intensidades mais elevadas de atividade vigorosa. Os Diagramas de caixa revelam um aumento significativo da mediana e os gráficos de Densidade demonstram uma mudança para uma AF mais intensa após a intervenção. Embora tenha havido algum declínio nos seguimentos de 6 e 12 meses, o grupo TIAI continuou a apresentar níveis de atividade vigorosa mais elevados em comparação com o valor inicial. O grupo TMC também apresentou melhorias na atividade vigorosa, embora as alterações tenham sido menos relevantes do que as observadas no grupo TIAI. Os diagramas de caixa indicam um aumento dos níveis médios de atividade vigorosa pós-intervenção, mas os gráficos de Densidade sugerem uma regressão aos níveis iniciais durante os períodos de seguimento. O grupo Controlo, como esperado, apresentou pouca ou nenhuma alteração na atividade vigorosa, como evidenciado pelas parcelas estáveis durante todo o período de estudo.

Em suma, os gráficos da Figura 2 ilustram os efeitos positivos de ambas as intervenções de exercício (TMC e TIAI) na redução do comportamento sedentário e no aumento da AF leve, moderada e vigorosa. O grupo TIAI apresentou consistentemente as maiores melhorias em todos os níveis de intensidade, particularmente para atividades vigorosas, onde os ganhos foram mais pronunciados e sustentados ao longo do tempo. O grupo TMC também demonstrou benefícios significativos, embora em menor grau em comparação com o TIAI, enquanto o grupo Controlo exibiu alterações mínimas na condição física.

Tabela 6: Efeitos dos programas de TMC e de TIAI na intensidade relativa da AF habitual dos participantes (VO2máx): avaliações pós-intervenção a 6 e a 12 meses

	Inicial (A) Média ± DP	Pós- intervenção (B) Média ± DP	6-M Pós- intervenção (C) Média ± DP	12-M Pós- intervenção (D) Média ± DP	Valor de <i>p</i>	Tamanho do Efeito (r)	Comparação Pareada
Intensidade relativa AF (% VO2máx)							
<i>Leve</i>							
Controlo	51,0 ± 30,8	50,6 ± 30,7	52,3 ± 31,8	52,8 ± 31,6	0,138	0,085	—
TMC	36,5 ± 3,7	33,1 ± 3,5	33,4 ± 3,5	33,6 ± 3,8	< 0,001	0,487	A>B,C,D B<D
TIAI	36,5 ± 5,1	32,5 ± 6,3	33,0 ± 5,5	33,1 ± 5,4	< 0,001	0,452	A>B,C,D
<i>Moderada</i>							
Controlo	114,7 ± 69,4	114,0 ± 69,1	117,6 ± 71,6	118,7 ± 71,2	0,138	0,085	—
TMC	82,2 ± 8,3	74,4 ± 7,9	75,2 ± 7,9	75,5 ± 8,5	< 0,001	0,487	A>B,C,D B<D
TIAI	82,2 ± 11,6	73,2 ± 14,1	74,2 ± 12,4	74,4 ± 12,1	< 0,001	0,452	A>B,C,D
<i>Vigorosa</i>							
Controlo	191,2 ± 115,7	189,9 ± 115,1	196,0 ± 119,3	197,8 ± 118,6	0,138	0,085	—
TMC	137,0 ± 13,8	124,0 ± 13,1	125,4 ± 13,1	125,8 ± 14,2	< 0,001	0,487	A>B,C,D B<D
TIAI	137,0 ± 19,3	121,9 ± 23,6	123,6 ± 20,7	124,1 ± 20,1	< 0,001	0,452	A>B,C,D

Legenda: DP, desvio padrão. AF, AF. *Controlo*, grupo controlo (n = 21). *TMC*, grupo com treino moderado contínuo (n = 21). *TIAI*, grupo com treino intervalado de alta intensidade (n = 21). (A), avaliação inicial. (B), avaliação pós-intervenção. (C), avaliação 6 meses pós- intervenção. (D), avaliação 12 meses pós-intervenção. % VO2máx, percentagem do consumo máximo de oxigénio. *p*, valor de significância, considerado significativo quando *p* < 0,05. A comparação intra-grupo nos diferentes momentos foi efetuada através do teste de Friedman.

A Tabela 6 apresenta a intensidade relativa da AF (relativizada à percentagem do VO₂máx) nos diferentes momentos para os três grupos. As comparações entre as avaliações iniciais (A), pós-intervenção (B), 6 meses (C) e 12 meses (D) pós-intervenção revelam alterações significativas na intensidade relativa da AF para os grupos TMC e TIAI, enquanto o grupo Controlo não apresentou alterações significativas.

Na AF leve, ambos os grupos de exercício demonstraram reduções na intensidade relativa pós-intervenção. O grupo TMC revelou uma diminuição de $36,5 \pm 3,7\%$ do VO₂máx no início do estudo para $33,1 \pm 3,5\%$ do VO₂máx pós-intervenção, com um tamanho de efeito grande ($r = 0,487$), indicando uma alteração significativa na intensidade relativa da AF leve. Esta redução foi sustentada aos 6 meses ($33,4 \pm 3,5\%$ do VO₂máx) e aos 12 meses ($33,6 \pm 3,8\%$ do VO₂máx), demonstrando que os participantes continuaram a praticar menos AF de intensidade ligeira em relação à sua aptidão cardiorrespiratória após a intervenção. Da mesma forma, o grupo TIAI exibiu uma redução da atividade leve de $36,5 \pm 5,1\%$ do VO₂máx no início do estudo para $32,5 \pm 6,3\%$ do VO₂máx pós-intervenção, com um tamanho de efeito grande ($r = 0,452$). Esta melhoria foi sustentada ao longo do tempo, com ligeiros aumentos nos seguimentos de 6 meses ($33,0 \pm 5,5\%$ do VO₂máx) e de 12 meses ($33,1 \pm 5,4\%$ do VO₂máx), embora ainda abaixo da avaliação inicial. Em contraste, o grupo Controlo não apresentou alteração significativa na intensidade relativa da atividade leve durante o período de estudo ($p = 0,138$).

No que respeita à AF moderada, ambos os grupos de intervenção apresentaram reduções na intensidade relativa pós-intervenção. O grupo TMC diminuiu de $82,2 \pm 8,3\%$ do VO₂máx no início do estudo para $74,4 \pm 7,9\%$ do VO₂máx pós-intervenção, com um tamanho de efeito grande ($r = 0,487$), indicando uma redução na intensidade de atividade moderada em relação à capacidade aeróbia dos participantes. Estas reduções foram sustentadas nos seguimentos de 6 meses ($75,2 \pm 7,9\%$ do VO₂máx) e de 12 meses ($75,5 \pm 8,5\%$ do VO₂máx). O grupo TIAI apresentou um padrão semelhante, com uma diminuição significativa de $82,2 \pm 11,6\%$ do VO₂máx no início do estudo para $73,2 \pm 14,1\%$ do VO₂máx pós-intervenção, acompanhada por um tamanho de efeito grande, de $r = 0,452$. Esta redução da intensidade de atividade moderada persistiu, com ligeiros aumentos nos seguimentos de 6 meses ($74,2 \pm 12,4\%$ VO₂máx) e 12 meses ($74,4 \pm 12,1\%$ VO₂máx). Como esperado, o grupo Controlo não apresentou

alterações significativas na intensidade moderada de atividade ao longo do estudo ($p = 0,138$).

Para a AF vigorosa, ambos os grupos TMC e TIAI apresentaram reduções notáveis na intensidade relativa pós-intervenção. O grupo TMC revelou uma diminuição de $137,0 \pm 13,8\%$ do $VO_{2\text{máx}}$ no início do estudo para $124,0 \pm 13,1\%$ do $VO_{2\text{máx}}$ pós-intervenção, com um tamanho de efeito grande ($r = 0,487$), demonstrando uma redução substancial na intensidade relativa da atividade vigorosa. Esta redução persistiu nos seguimentos de 6 meses ($125,4 \pm 13,1\%$ $VO_{2\text{máx}}$) e 12 meses ($125,8 \pm 14,2\%$ $VO_{2\text{máx}}$). Da mesma forma, no grupo TIAI observou-se uma diminuição de $137,0 \pm 19,3\%$ do $VO_{2\text{máx}}$ no início do estudo para $121,9 \pm 23,6\%$ do $VO_{2\text{máx}}$ pós-intervenção, acompanhada por um tamanho de efeito grande ($r = 0,452$). Apesar dos pequenos aumentos nos seguimentos de 6 meses ($123,6 \pm 20,7\%$ do $VO_{2\text{máx}}$) e de 12 meses ($124,1 \pm 20,1\%$ do $VO_{2\text{máx}}$), o grupo manteve uma intensidade relativa mais baixa de atividade vigorosa em comparação com as avaliações iniciais, sugerindo uma adesão a longo prazo aos efeitos da intervenção. Em contraste, o grupo Controlo não apresentou alterações significativas na intensidade relativa para a AF leve, moderada ou vigorosa ao longo do estudo, com valores de p acima de 0,05 em todos os casos.

Os resultados da Tabela 6 destacam que ambas as intervenções TMC e TIAI levaram a reduções significativas na intensidade relativa da AF leve, moderada e vigorosa pós-intervenção, com tamanhos de efeito grandes ($r > 0,452$). Estas reduções mantiveram-se nos seguimentos de 6 e 12 meses, sugerindo que os participantes de ambos os grupos de intervenção experimentaram mudanças a longo prazo nos seus padrões de AF. As reduções da intensidade relativa refletem uma melhor aptidão aeróbia, permitindo aos participantes participar em atividades de maior intensidade com menor esforço fisiológico. Em contraste, o grupo de controlo não apresentou alterações significativas na intensidade relativa da atividade, reforçando a importância de intervenções estruturadas de exercício na promoção de melhorias significativas na aptidão física e nos níveis de atividade.

Tabela 7: Variação (Δ) da intensidade relativa da AF habitual dos participantes entre os diferentes momentos de avaliação (inicial, pós-intervenção, 6 e 12 meses pós-intervenção)

	Inicial Média $\pm$ DP	Δ Pós- intervenção (m2–m1)	Δ 6-M Pós- intervenção (m3–m1)	Δ 12-M Pós- intervenção (m4–m1)
Intensidade relativa AF (% VO2máx)				
<i>Leve</i>				
Controlo	51,0 $\pm$ 30,8	-0,2 $\pm$ 2,4	0,6 $\pm$ 5,1	1,2 $\pm$ 4,4
TMC	36,5 $\pm$ 3,7	-3,4 $\pm$ 2,9	-3,1 $\pm$ 3,0	-3,0 $\pm$ 3,4
TIAI	36,5 $\pm$ 5,1	-4,0 $\pm$ 3,8	-3,6 $\pm$ 3,4	-3,4 $\pm$ 3,4
<i>Moderada</i>				
Controlo	114,7 $\pm$ 69,4	-0,5 $\pm$ 5,6	1,4 $\pm$ 11,6	2,7 $\pm$ 10,0
TMC	82,2 $\pm$ 8,3	-7,8 $\pm$ 6,6	-7,0 $\pm$ 6,8	-6,7 $\pm$ 7,1
TIAI	82,2 $\pm$ 11,6	-9,0 $\pm$ 8,5	-8,0 $\pm$ 7,6	-7,7 $\pm$ 7,6
<i>Vigorosa</i>				
Controlo	191,2 $\pm$ 115,7	-0,8 $\pm$ 9,3	2,3 $\pm$ 19,3	4,4 $\pm$ 16,6
TMC	137,0 $\pm$ 13,8	-12,9 $\pm$ 11,0	-11,6 $\pm$ 11,3	-11,2 $\pm$ 11,7
TIAI	137,0 $\pm$ 19,3	-15,0 $\pm$ 14,1	-13,4 $\pm$ 12,7	-12,9 $\pm$ 12,6

Legenda: DP, desvio padrão. AF, atividade física. *Controlo*, grupo controlo (n = 21). *TMC*, grupo com treino moderado contínuo (n = 21). *TIAI*, grupo com treino intervalado de alta intensidade (n = 21). (Δ Pós-intervenção), variação do valor da avaliação pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial. (Δ 6-M Pós-intervenção), variação do valor da avaliação 6 meses pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial. (Δ 12-M Pós-intervenção), variação do valor da avaliação 12 meses pós-intervenção menos o valor da avaliação inicial.

% VO2máx, percentagem do consumo máximo de oxigénio. m1, momento de avaliação inicial. m2, momento de avaliação pós-intervenção. m3, momento de avaliação 6 meses após a intervenção. m4, momento de avaliação 12 meses após a intervenção.

A Tabela 7 apresenta a variação absoluta (Δ) da intensidade relativa da AF (%VO2máx) nos diferentes momentos de avaliação para os três grupos. As variações ajudam a avaliar a influência das intervenções na intensidade relativa de AF dos participantes desde o início (m1) até à pós-intervenção (m2), 6 meses pós-intervenção (m3) e 12 meses pós-intervenção (m4).

Para a AF leve, ambos os grupos de exercício demonstraram uma redução da intensidade relativa pós-intervenção. O grupo TIAI apresentou a maior redução, com uma queda pós-intervenção de $\Delta = -4,0 \pm 3,8\%$ do VO2máx. Esta redução foi sustentada nos seguimentos de 6 meses ($\Delta = -3,6 \pm 3,4\%$ do VO2máx) e 12 meses ($\Delta = -3,4 \pm 3,4\%$ do VO2máx), sugerindo alterações a longo prazo na intensidade relativa da atividade leve. O grupo de TMC também apresentou uma diminuição da intensidade relativa desde o início até ao pós-intervenção ($\Delta = -3,4 \pm 2,9\%$ do VO2máx), que se manteve estável aos 6 meses ($\Delta = -3,1 \pm 3,0\%$ do VO2máx) e 12 meses ($\Delta = -3,0 \pm 3,4\%$ do VO2máx). O

grupo controlo, no entanto, apresentou uma variação mínima na intensidade da atividade leve em todos os momentos, tendo-se observado apenas pequenos aumentos aos 6 meses ($\Delta = 0,6 \pm 5,1\%$ do $VO_{2m\acute{a}x}$) e aos 12 meses ($\Delta = 1,2 \pm 4,4\%$ do $VO_{2m\acute{a}x}$).

Na AF moderada, ambos os grupos de exercício experimentaram reduções significativas na intensidade relativa pós-intervenção. O grupo TIAI apresentou a maior diminuição, com $\Delta = -9,0 \pm 8,5\%$ do $VO_{2m\acute{a}x}$ desde o início até ao pós-intervenção. Esta redução foi sustentada ao longo do tempo, com menores declínios nos seguimentos de 6 meses ($\Delta = -8,0 \pm 7,6\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$) e 12 meses ($\Delta = -7,7 \pm 7,6\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$). Da mesma forma, o grupo TMC também demonstrou uma redução significativa na intensidade de atividade moderada pós-intervenção ($\Delta = -7,8 \pm 6,6\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$), que se manteve aos 6 meses ($\Delta = -7,0 \pm 6,8\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$) e aos 12 meses ($\Delta = -6,7 \pm 7,1\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$). O grupo Controlo apresentou uma alteração mínima na intensidade de atividade moderada, com ligeiros aumentos nos seguimentos de 6 e 12 meses ($\Delta = 1,4 \pm 11,6\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$ e $\Delta = 2,7 \pm 10,0\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$, respetivamente).

Na atividade físi AF os os grupos TMC e TIAI apresentaram reduções na intensidade relativa pós-intervenção. O grupo TIAI teve a diminuição mais significativa, com $\Delta = -15,0 \pm 14,1\%$ do $VO_{2m\acute{a}x}$ desde o início até ao pós-intervenção, indicando que os participantes estavam envolvidos em atividades vigorosas com uma percentagem mais baixa da sua capacidade aeróbia máxima. Este efeito persistiu nos seguimentos de 6 meses ($\Delta = -13,4 \pm 12,7\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$) e 12 meses ($\Delta = -12,9 \pm 12,6\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$). O grupo TMC apresentou igualmente uma redução significativa da intensidade relativa de atividade vigorosa ($\Delta = -12,9 \pm 11,0\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$) pós-intervenção, que foi sustentada aos 6 meses ($\Delta = -11,6 \pm 11,3\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$) e 12 meses ($\Delta = -11,2 \pm 11,7\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$). Tal como nos restantes níveis de intensidade, o grupo Controlo apresentou uma variação mínima da atividade vigorosa, com pequenos aumentos aos 6 meses ($\Delta = 2,3 \pm 19,3\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$) e aos 12 meses ($\Delta = 4,4 \pm 16,6\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$).

Em suma, os resultados da Tabela 7 destacam que as intervenções TMC e TIAI foram eficazes na redução da intensidade relativa da AF em todos os níveis de intensidade (leve, moderada e vigorosa). O grupo TIAI apresentou as maiores reduções na intensidade relativa, particularmente para as atividades vigorosas, onde foram observadas as reduções mais substanciais. Estas reduções persistiram ao longo do tempo, tendo sido observadas alterações menores nos seguimentos de 6 e 12 meses, refletindo melhorias a longo prazo na capacidade aeróbia. Em contraste, o grupo Controlo

apresentou uma variação mínima na intensidade relativa, reforçando a importância de intervenções estruturadas de exercício para promover melhorias significativas nos padrões de AF.

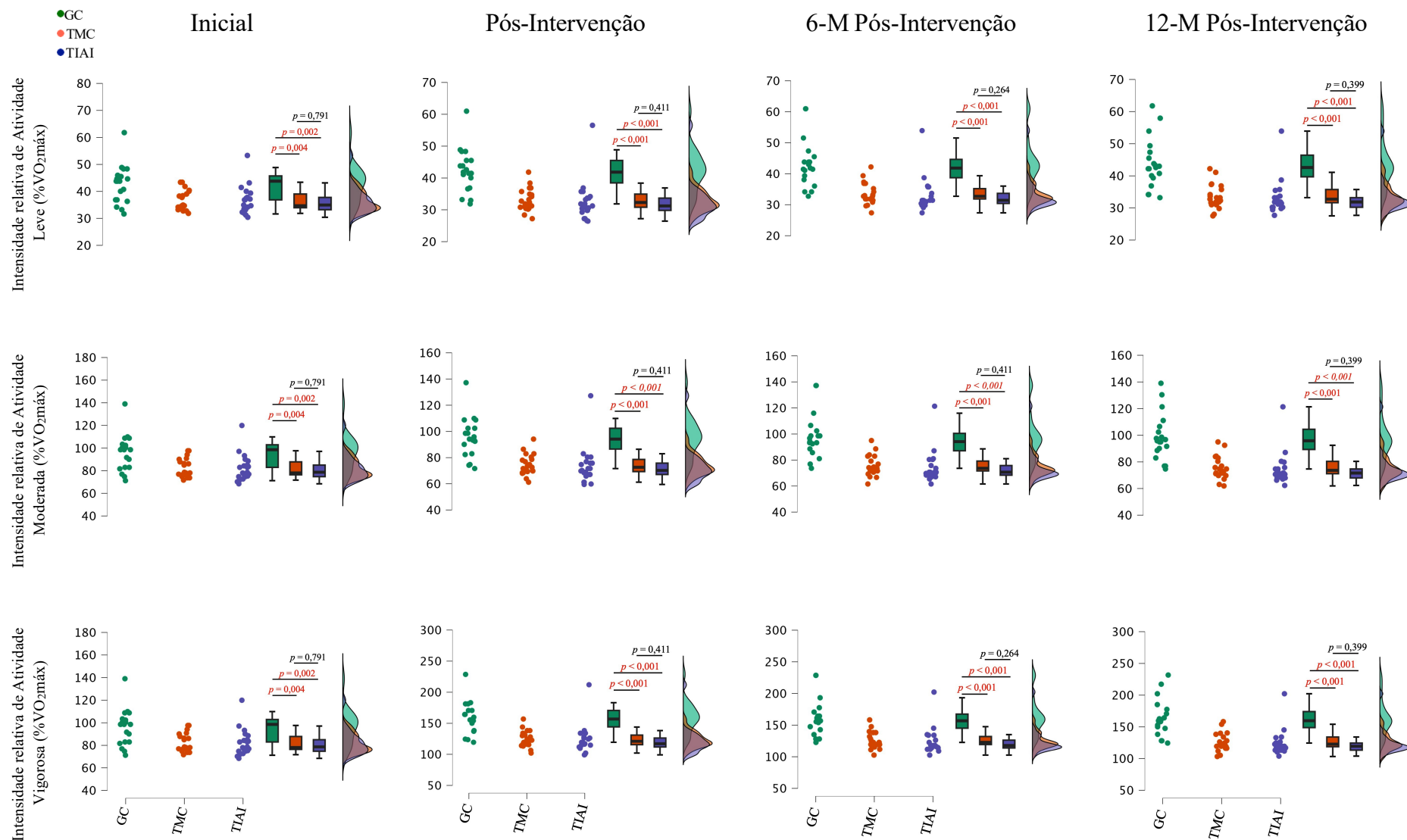


Figura 3: Comparação da intensidade relativa da AF dos três grupos, em cada momento

Figura 3. Cada gráfico apresenta três diferentes grafismos com as comparações da intensidade relativa de AF entre os três grupos (GC com cor verde, TMC com cor laranja e TIAI com cor violeta) em cada momento (Avaliações Iniciais, avaliações pós-intervenção, avaliações 6 meses

pós-intervenção e 12 meses pós-intervenção). Da esquerda para a direita, apresentam-se os Jitter plots com a dispersão individual dos participantes. Em segundo lugar surgem-nos os Diagramas de caixa, apresentando a mediana, o intervalo interquartil, o mínimo e máximo), sendo que os valores medianos estão representados por linhas horizontais a negrito, e o primeiro e terceiro quartis estão indicados pelos limites inferior e superior, respetivamente. Os Density plots surgem por último, representando a distribuição dos valores contínuos de cada grupo, de acordo com a cor. % *VO2máx*, percentagem do consumo máximo de oxigénio.

GC, grupo controlo (n = 21). *TMC*, grupo com treino moderado contínuo (n = 21). *TIAI*, grupo com treino intervalado de alta intensidade (n = 21). *p*, valor de significância, considerado significativo quando $p < 0,05$ (salientados a vermelho). A comparação entre grupos foi efetuada através do teste de Kruskal-Wallis (teste post-hoc de Dunn com comparações múltiplas).

A Figura 3 compara a intensidade relativa da AF (em %VO₂máx) nos três grupos – Controlo (GC, verde), Treino Contínuo de Intensidade Moderada (TMC, laranja) e Treino Intervalado de Alta Intensidade (TIAI, violeta) — em quatro momentos diferentes: período inicial, pós-intervenção, 6 meses pós-intervenção e 12 meses pós- intervenção. A figura inclui gráficos de Jitter, que mostram a distribuição individual dos participantes; Diagramas de caixa, que resumem os dados do grupo através da mediana, intervalo interquartil e outliers; e gráficos de Densidade, que representam a distribuição contínua da intensidade relativa da AF para cada grupo ao longo do tempo.

Os gráficos de Jitter e de Densidade mostram que ambos os grupos TMC e TIAI experimentaram reduções significativas na intensidade relativa da AF leve pós-intervenção, em comparação com o valor inicial. O grupo TIAI demonstrou a maior redução, com uma mudança para uma intensidade relativa mais baixa imediatamente após a intervenção. Esta tendência manteve-se durante os seguimentos de 6 e 12 meses, como mostrado pelas medianas mais baixas nos Diagramas de caixa e pela distribuição mais estreita nos gráficos de Densidade. O grupo TMC também apresentou uma redução na intensidade da atividade leve pós-intervenção, embora menor que o grupo TIAI, com alguma regressão nas avaliações de seguimento. Em contraste, o grupo Controlo apresentou alterações mínimas na intensidade da atividade leve em todos os pontos temporais, como refletido nos gráficos de Jitter, Box e Densidade. Foram observadas diferenças significativas entre os grupos TIAI e Controlo pós-intervenção e nos seguimentos de 6 e 12 meses ($p < 0,05$), tendo o grupo TMC também apresentado diferenças significativas em relação ao grupo Controlo nestes momentos ($p < 0,05$).

Na AF moderada, ambos os grupos de intervenção apresentaram reduções significativas na intensidade relativa pós-intervenção, sendo que o grupo TIAI apresentou a maior diminuição. Os gráficos Jitter mostram uma mudança descendente na atividade moderada para o grupo TIAI, enquanto os diagramas de caixa confirmam uma redução substancial nos valores medianos pós-intervenção. Os gráficos de Densidade revelam que a distribuição da intensidade de atividade moderada foi mais concentrada em valores mais baixos após a intervenção, tendo o efeito persistido ao longo dos períodos de seguimento. O grupo TMC também apresentou reduções significativas na intensidade de atividade moderada pós-intervenção, com um padrão de alteração semelhante, embora menos pronunciado, em comparação com o grupo TIAI. O grupo Controlo, por outro lado, exibiu alterações mínimas na intensidade moderada de atividade ao longo do tempo. As

comparações estatísticas indicaram diferenças significativas entre os grupos TIAI e Controlo pós-intervenção e nos seguimentos ($p < 0,05$), tendo sido encontradas diferenças semelhantes entre os grupos TMC e Controlo ($p < 0,05$).

Para a AF vigorosa, o grupo TIAI apresentou as reduções mais significativas na intensidade relativa pós-intervenção, como evidenciado pela queda acentuada nos gráficos de Jitter e de densidade. Os Diagramas de caixa mostram também uma redução substancial da intensidade relativa mediana da atividade vigorosa imediatamente após a intervenção, tendo esta diminuição sido mantida nos seguimentos de 6 e 12 meses. O grupo TMC também experimentou uma redução da atividade vigorosa pós-intervenção, embora o efeito tenha sido menos pronunciado do que no grupo TIAI. Ambos os grupos mantiveram intensidades relativas mais baixas nos seguimentos em comparação com o valor inicial. O grupo Controlo, como esperado, mostrou pouca ou nenhuma alteração na intensidade da atividade vigorosa durante o período de estudo, como indicado pelos gráficos de Jitter e Densidade. As comparações entre grupos revelaram diferenças significativas entre os grupos TIAI e Controlo em todos os momentos pós-intervenção ($p < 0,01$), tendo sido observadas diferenças semelhantes entre os grupos TMC e Controlo, embora os tamanhos dos efeitos tenham sido menores ($p < 0,05$).

Em resumo, a Figura 3 destaca o impacto significativo das intervenções TMC e TIAI na redução da intensidade relativa da AF leve, moderada e vigorosa. Foram consistentemente encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos TIAI e Controlo, bem como entre os grupos TMC e Controlo, nos momentos pós-intervenção e seguimento ($p < 0,05$), tendo o grupo TIAI demonstrado os efeitos mais persistentes, em comparação com o TMC.

Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do TMC e do TIAI na intensidade absoluta e relativa da AF numa população de participantes que participaram num programa de exercício para doentes cardíacos, durante um período de 12 meses, em comparação com um grupo de controlo.

No que se refere à intensidade absoluta da AF, o grupo TIAI apresentou as melhorias mais significativas em todos os níveis de intensidade (leve, moderada e vigorosa), com reduções na atividade sedentária e aumentos na AF leve, moderada e vigorosa. Os efeitos foram mais pronunciados imediatamente após a intervenção e permaneceram significativos nos seguimentos de 6 e 12 meses. O grupo TMC também registou melhorias significativas, particularmente na redução do tempo sedentário e no aumento da atividade leve e moderada, mas os ganhos foram menos pronunciados do que os observados no grupo TIAI. O grupo Controlo apresentou alterações mínimas em todos os níveis de intensidade, salientando a necessidade de intervenções estruturadas de exercício para alcançar melhorias significativas na AF.

Relativamente à intensidade relativa da AF, tanto o grupo TIAI como o TMC demonstraram reduções significativas na intensidade relativa (%VO₂max) nos níveis de atividade leve, moderada e vigorosa pós-intervenção, que foram sustentadas ao longo dos seguimentos de 6 e 12 meses. Estas reduções indicam que os participantes foram capazes de realizar atividades de maior intensidade com menor esforço fisiológico, um reflexo da melhoria da aptidão aeróbia. O grupo TIAI exibiu consistentemente as maiores reduções na intensidade relativa em todos os níveis de atividade, particularmente para atividades vigorosas. O grupo Controlo não experimentou quaisquer alterações significativas na intensidade relativa, realçando ainda mais a eficácia das intervenções com exercício físico nestes doentes.

O principal objetivo do estudo foi avaliar o impacto das intervenções TMC e TIAI na intensidade relativa da AF (%VO₂max) em doentes cardíacos, com o objetivo secundário de examinar a sustentabilidade a longo prazo das melhorias na AF. As conclusões deste estudo abordam com sucesso ambos os objetivos, uma vez que os resultados mostram que as intervenções TMC e TIAI levaram a reduções significativas da intensidade relativa (%VO₂max) em atividades físicas leves, moderadas e vigorosas.

Estas reduções persistiram ao longo dos seguimentos de 6 e 12 meses, indicando um efeito sustentado das intervenções. O grupo TIAI, em particular, apresentou maiores reduções na percentagem do VO_2 máx, especialmente para atividades vigorosas, alinhando com a hipótese de que intervenções de maior intensidade podem produzir melhorias aeróbias mais substanciais.

Da mesma forma, no que respeita ao objetivo secundário deste estudo, os resultados do seguimento a longo prazo aos 6 e 12 meses revelam que as melhorias induzidas pelo exercício na AF habitual dos participantes foram amplamente mantidas ao longo do tempo, particularmente no grupo TIAI. Embora tenha havido alguma regressão nos ganhos obtidos imediatamente após a intervenção, ambos os grupos de intervenção mantiveram os níveis de atividade acima das suas medidas iniciais, demonstrando os efeitos duradouros das intervenções de exercício.

No geral, os resultados deste estudo fornecem um forte suporte para a eficácia das intervenções estruturadas com exercício físico para estes doentes, particularmente o treino intervalado de alta intensidade, na melhoria da intensidade absoluta e relativa da AF, com benefícios sustentados ao longo do tempo.

Comparando com estudos anteriores, a aplicação de programas de exercício em populações com DC demonstra que tanto o TMC como o TIAI apresentam melhoras significativas na aptidão cardiorrespiratória dos participantes, com a devida segurança em ambos os programas aplicados. É possível também observar que, quanto mais prolongado for o programa, maior é o benefício ao nível da condição física destes participantes, sendo que, é necessário que o programa tenha pelo menos 6 semanas para que se possa notar diferenças significativas na aptidão cardiorrespiratória do paciente (Hannan et al., 2018).

Posto isto, é de esperar que a intensidade absoluta da AF, tal como no estudo realizado, tenha tendência a ter um aumento significativo logo após a intervenção, tendo depois uma ligeira diminuição nas avaliações seguimento (6 meses e 12 meses), mas mantendo-se superior à média inicial, que retrata uma melhoria no hábito de AF do paciente. Normalmente, as intervenções que aplicam intensidades mais elevadas, como o TIAI, apresentam maiores valores ao nível da capacidade condicional dos participantes (Uddin et al., 2016).

No que diz respeito à intensidade relativa da AF, seria de esperar que esta diminuísse nas três intensidades consideradas: AF leve, AF moderada e AF vigorosa. Essa

redução de valores indica que o paciente pode realizar qualquer que seja o tipo de atividade com menos esforço físico, considerando assim que a sua capacidade física e aptidão cardiorrespiratória também melhoraram tendo em conta o momento inicial. A par da intensidade absoluta da AF, também os resultados são mais significativos nos pós intervenção, porém estes continuam sempre a ter uma tendência positiva no que diz respeito às melhorias na condição física dos pacientes. Analisando mais detalhadamente os valores apresentados nas tabelas, é possível afirmar que, através da intervenção do TIAI, comparativamente aos outros grupos, podemos retirar maior proveito do programa de exercício, visto termos uma redução maior dos níveis de intensidade relativa da AF dos pacientes, em todos os momentos de avaliação. Aquando da procura de evidências científicas sobre este tema, a pesquisa torna-se vaga não havendo referências efetivas dos valores de intensidade relativa da AF em programas de RC a longo prazo, o que leva a que seja necessário a formulação de hipóteses para os resultados aqui apresentados, e o que torna este estudo numa importante fonte pioneira ao nível desta variante. O que é pressuposto é que, para cada momento de avaliação, o paciente realiza o teste de VO₂máx (6MWT) e a acelerometria para que seja possível constatar a sua AF média diária. Após a revisão destes dados, percebemos que para cada momento de avaliação, os participantes teriam uma menor intensidade relativa de AF, o que nos pressupõe que são capazes de realizar tarefas, sejam elas leves, moderadas ou vigorosas, com menor esforço, visto terem melhorado a sua capacidade cardiorrespiratória. Assim, relativamente aos resultados mais significativos no grupo TIAI, em comparação com os GC e o TMC, podemos pressupor que talvez os participantes se habituem a intensidades mais elevadas durante o treino (diminuindo assim ainda mais a sua intensidade relativa da AF), ou até mesmo a parte psicológica do paciente entre em cena, dando uma sensação de segurança ao praticar atividades mais vigorosas, dado que ao nível de treino já experienciou essas intensidades mais altas (Heisz et al., 2016).

Dentro da intensidade relativa da AF, a atividade sedentária refere-se normalmente a atividades que não requerem um gasto energético substancial, como estar sentado ou deitado. Quando analisamos a intensidade relativa da AF (medida em percentagem do VO₂máx), esta refere-se especificamente à proporção da capacidade aeróbia máxima utilizada durante as atividades físicas. O comportamento sedentário, por definição, envolve um gasto energético extremamente baixo e não envolve

significativamente os sistemas cardiovascular ou respiratório, tornando-se irrelevante para uma análise que se debruce sobre o esforço físico em relação à capacidade máxima. (Meneguci et al., 2015). Por outras palavras, como as atividades sedentárias ocorrem durante ou perto do gasto energético de repouso (geralmente 1,0-1,5 METs), não estão alinhadas com o conceito de intensidade relativa, que se destina a descrever atividades que provocam uma resposta fisiológica mensurável que pode ser comparada à capacidade aeróbia máxima. Assim, a atividade sedentária é normalmente excluída deste tipo de análise. No que toca ao sedentarismo relativamente à intensidade absoluta da AF, houve uma diminuição percentual do tempo passado em atividade sedentária, promovendo assim benefícios ao nível da saúde como a diminuição de fatores de risco para a DC (Freene et al., 2022).

Segundo os nossos resultados, o grupo associado ao TIAI foi aquele que apresentou os valores significativos na intensidade absoluta e relativa da AF em todos os momentos de avaliação. Estes valores são indicadores de que, para além de um aumento da AF por parte dos pacientes, existe também um aumento da adesão ao treino intervalado de alta intensidade, que poderia não ser de esperar dada a condição de patologia dos participantes do estudo. Aquando destas intervenções, existe a hipótese de o participante ter medos e receios relativamente à intensidade das atividades que realiza, por pensar que poderá ter uma recaída ou outro evento cardíaco (Spaderna et al., 2024). Porém, a consciencialização dos benefícios da AF aos participantes, bem como a explicação e apresentação de resultados de que a sua saúde pode efetivamente melhorar com substancialidade, e que, com melhores índices clínicos, o risco de futuro evento cardíaco é reduzido, pode ter uma grande influência no facto de os participantes perderem esses estereótipos de que a intensidade é sinónima de risco, e que podemos trabalhar em intensidades pré definidas como seguras, dando-lhe a possibilidade de cada vez serem mais vigorosos e ativos na sua vida diária (Arrigo et al., 2008).

Com isto, não podemos generalizar esta lógica a toda a população que padece com risco de doença cardíaca. Grupos de pessoas que tenham tido eventos cardíacos e que acumulem fatores de risco como obesidade, dislipidemia, pressão arterial elevada, diabetes ou até mesmo idades mais avançadas, podem ter de passar primeiramente por um TMC, de forma que se possa garantir uma maior segurança ao nível da sua RC. Como podemos observar neste estudo, o TMC também apresenta melhorias tanto ao nível da intensidade absoluta da AF como ao nível da intensidade relativa da AF. Assim, podemos garantir resultados de certa forma consistentes e contínuos até

que este paciente entre numa zona de menor risco, onde futuramente possamos aí aplicar um programa de exercício TIAI com maior de certeza de segurança, mas também com maior consciencialização de treino do paciente, não correndo riscos de este passar por medos ou inseguranças, e para que possa fazer esta adaptação a intensidades mais altas de forma progressiva e saudável.

Tendo já em conta os grupos de TMC e TIAI, é importante também fazer referência ao GC. Como podemos observar neste estudo, o GC é aquele que apresenta resultados menos significativos. Podemos constatar que a intensidade absoluta da AF se mantém praticamente idêntica ao longo do estudo, havendo uma pequena melhoria nos pós intervenção, talvez justificada pela consciencialização inicial feita aos participantes, mas podemos ver que ao longo do tempo (6 e 12 meses) esses resultados tendem a baixar, especialmente na AF vigorosa. Já falando da intensidade relativa da AF, podemos observar que não existem diferenças significativas nem melhoras na aptidão cardiorrespiratória dos participantes, sendo que os valores se mantêm semelhantes ao longo dos momentos. Em suma, esta informação vem reforçar a importância da aplicação de programas de exercício a populações com DC, justificados pelos benefícios ao nível da qualidade de vida e da prevenção de futuros eventos que estes programas podem trazer, fazendo com que os participantes ganhem, ou recuperem, hábitos de vida saudáveis, e preocupando-se cada vez mais com a sua saúde (Hurdus et al., 2020).

Implicações Clínicas e Aplicações Práticas

Este estudo pode ter uma influência positiva no que diz respeito à prática clínica aplicada na reabilitação cardíaca. Como já foi bastante sublinhado anteriormente, os aumentos dos índices de AF por parte deste tipo de população têm todo um leque de benefícios na qualidade de vida dos pacientes e prevenção de novos eventos. Assim, é recomendado que programas de exercício sejam aplicados a doentes em RC, especialmente em Fase III da sua reabilitação, de forma que possam voltar a ter um estilo de vida ativo e que, acima de tudo, voltem a ganhar hábitos em que coloquem alguma intensidade nas suas atividades diárias. A intervenção pode ser feita tanto com programas de TMC como com programas de TIAI, dependendo dos fatores de risco associados a cada paciente, visto que ambos têm melhorias ao nível da aptidão cardiorrespiratória e ao nível do aumento dos índices de atividade dos pacientes. Se o paciente não tiver oposições a intensidades mais elevadas, dentro dos limites considerados seguros, deve ser aplicado um programa de

TIAI, pois está demonstrado que este tem melhores resultados seja a curto seja a longo prazo.

Este programas de exercício devem sempre ter em atenção e respeitar às individualidades de cada paciente, não só na questão física, mas também, por exemplo, financeira ou sociodemográfica. Pacientes que se encontrem em regiões do país descentralizadas ou que tenham menos recursos do ponto de vista financeiro, estão normalmente mais longe deste tipo de intervenções, tendo a palavra “longe” uma conotação tanto prática, ao nível de distância ao centro de RC, como figurativa, no aspeto de que têm menos possibilidades para se aproximar às condições de saúde que lhes deveriam de ser fornecidas. Assim, o treino ao domicílio ou o treino à distância, são duas hipóteses que devem ser avaliadas e ponderadas, tendo em conta a quantidade de estudos que promove o exercício físico com segurança em populações com DC. O importante deverá passar por se encontrar indicadores que possam servir de referência à intensidade do exercício e que possam ser utilizados de forma prática e viável para controlo do treino e de todo o programa.

Estudos existentes já garantem essa viabilidade através de programas realizados de forma digital e que utilizam, por exemplo, o VO₂máx como um indicador de controlo do treino. Nestes programas, os participantes utilizariam Sensewear Mini Armbands (cardio frequencímetros), para que seja possível avaliar a sua condição no momento do treino, e de onde são retirados os dados para a aplicação do VO₂máx como indicador da aptidão cardiorrespiratória do paciente. (Avila et al., 2018)

Em suma, o importante é garantir que toda a população possa ter acesso a programas de RC, seja de forma presencial em centros, seja de forma remota no seu domicílio, aliando sempre que possível essa RC com programas de AF, sejam eles TMC ou TIAI. Só desta forma poderemos dar oportunidade de mudar hábitos e prevenir eventos cardíacos, garantindo uma melhor qualidade de vida a estas populações.

Pontos fortes do estudo

Este estudo tem alguns pontos fortes que contribuem para a compreensão dos efeitos das intervenções com exercício físico em doentes em processo de reabilitação de doença cardíaca. Em concreto, o período de seguimento de 12 meses pode ser considerado um ponto forte, pois permitiu a avaliação da sustentabilidade das melhorias na AF. Muitos estudos centram-se apenas nos resultados a curto prazo, mas este estudo

fornece informações sobre os efeitos duradouros do TMC e do TIAI, o que é particularmente valioso para compreender como estas intervenções têm impacto na adesão à AF a longo prazo.

Consideramos igualmente um ponto forte a comparação de duas intervenções de exercício distintas, o TMC e o TIAI, acreditando que este estudo acrescenta profundidade à literatura existente, oferecendo evidências dos efeitos diferenciais de cada abordagem na intensidade absoluta e relativa da AF.

O foco na medição da intensidade relativa (%VO₂máx) como resultado principal proporciona uma compreensão mais subtil de como estas intervenções melhoram a capacidade aeróbica e permitem aos participantes realizar atividades físicas com menor esforço fisiológico. Esta medida é particularmente importante nas populações cardíacas, onde a melhoria da capacidade funcional pode ser uma determinante chave do sucesso da reabilitação.

Consideramos ainda que a inclusão de avaliações pós-intervenção a longo prazo (aos 6 e 12 meses) representa um ponto forte deste trabalho, uma vez que reflete os desafios do mundo real da manutenção da AF, oferecendo uma visão que diretamente relevante para a prática clínica e para a prescrição de exercício em ambientes de específicos, como será o caso da reabilitação cardíaca.

Limitações

Apesar dos pontos fortes indicados acima, este estudo apresenta também várias limitações que devem ser reconhecidas. Em primeiro lugar destacamos o tamanho relativamente pequeno da amostra pode limitar a generalização dos resultados para populações mais vastas. Embora os resultados sejam estatisticamente significativos, uma amostra maior teria fornecido dados mais robustos, permitindo potencialmente análises de subgrupos mais detalhadas (por exemplo, por idade, sexo ou nível de aptidão basal).

Os participantes provinham provavelmente de um grupo relativamente homogêneo em termos de idade, estado de saúde e localização geográfica. Isto limita a capacidade de generalizar os resultados a populações de reabilitação cardíaca mais diversas, incluindo doentes mais jovens, mulheres ou pessoas de diferentes origens socioeconómicas.

Apesar destas limitações, o estudo oferece informações valiosas sobre a eficácia a longo prazo de intervenções estruturadas de exercício, particularmente TIAI, na melhoria da intensidade da AF e da aptidão cardiorrespiratória em doentes cardíacos. A interpretação cuidadosa dos resultados, tendo em conta estas limitações, pode ainda informar a prática clínica e futuras direções de investigação.

Direções de investigação futura

Embora este estudo tenha demonstrado a eficácia do TIAI na melhoria da intensidade absoluta e relativa da AF em doentes cardíacos, a questão da adesão a longo prazo ao TIAI continua a ser crucial. Os estudos futuros deverão explorar os fatores que influenciam a adesão a longo prazo ao TIAI, especialmente em ambientes domiciliários ou não supervisionados. Compreender as barreiras psicológicas, sociais e físicas que os doentes enfrentam na manutenção do exercício de alta intensidade pode fornecer informações valiosas para adaptar as intervenções para melhorar a adesão. Além disso, investigar de que forma a adesão ao TIAI afeta as melhorias a longo prazo no %VO₂máx poderá oferecer perspetivas mais aprofundadas sobre a sustentabilidade destes benefícios fisiológicos a longo do tempo. Os estudos devem também examinar os potenciais efeitos da redução da adesão na manutenção da aptidão cardiorrespiratória e nos resultados de saúde. A investigação deve ser realizada em diversas populações cardíacas, incluindo doentes com vários graus de doença cardíaca, para avaliar como os diferentes subgrupos respondem ao TIAI a longo prazo.

Mais investigação deve procurar esclarecer como as reduções no tempo sedentário complementam as alterações na intensidade relativa (%VO₂máx) e na AF geral. Compreender os efeitos sinérgicos da redução do comportamento sedentário e do aumento da atividade moderada a vigorosa poderá fornecer uma visão mais abrangente das mudanças no estilo de vida nos doentes cardíacos. Estudos longitudinais devem explorar como as reduções no comportamento sedentário contribuem para resultados de saúde a longo prazo, tais como melhorias na saúde metabólica, função cardiovascular e taxas de mortalidade.

As conclusões deste estudo sobre a eficácia das intervenções TIAI e TMC são promissoras, mas são necessárias mais pesquisas para avaliar o desempenho destas

intervenções em populações mais diversas. Estudos futuros deverão investigar o impacto do TIAI e do TMC em grupos com doenças cardíacas mais graves, explorando o potencial efeito benéfico destas intervenções e procurando identificar as estratégias mais eficazes para estas populações de risco mais elevado. Adaptar as prescrições de exercício às necessidades e capacidades destes doentes poderia melhorar tanto a segurança como os resultados. Ao expandir a investigação para esta tipologia de doentes podemos obter análises mais generalizáveis, garantindo que as intervenções TIAI e TMC são eficazes e adaptáveis para todos os segmentos da população de reabilitação cardíaca.

Conclusão

Este estudo demonstrou a eficácia do TMC e do TIAI na melhoria dos níveis de AF e da aptidão cardiorrespiratória dos doentes com doença cardíaca. O grupo TIAI apresentou as melhorias mais significativas na intensidade absoluta e relativa (%VO₂máx) em todos os níveis de atividade (leve, moderada e vigorosa), tendo sido observados benefícios sustentados nos seguimentos de 6 e 12 meses. O grupo TMC também apresentou melhorias significativas, particularmente na AF moderada, embora os efeitos tenham sido menores em comparação com o grupo TIAI.

Ambas as intervenções contribuíram para aumentos a longo prazo na AF e reduções na intensidade relativa, permitindo aos participantes realizar atividades diárias com menos esforço fisiológico. O grupo Controlo, por outro lado, apresentou alterações mínimas, reforçando a necessidade de intervenções estruturadas de exercício para alcançar benefícios significativos para a saúde em doentes cardíacos. No geral, estes resultados destacam a superioridade do TIAI no fornecimento de benefícios cardiovasculares a curto e longo prazo, enquanto o TMC oferece uma opção viável para pacientes que podem não estar adequados para exercícios de alta intensidade.

Este estudo contribui significativamente para a literatura sobre reabilitação de doentes com doença cardíaca e para a prescrição de exercício, fornecendo dados a longo prazo sobre a eficácia das intervenções TMC e TIAI. Ao contrário de muitos estudos que se centram nos resultados a curto prazo, esta investigação oferece informações valiosas sobre a forma como estas intervenções impactam a intensidade relativa da AF (%VO₂máx) durante um período prolongado. Ao salientar a utilização da percentagem do

VO₂max como medida chave para a melhoria da aptidão física, o estudo sublinha a importância de avaliar a intensidade relativa para além dos níveis absolutos de atividade, oferecendo uma compreensão mais abrangente de como as intervenções de exercício afetam a saúde cardiovascular. As descobertas deste estudo promovem também o TIAI como uma modalidade especialmente eficaz para melhorar a aptidão aeróbica e a adesão à AF em doentes cardíacos. O foco do estudo nos seguimentos a longo prazo acrescenta conhecimento crítico sobre a sustentabilidade das melhorias induzidas pelo exercício, ajudando a orientar futuras prescrições de exercício na prática clínica.

As conclusões deste estudo têm o potencial de influenciar significativamente a prática clínica e a saúde pública, oferecendo perspetivas baseadas em evidências sobre como diferentes intervenções com exercício podem ser aplicadas em ambientes de reabilitação de pacientes cardíacos. A eficácia demonstrada do TIAI na melhoria da intensidade e da sustentabilidade da AF destaca o seu potencial como uma intervenção chave em programas de reabilitação. Dada a sua eficiência na melhoria de indicadores cardiovasculares num período temporal mais curto, o TIAI pode ser uma opção mais atraente para os pacientes que procuram melhorias mais rápidas e pronunciadas nos níveis de aptidão física. Além disso, os resultados do estudo enfatizam a necessidade de prescrições de exercício personalizadas com base na capacidade aeróbica basal dos doentes e nas respostas individuais a diferentes intensidades de treino. Os prestadores de cuidados de saúde podem utilizar este conhecimento para adaptar as intervenções de forma mais eficaz, garantindo que os doentes recebem o tipo e a intensidade de exercício que melhor se adequa às suas necessidades e capacidades.

Em termos de saúde pública, a promoção da utilização do TIAI, juntamente com opções mais acessíveis como o TMC, pode contribuir para melhorar os resultados cardiovasculares em populações mais vastas. O potencial de integração destas intervenções de exercício em programas de reabilitação domiciliários poderá expandir o acesso a uma reabilitação cardíaca eficaz para doentes em áreas remotas ou mal servidas. Finalmente, este estudo abre caminho para futuras pesquisas que explorem os efeitos a longo prazo das intervenções de exercício em diversas populações, garantindo que todos os doentes cardíacos têm a oportunidade de beneficiar de programas de exercício estruturados e baseados em evidências.

Bibliografia

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart Rate Monitoring Applications and Limitations. In *Sports Med* (Vol. 33, Issue 7).
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 43, Issue 8, pp. 1575–1581).
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>
- Arrigo, I., Brunner-Larocca, H., Lefkovits, M., Pfisterer, M., & Hoffmann, A. (2008). Comparative outcome one year after formal cardiac rehabilitation: the effects of a randomized intervention to improve exercise adherence. In *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* (Vol. 15).
<https://academic.oup.com/eurjpc/article/15/3/306/5933103>
- Avila, A., Claes, J., Goetschalckx, K., Buys, R., Azzawi, M., Vanhees, L., & Cornelissen, V. (2018). Home-based rehabilitation with telemonitoring guidance for patients with coronary artery disease (short-term results of the TRiCH study): Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 20(6). <https://doi.org/10.2196/JMIR.9943>
- Bires, A. M., Lawson, D., Wasser, T. E., & Raber-Baer, D. (2013). Comparison of bruce treadmill exercise test protocols: Is ramped bruce equal or superior to standard bruce in producing clinically valid studies for patients presenting for evaluation of cardiac ischemia or arrhythmia with body mass index equal to or greater than 30? *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 41(4), 274–278. <https://doi.org/10.2967/jnmt.113.124727>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences Second Edition* (2nd Edition).
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- Dunstan, D. W., Howard, B., Healy, G. N., & Owen, N. (2012). Too much sitting - A health hazard. In *Diabetes Research and Clinical Practice* (Vol. 97, Issue 3, pp. 368–376).
<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2012.05.020>
- 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*, 40(11), 877–887. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2021.01.013>
- Foulds, H. J. A., Bredin, S. S. D., Charlesworth, S. A., Ivey, A. C., & Warburton, D. E. R. (2014). Exercise volume and intensity: A dose-response relationship with health benefits. *European Journal of Applied Physiology*, 114(8), 1563–1571.
<https://doi.org/10.1007/s00421-014-2887-9>
- Franklin, B. A., Brubaker, P. H., Harber, M. P., Lavie, C. J., Myers, J., & Kaminsky, L. A. (2020). The Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention at 40 Years and Its Role in Promoting Lifestyle Medicine for Prevention of Cardiovascular Diseases: PART 1. In

- Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* (Vol. 40, Issue 3, pp. 131–137). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000514>
- Franklin, B. A., Thompson, P. D., Al-Zaiti, S. S., Albert, C. M., Hivert, M. F., Levine, B. D., Lobelo, F., Madan, K., Sharrief, A. Z., & Eijssvogels, T. M. H. (2020). Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks into Perspective-An Update: A Scientific Statement from the American Heart Association. In *Circulation* (Vol. 141, Issue 13, pp. E705–E736). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000749>
- Freene, N., McManus, M., Mair, T., Tan, R., & Davey, R. (2022). Association of device-measured physical activity and sedentary behaviour with cardiovascular risk factors, health-related quality-of-life and exercise capacity over 12-months in cardiac rehabilitation attendees with coronary heart disease. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00562-7>
- Fridolfsson, J., Arvidsson, D., Ekblom-Bak, E., Ekblom, Ö., Bergström, G., & Börjesson, M. (2023). Accelerometer-measured absolute versus relative physical activity intensity: cross-sectional associations with cardiometabolic health in midlife. *BMC Public Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17281-4>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Guyatt, G. H. (1985). *The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure sur sa capacite dans les activites de la vie quotidienne. colleagues'0 introduced the 12-minute walking test, in.*
- Hannan, A. L., Hing, W., Simas, V., Climstein, M., Coombes, J. S., Jayasinghe, R., Byrnes, J., & Furness, J. (2018). Open Access Journal of Sports Medicine ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/djsm20 High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 9–10. <https://doi.org/10.2147/OA>
- Hansen, D., Abreu, A., Ambrosetti, M., Cornelissen, V., Gevaert, A., Kemps, H., Laukkanen, J. A., Pedretti, R., Simonenko, M., Wilhelm, M., Davos, C. H., Doehner, W., Iliou, M. C., Kränkel, N., Völler, H., & Piepoli, M. (2022). Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: Why and how: A position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, 29(1), 230–245. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwab007>

- Heisz, J. J., Tejada, M. G. M., Paolucci, E. M., & Muir, C. (2016). Enjoyment for high-intensity interval exercise increases during the first six weeks of training: Implications for promoting exercise adherence in sedentary adults. *PLoS ONE*, *11*(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168534>
- Hurdus, B., Munyombwe, T., Dondo, T. B., Aktaa, S., Oliver, G., Hall, M., Doherty, P., Hall, A. S., & Gale, C. P. (2020). Association of cardiac rehabilitation and health-related quality of life following acute myocardial infarction. *Heart*, *106*(22), 1726–1731. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-316920>
- Imran, H. M., Baig, M., Erqou, S., Taveira, T. H., Shah, N. R., Morrison, A., Choudhary, G., & Wu, W. C. (2019). Home-Based Cardiac Rehabilitation Alone and Hybrid With Center-Based Cardiac Rehabilitation in Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association*, *8*(16). <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.012779>
- Jingjie, W., Yang, L., Jing, Y., Ran, L., Yiqing, X., & Zhou, N. (2022). Sedentary time and its association with risk of cardiovascular diseases in adults: an updated systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMC Public Health*, *22*(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-12728-6>
- Joaquim Gonçalves Orientador, C., & Manuel Mendonça Raimundo Jorge Duarte dos Santos Bravo, A. (2024). *Programa de Doutorado em Motricidade Humana Tese de Doutorado Phase III Cardiac Rehabilitation in coronary patients: High-intensity interval training or moderate-intensity continuous training?*
- Kramps, K., & Lane-Cordova, A. (2021). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. In *Sport Sciences for Health* (Vol. 17, Issue 2, pp. 269–278). Springer-Verlag Italia s.r.l. <https://doi.org/10.1007/s11332-021-00731-0>
- Lavie, C. J., Ozemek, C., Carbone, S., Katzmarzyk, P. T., & Blair, S. N. (2019). Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. In *Circulation Research* (Vol. 124, Issue 5, pp. 799–815). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312669>
- Mahboubi Anarjan, P., Monfared, H. H., Arslan, N. B., Kazak, C., & Bikas, R. (2012). Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Forms. *Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online*, *68*(9), 1–15. <https://doi.org/10.1107/S1600536812034848>
- Maniani, E., El Maniani, M., Rechchach, M., El Mahfoudi, A., El Moudane, M., & Sabbar, A. (2016). A Calorimetric Investigation of the Liquid Bi-Ni Alloys. *J. Mater. Environ. Sci*, *7*(10), 3759–3766.
- Martinello, N. (2020). *Physical Activity Maintenance in a Post-Cardiac Rehabilitation Population: A Mixed Methods Study*.
- McDermott, M. M., Guralnik, J. M., Criqui, M. H., Liu, K., Kibbe, M. R., & Ferrucci, L. (2014). Six-minute walk is a better outcome measure than treadmill walking tests in therapeutic trials of patients with peripheral artery disease. *Circulation*, *130*(1), 61–68. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.007002>
- Meneguci, J., Santos, D. A. T., Silva, R. B., Santos, R. G., Sasaki, J. E., Tribess, S., Damiao, R., & Virtuoso, J. S. (2015). Comportamento sedentario: conceito, implicacoes fisiologicas e os

- procedimentos de avaliação. *Motricidade*, 11(1), 160–174.
<https://doi.org/10.6063/motricidade.3178>
- Mensah, G. A., Roth, G. A., & Fuster, V. (2019). The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors: 2020 and Beyond. In *Journal of the American College of Cardiology* (Vol. 74, Issue 20, pp. 2529–2532). Elsevier USA. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.10.009>
- Nkonde-Price, C., Reynolds, K., Najem, M., Yang, S. J., Batiste, C., Cotter, T., Lahti, D., Gin, N., & Funahashi, T. (2022). Comparison of Home-Based vs Center-Based Cardiac Rehabilitation in Hospitalization, Medication Adherence, and Risk Factor Control among Patients with Cardiovascular Disease. *JAMA Network Open*, 5(8), E2228720.
<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.28720>
- Opdenacker, J., Delecluse, C., & Boen, F. (2011). A 2-year follow-up of a lifestyle physical activity versus a structured exercise intervention in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(9), 1602–1611. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03551.x>
- Pandey, A., Salahuddin, U., Garg, S., Ayers, C., Kulinski, J., Anand, V., Mayo, H., Kumbhani, D. J., De Lemos, J., & Berry, J. D. (2016). Continuous dose-response association between sedentary time and risk for cardiovascular disease a meta-analysis. *JAMA Cardiology*, 1(5), 575–583. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2016.1567>
- Prince, S. A., Reed, J. L., Mark, A. E., Blanchard, C. M., Grace, S. L., Reid, R. D., & Brody, J. P. (2015). A comparison of accelerometer cut-points among individuals with coronary artery disease. *PLoS ONE*, 10(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137759>
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 5, pp. 679–692). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0321-z>
- Riebe, D., Epstein, A., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2016). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (M. Nobel, Ed.; Vol. 10th). American College of Sports Medicine.
- Rognmo, O., Moholdt, T., Bakken, H., Hole, T., Mølsted, P., Myhr, N. E., Grimsmo, J., & Wisløff, U. (2012). Cardiovascular Risk of High-Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise in Coronary Heart Disease Patients. *Circulation*, 126(12), 1436–1440.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.123117>
- Ross, R. M., Murthy, J. N., Wollak, I. D., & Jackson, A. S. (2010). The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. In *BMC Pulmonary Medicine* (Vol. 10). <http://www.biomedcentral.com/1471-2466/10/31>
- Sardinha, L. B., Santos, D. A., Silva, A. M., Coelho-e-Silva, M. J., Raimundo, A. M., Moreira, H., Santos, R., Vale, S., Baptista, F., & Mota, J. (2012). Prevalence of Overweight, Obesity, and Abdominal Obesity in a Representative Sample of Portuguese Adults. *PLoS ONE*, 7(10).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047883>
- Spaderna, H., Brandenburg, V. M., Lauterbach, M., Partetzke, T. M., Schwab, S. U., Voss, F., & Kindermann, I. (2024). Associations of fear of physical activity, coping style and self-reported exercise behavior in patients with chronic heart failure. *PLoS ONE*, 19(9 September). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0309952>

- Sri Ramachandra Journal of Medicine. (2011). *SRI RAMACHANDRA JOURNAL OF MEDICINE* (Vol. 4).
- Taylor, J. L., Bonikowske, A. R., & Olson, T. P. (2021). Optimizing Outcomes in Cardiac Rehabilitation: The Importance of Exercise Intensity. In *Frontiers in Cardiovascular Medicine* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.734278>
- Uddin, J., Zwisler, A. D., Lewinter, C., Moniruzzaman, M., Lund, K., Tang, L. H., & Taylor, R. S. (2016). Predictors of exercise capacity following exercise-based rehabilitation in patients with coronary heart disease and heart failure: A meta-regression analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23(7), 683–693. <https://doi.org/10.1177/2047487315604311>
- van Baak, M. A., Pramono, A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. M. (2021). Effect of different types of regular exercise on physical fitness in adults with overweight or obesity: Systematic review and meta-analyses. *Obesity Reviews*, 22(S4). <https://doi.org/10.1111/obr.13239>
- Vella, C. A., Taylor, K., & Drummer, D. (2017). High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults. *European Journal of Sport Science*, 17(9), 1203–1211. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1359679>
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognmo, Ø., Haram, P. M., Tjønnå, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., Lee, S. J., Videm, V., Bye, A., Smith, G. L., Najjar, S. M., Ellingsen, Ø., & Skjærpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. *Circulation*, 115(24), 3086–3094. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>
- Woodgate, J., Brawley, L. R., & Shields, C. A. (2007). *Social Support in Cardiac Rehabilitation Exercise Maintenance: Associations with Self-Efficacy and Health-Related Quality of Life 1*.
- Yue, T., Wang, Y., Liu, H., Kong, Z., & Qi, F. (2022). Effects of High-Intensity Interval vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiac Rehabilitation in Patients With Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Frontiers in Cardiovascular Medicine* (Vol. 9). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.845225>

Anexos

Projeto Reabilitação Cardíaca Home-based

Diogo Oliveira 47083

A confidencialidade e o anonimato serão garantidos para todos os pacientes e o estudo será realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia. Este estudo enquadra-se num projeto já aceite pela Comissão de Ética da Universidade de Évora com o número 17039.



Documento 17039

Comissão de Ética para a Investigação nas Área de Saúde Humana e Bem-Estar Universidade de Évora

A Comissão de Ética para a Investigação nas Área de Saúde Humana e Bem-Estar vem deste modo informar que os seus membros, Professor Doutor Carlos Silva, Professor Doutor Jorge Fernandes e Professora Doutora Felismina Mendes, deliberaram dar, na reunião do dia 30 de Junho de 2017, o Parecer Favorável para a realização do Projeto "Comparação dos efeitos de programas de treino intervalado de alta intensidade (HIIT), de treino contínuo tradicional e de treino Home-based na fase II e III da reabilitação cardíaca." dos investigadores Catarina Joaquim Gonçalves, Nuno batalha, Jorge Duarte dos Santos Bravo, Rui Soares e Armando Raimundo.

A Vice-Presidente da Comissão de Ética

(Professor Doutor Felismina Mendes)

Figura 4: Parecer de Ética