

Duarte, P. (2014). *Efeito do treino intervalado de alta intensidade em parâmetros bioquímicos e funcionais: Um estudo na população universitária de Coimbra*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

Patrício Emanuel Pereira de Almeida Duarte

Efeito do treino intervalado de alta intensidade em parâmetros bioquímicos e funcionais: Um estudo na população universitária de Coimbra

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com vista à obtenção do grau de Mestre em Actividade Física em Contexto Escolar, na especialidade de Ciências do Desporto

Orientadores:

Prof. Doutor Raul Martins

Prof. Doutor António Figueiredo

Coimbra, 2014

"Falando em geral, todas as partes do corpo que têm uma função, se usado com moderação e exercitado em trabalhos a que cada um está acostumado, torna-se saudável, bem desenvolvido e envelhecem lentamente. Mas, se ocioso deixado inactivo, fica sujeito a doenças, defeitos de crescimento e envelhecimento precoce."

Hipócrates

"A falta de actividade física destrói a boa condição de cada ser humano, enquanto o movimento e o exercício físico metódico salva-o e preserva-o."

Platão

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Raul Martins e ao Prof. Doutor António Figueiredo, na qualidade de meus orientadores, a minha eterna gratidão pela inspiração, motivação, paciência e apoio.

Ao excelente corpo docente da FCDEF-UC em especial ao Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva, Prof. Doutor Luís Rama, Prof. Doutor Carlos Gonçalves, Prof. Doutor Vasco Vaz e Prof. Doutor Amândio Santos, pelos pequenos gestos e palavras, pela simpatia e disponibilidade que me prestaram durante este percurso. Mais do que tudo foram meus mentores e modelos, que espero poder orgulhar no meu trajecto académico e profissional.

Aos funcionários da FCDEF-UC e dos serviços centrais por toda a paciência e carinho como sempre me trataram, em especial ao Sr. Orlando, à D. Maria, à D. Isabel, ao Sr. Armando, à D. Fátima e à D. Lourdes.

A todos os meus colegas de faculdade que tive o privilegio de partilhar ideias e conhecimentos, especialmente ao Pedro Domingos que me acompanhou nesta aventura de mestrado, e que repartiu comigo inúmeras horas para que o fizéssemos o melhor possível.

Aos amigos e amigas de sempre e para sempre: José Pereira, Vítor Bastos, José Mendes, Afonso Cruzeiro, João Francisco, Bruno Silva, Mariana Rodrigues, João Duarte, André Grilo e João Pratas.

Um especial agradecimento a todos os elementos da casa do Vale do Rosal e Largo José Contente, vocês estão todos dias no meu coração.

Não podia de deixar de agradecer as pessoas mais importantes da minha vida, a minha família, especialmente à minha Mãe Graça, ao meu Pai Luís, ao meu Irmão Luís, e à minha Avó Maria, tudo o que sou devo-os a vocês.

Com muito amor... à Tânia Valente, companheira incondicional, pela ajuda permanente em tudo. És o farol da minha vida.

RESUMO

A prática regular de exercício físico tem sido considerada como uma importante estratégia de saúde pública e qualidade de vida, em virtude da associação entre aptidão cardiorrespiratória reduzida e maior risco de doenças cardiovasculares e metabólicas. O aumento das taxas de sedentarismo e crescente prevalência de doenças hipocinéticas, especialmente a síndrome metabólica, destaca a necessidade de se investigarem estratégias eficazes de prescrição do exercício.

Porém, a prescrição de exercício óptima para diferentes populações e necessidades permanece incerta. As características da prescrição do exercício incluem intensidade, duração, frequência e tipo de actividade.

O presente trabalho tem por objectivo analisar o papel da intensidade na prescrição do exercício, especificamente no treino intervalado de alta intensidade através de 2 protocolos HIT realizados em tapete rolante a velocidades diferentes, através da determinação das associações que se estabelecem com variáveis de aptidão física funcional, morfológicas e sanguíneas.

Participaram neste estudo, 21 estudantes da Universidade de Coimbra do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 22 e os 26 anos, sendo que todos praticam actividade física regularmente. Foi constatado que em ambos os grupos de treino intervalado, 12 treinos HIT promovem melhorias significativas na aptidão cardiorrespiratória, diminuição da massa gorda e percentagem de massa gorda, aumento da massa isenta de gordura, diminuição da circunferência da anca, pressão arterial (sistólica, diastólica e média), frequência cardíaca de repouso, triglicérideos e glicémia. A intensidade parece ter influência nas variáveis VO_2 , massa gorda e percentagem de massa gorda, pressão arterial (sistólica, diastólica e média), frequência cardíaca de repouso, insulinémia e HOMA. De uma forma geral o treino HIT pode ser utilizado para melhorar doenças ligadas à hipocinética.

Palavras-chave: Exercício físico • Treino intervalado • Saúde • Intensidade de treino •

ABSTRACT

Regular physical exercise has been considered as an important strategy for public health and quality of life, due to the association between low cardiorespiratory fitness and higher risk of cardiovascular and metabolic diseases. Increasing rates of physical inactivity and increasing prevalence of hypokinetic diseases, especially metabolic syndrome, highlights the need to investigate effective strategies for exercise prescription.

However, the optimal exercise prescription for different populations and needs remains uncertain. The characteristics of the exercise prescription include intensity, duration, frequency and type of activity.

This study aims to analyze the role of intensity in exercise prescription, specifically in high-intensity interval training, through 2 HIT protocols performed in treadmill at different speeds through the determination of the associations that are established with fitness, morphological and blood variables.

Participated in this study 21 students male of the University of Coimbra, aged 22 to 26 years, in all of which engage in physical activity regularly. It was found that in both groups of interval training, 12 training HIT promote significant improvements in cardiorespiratory fitness, decreased fat mass and percentage of fat mass, increased lean mass, decreased hip circumference, blood pressure (systolic, diastolic and average), resting heart rate, triglycerides and blood glucose. The intensity seems to influence the variables VO_2 , fat mass and percentage of fat mass, blood pressure (systolic, diastolic and mean), resting heart rate, insulin and HOMA. In general HIT exercise can be used to improve hypokinetic diseases.

Keywords: Fitness • Interval Training • Health • Training intensity

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% MG – Percentagem de Massa Gorda

ACE - *American Council on exercise*

ACSM - *American College Sports Medicine*

AF- Actividade Física

APCR- Aptidão Cardiorrespiratória

ATP - Adenosina Trifosfato

AVC – Acidente Vascular Cerebral

BMI / IMC – *Body mass index* / Índice de Massa Corporal

CET - *Continuous Endurance training* ou Treino Contínuo de Endurance

cm - Centímetro

CRT – Grupo de Controle

CT – Colesterol total

DAC - Doença Arterial Coronária

DCV – Doenças Cardiovasculares

DM2 – Diabetes Mellitus tipo 2

EPOC - Excesso de Consumo de Oxigénio Pós-Exercício

FC_{max} – Frequência Cardíaca Máxima

FC_{rep} – Frequência Cardíaca de repouso

HDL – Lipoproteína de Alta Densidade

HIT - *High-intensity interval training* ou Treino Intervalado de Alta Intensidade

HOMA - *Homeostasis model assessment*

HOMA-IR - Estimativa da resistência a insulina através do modelo homeostático

ICC - Insuficiência Cardíaca Congestiva

IDF - Federação Internacional de Diabetes

Inches – Polegadas

LDL – Lipoproteína de Baixa Densidade

m - Metro

MET – Equivalente Metabólico de Repouso

MG – Massa Gorda

MFEL - Máxima Fase Estável do Lactato

mmHg - Milímetros de Mercúrio

OMS/WHO – Organização Mundial de Saúde / *World Health Organization*

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAS – Pressão Arterial Sistólica

PCr - Fosfocreatina

RER - Quociente Respiratório

SIT - *Sprint Interval Training*

SM - Síndrome Metabólica

SPSS - Programa Estatístico para Ciências Sociais (do inglês *Statistical Package for the Social Sciences*)

TG – Triglicerídeos

VO_{2max} - Consumo máximo de oxigénio

VO_{2peak} – Pico de Consumo de Oxigénio

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.2.1.1. Consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) e comparação inicial entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	32
Tabela 4.2.1.2. Variáveis antropométricas (média e desvio padrão) e comparação inicial entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	32
Tabela 4.2.1.3. Variáveis hemodinâmicas (média e desvio padrão) e comparação inicial entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	33
Tabela 4.2.1.4. Variáveis sanguíneas (média e desvio padrão) e comparação inicial entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	34
Tabela 4.2.2.1.1. Efeito do treino HIT ₁₀₀ sobre o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), calculado a partir de um teste t-pares	34
Tabela 4.2.2.1.2. Efeito do treino HIT ₁₀₀ sobre as variáveis antropométricas, calculado a partir de um teste t-pares	35
Tabela 4.2.2.1.3. Efeito do treino HIT ₁₀₀ sobre as variáveis hemodinâmicas, calculado a partir de um teste t-pares	36
Tabela 4.2.2.1.4. Efeito do treino HIT ₁₀₀ sobre as variáveis sanguíneas, calculado a partir de um teste t-pares	36
Tabela 4.2.2.2.1. Efeito do treino HIT ₁₂₀ sobre o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), calculado a partir de um teste t-pares	37
Tabela 4.2.2.2.2. Efeito do treino HIT ₁₂₀ sobre as variáveis antropométricas, calculado a partir de um teste t-pares	38
Tabela 4.2.2.2.3. Efeito do treino HIT ₁₂₀ sobre as variáveis hemodinâmicas, calculado a partir de um teste t-pares	39
Tabela 4.2.2.2.4. Efeito do treino HIT ₁₂₀ sobre as variáveis sanguíneas, calculado a partir de um teste t-pares	39

Tabela 4.2.2.3.1. Valores da média e desvio padrão do consumo máximo de oxigénio, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares	40
Tabela 4.2.2.3.2. Valores da média e desvio padrão das variáveis antropométricas, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares	40
Tabela 4.2.2.3.3. Valores da média e desvio padrão das variáveis hemodinâmicas, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares	41
Tabela 4.2.2.3.4. Valores da média e desvio padrão das variáveis sanguíneas, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares	42
Tabela 4.2.3.1. Consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) e comparação final entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	42
Tabela 4.2.3.2. Variáveis antropométricas (média e desvio padrão) e comparação final entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	43
Tabela 4.2.3.3. Variáveis hemodinâmicas (média e desvio padrão) e comparação final entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	44
Tabela 4.2.3.4. Variáveis sanguíneas (média e desvio padrão) e comparação final entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Idade dos participantes nos grupos de treino intervalado com intensidade de 100% VO _{2max} (HIT ₁₀₀) e 120% VO _{2max} (HIT ₁₂₀), no grupo de controlo (CRT) e total da amostra.	30
Figura 2. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da variável VO ₂	46
Figura 3. Variação da percentagem dos valores de VO ₂	46
Figura 4. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da massa corporal	47
Figura 5. Variação da percentagem dos valores da massa corporal	47
Figura 6. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do IMC	48
Figura 7. Variação da percentagem dos valores do IMC	48
Figura 8. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da circunferência da cintura	49
Figura 9. Variação da percentagem dos valores da circunferência da cintura	49
Figura 10. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da circunferência da anca	50
Figura 11. Variação da percentagem dos valores da circunferência da anca	50
Figura 12. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da relação cintura/anca	51
Figura 13. Variação da percentagem dos valores da relação cintura/anca	51
Figura 14. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da relação cintura/estatura	52
Figura 15. Variação da percentagem dos valores da relação cintura/estatura	52
Figura 16. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da massa gorda	53

Figura 17. Variação da percentagem dos valores da massa gorda	53
Figura 18. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da massa isenta de gordura	54
Figura 19. Variação da percentagem dos valores da massa isenta de gordura	54
Figura 20. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da % massa gorda	55
Figura 21. Variação da percentagem dos valores da % massa gorda	55
Figura 22. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da PA sistólica	56
Figura 23. Variação da percentagem dos valores da PA sistólica	56
Figura 24. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da PA diastólica	57
Figura 25. Variação da percentagem dos valores da PA diastólica	57
Figura 26. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da pressão arterial média	58
Figura 27. Variação da percentagem dos valores da pressão arterial média	58
Figura 28. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da FC repouso	59
Figura 29. Variação da percentagem dos valores da FC repouso	59
Figura 30. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do C-HDL	60
Figura 31. Variação da percentagem dos valores do C-HDL	60
Figura 32. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do C-LDL	61
Figura 33. Variação da percentagem dos valores do C-LDL	61
Figura 34. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do colesterol total	62
Figura 35. Variação da percentagem dos valores do colesterol total	62
Figura 36. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) dos triglicerídeos	63

Figura 37. Variação da percentagem dos valores dos triglicérides	63
Figura 38. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da glicémia	64
Figura 39. Variação da percentagem dos valores da glicémia	64
Figura 40. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da insulinémia	65
Figura 41. Variação da percentagem dos valores da insulinémia	65
Figura 42. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da HOMA	66
Figura 43. Variação da percentagem dos valores da HOMA	66

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
SUMÁRIO	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Preâmbulo	1
1.2. Apresentação do problema	1
1.3. Pertinência do estudo	2
1.4. Pressupostos e delimitações.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Introdução	4
2.2 Treino Contínuo de Endurance	4
2.3 Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIT)	5
2.3.1 Intervalos de repouso	6
2.3.2 Percepção do Esforço.....	7
2.4 Condição Cardiovascular	8
2.5 HIT na Performance Desportiva	9
2.6 HIT em populações sedentárias e não treinadas	10
2.7 Síndrome Metabólica.....	11
2.8 Obesidade	12
2.8.1 HIT na Perda de Peso.....	12
2.9 Hipertensão	14
2.9.1 Tratamento da hipertensão	14
2.10 HIT na Reabilitação Cardíaca.....	16
2.11 Dispendio energético	18
2.11.1 EPOC	19
2.12 HOMA	20
2.13 Velocidade aeróbica máxima (VAM).....	21
3. METODOLOGIA	22
3.1. Introdução	22

3.2. Variáveis	22
3.2.1. Condição Cardiorrespiratória	22
3.2.2. Antropometria	22
3.2.2.1. Medidas antropométricas simples	22
3.2.2.2. Medidas antropométricas compostas	23
3.2.3. Parâmetros sanguíneos	24
3.2.3.1. Perfil lipídico	24
3.2.3.2. Perfil glicémico	24
3.2.4. Pressão arterial e frequência cardíaca em repouso.....	24
3.3. Amostra.....	25
3.4. Instrumentos utilizados	25
3.4.1. Condição cardiorrespiratória.....	25
3.4.2. Antropometria	25
3.4.3. Parâmetros sanguíneos	26
3.4.4. Pressão arterial e frequência cardíaca	26
3.5. Administração dos testes	26
3.5.1. Procedimentos anteriores à realização dos testes.....	26
3.5.2. Equipa de observadores	26
3.5.3. Protocolos utilizados	26
3.5.3.1. Antropometria	26
3.5.3.2. Parâmetros sanguíneos	27
3.5.3.3. Pressão arterial e frequência cardíaca	27
3.6. Administração dos protocolos	28
3.6.1. HIT ₁₀₀	28
3.6.2. HIT ₁₂₀	29
3.6.3. Grupo de controlo	29
3.7. Análise dos dados	29
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
4.1. Introdução	30
4.2. Apresentação e discussão dos resultados.....	32
4.2.1. Comparação inicial entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e Controlo.....	32
4.2.1.1. Condição Cardiorrespiratória.....	32
4.2.1.2. Parâmetros antropométricos.....	32
4.2.1.3. Variáveis hemodinâmicas.	33

4.2.1.4. Parâmetros sanguíneos.....	34
4.2.2. Efeito do treino nas variáveis em estudo	34
4.2.2.1. Grupo HIT ₁₀₀	34
4.2.2.1.1. Condição Cardiorrespiratória.....	34
4.2.2.1.2. Parâmetros Antropométricos.....	35
4.2.2.1.3. Variáveis hemodinâmicas	36
4.2.2.1.4 Parâmetros Sanguíneos.	36
4.2.2.2. Grupo HIT ₁₂₀	37
4.2.2.2.1. Condição Cardiorrespiratória.....	37
4.2.2.2.2. Parâmetros Antropométricos.....	38
4.2.2.2.3. Variáveis hemodinâmicas	39
4.2.2.2.4. Parâmetros Sanguíneos.	39
4.2.2.3. Grupo CRT.....	40
4.2.2.3.1. Condição Cardiorrespiratória.....	40
4.2.2.3.2. Parâmetros Antropométricos.....	40
4.2.2.3.3. Variáveis hemodinâmicas	41
4.2.2.3.4. Parâmetros Sanguíneos.	42
4.2.3. Comparação final entre os grupos HIT ₁₀₀ , HIT ₁₂₀ e Controlo	42
4.2.3.1. Condição Cardiorrespiratória.....	42
4.2.3.2. Parâmetros antropométricos.....	43
4.2.3.3. Variáveis hemodinâmicas	44
4.2.3.4. Parâmetros sanguíneos.....	45
4.2.4. Análise da variação da percentagem dos parâmetros em estudo	46
4.2.4.1. Condição Cardiorrespiratória.....	46
4.2.4.2. Parâmetros antropométricos.....	47
4.2.4.3. Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Pressão Arterial.	56
4.2.4.4. Parâmetros sanguíneos.....	60
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	67
5.1. Introdução	67
5.2. Conclusões.....	67
5.3. Recomendação para futuros estudos.....	68
6. BIBLIOGRAFIA	69
7. ANEXOS	85

1. INTRODUÇÃO

1.1. Preâmbulo

O treino intervalado de alta intensidade (HIT) não tendo uma definição universalmente aceite, geralmente refere-se a curtas sessões repetidas de exercício intermitente, muitas vezes realizado com um esforço maximal ou a uma intensidade próximo daquele que provoca VO_{2peak} (i.e., $\geq 90\%$ do VO_{2peak}), alternado por períodos de exercício de baixa intensidade (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012; Gibala & McGee, 2008).

Tem-se verificado um aumento do interesse na investigação sobre o treino HIT nos últimos anos, com um acréscimo no número de artigos, mas também sobre as matérias no qual este tipo de treino tem tido eficácia. Evidências crescentes têm mostrado que protocolos de treino HIT promovem estímulos fisiológicos comparáveis aos do treino contínuo de endurance (CET), apesar de um compromisso de tempo substancialmente menor e redução do volume total do exercício (Burgomaster et al., 2008; Gibala et al., 2012), assim como no desempenho desportivo (Kim, Lee, Trilk, & Lee, 2011) e marcadores relacionados com a saúde, tanto em indivíduos saudáveis como em populações doentes (Ciolac, 2012; Hwang, Wu, & Chou, 2011; Arnt E Tjønnha et al., 2009; Wisløff et al., 2007).

Resultados importantes do ponto de vista de saúde pública, mostra que a "falta de tempo" continua a ser uma das barreiras mais citados à participação regular no exercício físico (Kimm et al., 2006; Stutts, 2002). Além disso, evidências recentes sugerem que HIT é percebido como mais agradável do que o exercício contínuo de intensidade moderada (Bartlett et al., 2011).

1.2. Apresentação do problema

O objectivo da presente investigação consiste em analisar as diferenças de resultados em protocolos distintos de HIT numa população universitária em parâmetros bioquímicos e funcionais, que variam entre eles na intensidade, e destes com um grupo de controlo.

Mais especificamente, este estudo será efectuado para:

- Determinar os efeitos fisiológicos, após 4 semanas de treino de dois protocolos HIT com a mesma duração e diferentes intensidades: 100% VAM e 120% VAM.

- Determinar as diferenças que a variável intensidade promove a nível de performance, saúde, morfológicos e fisiológicos.
- Determinar a importância da variável intensidade na prescrição de treino HIT.
- Elaborar protocolos que possam ser administrados em qualquer ginásio.

1.3. Pertinência do estudo

O treino HIT começa a ser utilizado como uma ferramenta de treino para atletas e praticantes ocasionais de actividade física. Muitos profissionais da área do desporto prescrevem e defendem este tipo de treino, mas embora os estudos sobre esta matéria tenham aumentado exponencialmente nos últimos tempos, há ainda muita informação em falta, principalmente a nível de trabalho aplicável em ginásio. Com este estudo pretende-se aumentar o conhecimento sobre o treino HIT para uma melhor prescrição do exercício e obtenção dos resultados idealizados à partida.

A variável intensidade é apontada como sendo a mais importante na prescrição do exercício, e embora esta afirmação seja defendida por alguns autores (Ole J Kemi et al., 2005; Wilmore et al., 2004), pretendemos quantificar a sua importância no caso do treino HIT.

1.4. Pressupostos e delimitações

A concepção, aplicação experimental e processamento dos dados deste estudo foram desenvolvidos considerando a assunção de certas premissas. Do mesmo modo, foi também possível identificar algumas delimitações. Sobre umas e outras dar-se-á nota de seguida.

Foram considerados os seguintes pressupostos:

1. Que todos os participantes deram o melhor do seu esforço, em cada um dos protocolos.
2. Que os instrumentos e equipamentos utilizados para a recolha de dados tenham sido válidos, isto é, que tenham medido aquilo que se pretendia, que tenham produzido resultados fiáveis e que fossem aplicados segundo a mesma metodologia.
3. No sentido de diminuir a variabilidade dos avaliadores, estes tiveram a mesma formação quanto aos protocolos utilizados nos testes físicos e respectivas medições.
4. Todos os participantes não tenham tido alterações do estilo de vida, tanto a nível de actividade física, como alimentares.
5. É pressuposto que as recolhas sanguíneas sejam feitas em jejum.

As delimitações estão relacionadas com os pressupostos assumidos e mesmo com as definições operacionais. Partindo desta consideração, podem, ainda assim, identificar-se as seguintes limitações:

- a)* A dimensão da amostra é uma das delimitações assumidas, face ao número de variáveis a analisar.
- b)* A amostra só contém elementos do sexo masculino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) recomenda exercício aeróbio de intensidade moderada por um período mínimo de 30 min em cinco dias por semana ou actividade física de intensidade vigorosa no mínimo 20 min, em três dias a cada semana para todos os adultos saudáveis com idades entre 18 e 65 anos (Haskell et al., 2007). Muitas pessoas têm conhecimento dos benefícios para a saúde do treino de endurance e tentam incluí-lo no seu ciclo diário, no entanto bastantes não conseguem realizar este treino regularmente, e apontam principalmente a razão da falta de tempo (Kimm et al., 2006; Stutts, 2002).

Uma maior aptidão aeróbia está associada com a melhoria da saúde cardiovascular. O treino de endurance, de longa duração e baixa intensidade, tem sido tradicionalmente usado para aumentar a capacidade aeróbica (por exemplo, 20 a 60 min, 3-5 vezes por semana, de 50 a 85%, do VO_{2max}) (Powers & Howley, 2004). No entanto o treino HIT, de baixo volume e alta intensidade, intervalado com períodos de recuperação activa, tem-se mostrado um meio eficiente e eficaz para melhorar a capacidade aeróbica (Kent, 2012). Também é sugerido que treino perto do VO_{2max} é a intensidade do treino mais eficaz para aumentar o VO_{2max} e o desempenho de resistência (Midgley, McNaughton, & Carroll, 2007).

A premissa de usar HIT em populações saudáveis e enfermas é que a actividade vigorosa promove maiores adaptações via aumento do *stress* celular, já que a sua curta duração, e os intervalos de recuperação que se seguiram, permitirem indivíduos inexperientes a trabalhar mais do que seria possível à intensidade de *steady-state* (Kessler, Sisson, & Short, 2012).

A pertinência de criar protocolos de treino, que promovem a condição aeróbica, a saúde e o desempenho, que sejam mais económicos a nível de tempo, com melhor aderência por parte dos praticantes é de extrema importância.

2.2 Treino Contínuo de Endurance

O Treino de endurance é um termo que normalmente se utiliza para identificar as actividades físicas de longa duração e baixa/media intensidade. Muitas pessoas que começam

programas de exercício, ou usam o exercício principalmente para benefícios de saúde em vez de para o desempenho atlético, normalmente utilizam o exercício de baixa a moderada intensidade, e de maior duração. Com isto em mente, a maioria dos programas de treino geralmente são realizados em baixa a moderada intensidade (Rognmo, Hetland, Helgerud, Hoff, & Slordahl, 2004).

Verificou-se que sessões de exercício de intensidade moderada durante 20 a 30 minutos repetidas por várias semanas promovem uma melhoria na capacidade de resistência (Burgomaster et al., 2008; Sloan et al., 2012; Talanian, Galloway, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2007). Acredita-se que o treino de endurance tradicional, que incorpora intensidades mais baixas melhora a absorção de oxigénio (VO_{2peak}), aumenta a densidade capilar de trabalho muscular, aumenta o volume de sangue e diminui a frequência cardíaca (Kubukeli, Noakes, & Dennis, 2002). Contudo este tipo de treino é percebido como aborrecido por certos indivíduos, resultando numa fraca aderência ao exercício (Bartlett et al., 2011).

2.3 Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIT)

O treino intervalado surgiu como forma de intensificar e aperfeiçoar os treinos de corrida nas décadas de 30 e 40 (Daniels & Scardina, 1984). Desde então, este método de treino tornou-se progressivamente mais utilizado por atletas e técnicos, e pesquisado por investigadores como (L. V Billat, 2001a; Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell, & Gibala, 2005; Gibala et al., 2006; Laursen & Jenkins, 2002; Laursen, Shing, Peake, Coombes, & Jenkins, 2002; Paton & Hopkins, 2004). Desde os primeiros estudos a respeito das respostas fisiológicas agudas do exercício intermitente (Essén & Kaijser, 1978), que tem sido mostrado que as respostas metabólicas, assim como o tempo de exaustão deste tipo de treino, são alteradas quando se compara a um exercício contínuo realizado na mesma intensidade absoluta. Com o aprimoramento das técnicas de avaliação dos componentes fisiológicos que determinam o desempenho de endurance como o consumo de oxigénio (VO_2), a frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo nas últimas décadas, mais modelos de estudo foram propostos para se avaliar o efeito agudo e crónico do treino intervalado.

Treino intervalo descreve esforços curtos repetidos realizados a uma intensidade acima o nível do limiar de lactato, acompanhada por intervalos de recuperação com duração de vários segundos a cerca de 5 minutos (Laursen & Jenkins, 2002). O treino intervalado permite

que os indivíduos exerçam níveis de intensidade supramaximais, acima VO_{2max} (V. L. Billat, Blondel, & Berthoin, 1999), e como é acompanhado por períodos de repouso variáveis os participantes podem executar volumes de treino maiores do que no treino contínuo de endurance (Essén & Kaijser, 1978).

Durante o exercício de alta intensidade, o intervalo de frequência cardíaca recomendado é entre 80-100% da FC máxima de um indivíduo. Uma vez que o intervalo de FC é tão alto, a duração do tempo é menor do que o que pode ser mantida a um nível mais baixo de intensidade.

Xu & Rhodes (1999) indicam que o exercício aeróbico intervalo pode ser dividido em três níveis de intensidade: abaixo do limiar lactato, entre limiar lactato e estado estacionário máximo de lactato (EEML), e entre EEML e VO_{2max} . O estado estacionário máximo de lactato é um limiar de exercício que representa o maior equilíbrio entre a concentração da produção de lactato no sangue e remoção durante 30 minutos de exercício a uma carga constante (L. V. Billat, 2001a), e um valor de 3 mmol/L foi sugerido representar o EEML baseado em incrementos de 50W e patamares de duração de 3 minutos até a exaustão (Beneke, 2003).

O exercício à intensidade entre os valores de EEML e 100% VO_{2max} ($\Delta 50\%$) foi estabelecido melhor estimular o metabolismo aeróbio durante o exercício intervalo (Demarie, Koralsztejn, & Billat, 2000). Além disso, o treino em ou perto do nível aeróbico máximo pode aumentar o VO_{2max} e o tempo gasto a esta intensidade é fortemente correlacionado com a amplitude de melhoria no VO_{2max} (Bishop, Edge, Thomas, & Mercier, 2008; Denadai, Ortiz, Greco, & de Mello, 2006).

A melhoria da capacidade aeróbia após o treino físico de alta intensidade pode ser atribuída à adaptação periférica (aumento da actividade glicolítica e oxidativa) ou adaptação Central (o aumento do volume plasmático e da melhoria na tolerância ao calor) (Burgomaster et al., 2008, 2005; Gibala et al., 2006; Laursen & Jenkins, 2002; Rakobowchuk et al., 2008).

2.3.1 Intervalos de repouso

Durante o exercício intervalado, o ATP armazenado nos músculos fornece 1,6%, a hidrólise da fosfocreatina (PCr) 16,3% e a glicólise fornece 82,1% das exigências de ATP, que provocam a produção de lactato (Lambert & Flynn, 2002). Sugere-se que a capacidade de

recarregar a mioglobina durante os intervalos de descanso pode atrasar a produção da concentração de lactato no sangue durante o treino intervalado (L. V Billat, 2001a). A duração dos tempos de recuperação é um factor crucial que afecta glicólise, a ressíntese da PCr e a produção de concentração de lactato no sangue. A recuperação permite que a energia seja restaurada e a frequência cardíaca diminua para que o indivíduo possa exercer uma intensidade equivalente à inicial do exercício.

Os intervalos de recuperação podem ser caracterizados como activos ou passivos, e afectam criticamente os resultados do treino intervalado. Por exemplo, homens jovens activos correram quatro vezes de forma intermitente a 12 km/h durante 4 minutos com 4 min de recuperação activa ou passiva, e verificou-se que a concentração de lactato sanguíneo foi significativamente maior após o intervalo de recuperação passiva exercício do que após a recuperação activa intervalo exercício em 38% (Mandroukas et al., 2011).

Dupont & Berthoin (2004) comparam o treino intervalo activo e passivo a 120% VO_{2max} para 15:15 seg. Os participantes mantiveram a sessão de recuperação passiva à exaustão e atingiram um tempo acima de 90% VO_{2max} por um período maior do que no exercício com recuperação activa. Além disso, exercício intervalo com rácio trabalho - descanso (2:2 ou 3:3 minutos) pode obter melhores resultados ao usar recuperação passiva (L. V Billat, 2001b).

2.3.2 Percepção do Esforço

A adesão a um programa de treino físico depende quase inteiramente da motivação dos pacientes. A principal razão para abandono de programas de exercícios físicos é a monotonia do regime de treino físico (Stoedefalke, 1974).

Alguns estudos indicaram que o treino HIT é mais motivador do que CMT, principalmente devido ao *stress* vigoroso, mas curto que coloca sobre os participantes, bem como a sua natureza tipicamente económica a nível tempo (Gibala, 2007; Ole Johan Kemi & Wisloff, 2010; MacDonald & Currie, 2009).

2.4 Condição Cardiovascular

Aptidão cardiorrespiratória é a capacidade de um corpo transportar oxigénio para os músculos durante uma sessão de treino, e pode ser avaliada através de testes submáximos ou máximos. Testes de esforço submáximal podem ser usados para prever a capacidade máxima, por isso, embora não possam representar a verdadeira capacidade cardiovascular de um indivíduo, são úteis em populações onde o exercício máximo é contra indicado (Noonan & Dean, 2000).

Testes de esforço máximo que envolvem a medição do consumo de oxigénio, conhecido como um VO_{2max} , são considerados o padrão-ouro para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória. O VO_{2peak} pode ser apresentado em relação à massa corporal ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), para permitir a comparação dos níveis de aptidão entre os indivíduos de diferentes tamanhos.

Aptidão física diminui com a idade (E. H. Heath, 2005), no entanto, a actividade física pode ajudar a amenizar o declínio. Tanaka et al. 2000 realizaram um estudo transversal de níveis de aptidão cardiorrespiratória através de faixas etárias e grupos de actividade física. No grupo de meia-idade, os homens activos relataram níveis mais elevados de aptidão do que os homens da mesma idade sedentários. Em homens idosos, somente indivíduos que treinam resistência relataram níveis de aptidão significativamente maiores do que os homens activos recreacionalmente e sedentários, o que sugere um aumento do volume de exercício é necessário na velhice para inferir os benefícios de melhoria da condição física. Os níveis de aptidão relatados no grupo de meia-idade e idosos foram menores do que o jovem grupo, independentemente do nível de actividade física. Portanto, parece actividade física só é capaz de atenuar a redução associada à idade na condição física. Kasch et al. (1995) relataram um declínio de 5% por década na aptidão em homens fisicamente activos durante um período de 28 anos, em comparação com os homens destreinados que experimentaram um declínio na aptidão de 19% por década.

Uma meta-análise de estudos de base populacional revelou actividade física e níveis de aptidão têm diferentes reduções de risco (Williams, 2001), o que sugere que a condição física deve ser considerada como um factor de risco de DCV distinto do factor de risco tradicional de actividade física.

2.5 HIT na Performance Desportiva

O estudo de Driller et al. (2009) comparou o resultado a seguir a um protocolo HIT com o resultado de um protocolo tradicional de remo. Os resultados sugerem que o grupo HIT experimentou melhorias significativamente maiores no tempo quando comparado com o grupo de controlo. Além disso, o grupo HIT experimentou aumentos no VO_{2peak} e pico de produção de energia que eram maiores do que no grupo controle, mas não significativamente diferente entre os grupos.

O efeito do HIT em jogadores de futebol foi analisado em 2004 por Dupont et al. Os resultados mostraram que adicionando duas sessões de HIT por semana levou a melhorias significativas na velocidade aeróbica máxima e tempo de *sprint* 40m, e a equipa ganhou uma maior percentagem de jogos durante o período de treino HIT.

Já Breil et al. (2010) utilizou uma população de esquiadores e comparou os efeitos de HIT a um protocolo de treino de esqui tradicional. A equipa do estudo descobriu que houve uma redução da massa corporal somente no grupo de treino intervalado de alta intensidade. O VO_{2max} em relação à massa corporal foi significativamente aumentada no grupo de HIT, e sem mudanças significativas no grupo de controlo (CRT), e o VO_{2max} absoluto aumentou significativamente em ambos os grupos. Além disso, apenas o grupo HIT experimentou ganhos significativos na potência máxima. No geral, o protocolo HIT provou ser um método de treino eficaz, e eficiente a nível de tempo.

Outro estudo analisou os efeitos da HIT em nadadores de nove a 11 anos de idade (Sperlich et al., 2010). Após a conclusão da intervenção cruzamento cinco semanas, os dados pré e pós teste revelou que o VO_{2peak} aumentou após tanto HIT (10,2%) e protocolo de baixa intensidade (HVT) (8,5%). O desempenho competitivo melhorou 14,8% após HIT e sem alterações após HVT, e o tempo de 2000m diminuiu após HIT, mas não depois de HVT. Em geral, foram observadas melhorias significativas após HIT que não foram observados após HVT, apesar do facto de o volume total de treino ter sido inferior no protocolo HIT.

Em 2002 (Laursen, Blanchard, & Jenkins, 2002) analisaram os resultados que o protocolo HIT produziu em 14 ciclistas do sexo masculino altamente treinados. Após a conclusão dos testes, os pesquisadores descobriram que havia um aumento significativamente maior na potência de pico e no primeiro e segundo limiares ventilatórios, (medido durante o teste de VO_{2peak}), no grupo HIT quando comparados ao grupo de controlo. No entanto, não há

diferenças entre os grupos no VO_{2peak} . O objectivo deste estudo foi investigar o efeito do *sprint interval training* (SIT) em relação ao grupo controle.

Num estudo efectuado em 29 judocas durante 8 semanas, em período não competitivo, adicionou-se um protocolo de intervalado ao treino normal dos atletas (Kim et al., 2011). Os resultados mostraram que não houve mudanças significativas na gordura corporal e performance aeróbia (VO_{2max} , FCmax, e FC após combate de Judo) após 4 e 8 semanas. No entanto, o pico de potência anaeróbio e potência média no grupo SIT foi significativamente aumentada em 16 % e 17% em 4 semanas e em 17% e 22% em 8 semanas, em comparação aos valores basais. Às 8 semanas, a concentração de lactato no sangue após esforço progressivo foi significativamente reduzida no grupo SIT relação ao CRT após 10 e 15 min de recuperação. Depois do combate de Judo os triglicéridos e epinefrina foram significativamente aumentados no grupo CRT em relação ao grupo SIT em 4 e 8 semanas. Não se verificou mudanças significativas ao nível de colesterol total, albumina, ácidos gordos livres, e norepinefrina em ambos os grupos. Os autores sugerem que o programa SIT para judocas de elite seria eficaz para aumentar a potência anaeróbia num curto período de tempo durante o treino do período não competitivo.

2.6 HIT em populações sedentárias e não treinadas

Um estudo comparou adaptações metabólicas de treino intervalado e treino de resistência em 20 adultos jovens e saudáveis, que não estavam a seguir um programa de exercício físico regular. Este estudo foi composto por um grupo SIT, que durante seis semanas, três dias por semana, completou 4 a 6 repetições maximais de 30 segundos (Wingate) com uma recuperação 4,5 minutos entre cada esforço. Os repetidos testes de Wingate foram efectuados num cicloergómetro. O segundo grupo era um grupo de treino de resistência que completou exercício contínuo num cicloergómetro durante seis semanas (cinco dias por semana). O treino foi realizado a cerca de 65% do VO_{2peak} de 40-60 minutos por dia. Apesar do facto de que o volume de treino foi muito menor com o grupo SIT do que no grupo de resistência, ambos os protocolos produzem melhorias semelhantes no VO_{2peak} , potência de pico, a gordura total do corpo e oxidação de hidratos de carbono, a média de frequência cardíaca, ventilação e capacidade oxidativa muscular (Burgomaster et al., 2008).

2.7 Síndrome Metabólica

A Síndrome Metabólica (SM) é uma constelação de factores de risco cardiovascular de origem metabólica que inclui obesidade abdominal, dislipidemia aterogénica (híper trigliceridemia e/ou redução dos níveis de colesterol-HDL), elevação da pressão arterial, anomalias do metabolismo glicídico (pré-diabetes e diabetes *Mellitus* tipo 2), associadas a um estado pró-trombótico e pró-inflamatório (Cortez-Dias, Martins, & Fiuza, 2007; Huang, 2009; International Diabetes Federation, 2006). Ter três ou mais dos cinco atributos a seguir mencionados determina se um indivíduo tem a síndrome metabólica: pressão arterial acima de 130/85, níveis de açúcar no sangue em jejum de 100 mg/dL ou superior, nível de triglicéridos no sangue de 150 mg/dL ou superior, nível de HDL menos do que 40 mg/dL para os homens e 50mg/dL para as mulheres, e medidas de circunferência abdominal de ≥ 40 polegadas para homens e ≥ 35 polegadas para mulheres (Irving et al., 2008; Welk, 2011).

A sua importância em termos clínicos é enorme, uma vez que conseguindo identificar doentes que estão em risco de virem a sofrer de risco cardiovascular e/ou de diabetes *Mellitus* tipo 2, permite que se possa intervir preventivamente, promovendo alterações do estilo de vida (Alberti & Zimmet, 1998; Mykkänen et al., 1998). Os factores que provocam esta doença são diversos e complexos, que incluem um estilo de vida fisicamente inactivo, uma dieta pouco saudável composta de gorduras saturadas e alimentos processados, e as influências hereditárias (Eckel, Alberti, Grundy, & Zimmet, 2005; Hu et al., 2001; Minich & Bland, 2008).

A síndrome metabólica está a tornar-se uma epidemia mundial, afectando 20-25% da população adulta globalmente (International Diabetes Federation, 2006). Com pelo menos 1,1 bilhão de pessoas com excesso de peso, a incidência da síndrome metabólica deve continuar a subir, sendo necessário um maior conhecimento, de forma a permitir o tratamento ideal (James, Rigby, & Leach, 2004).

Está bem estabelecido que exercício físico reverte em parte a síndrome metabólica (Lakka et al., 2002), mas o nível ideal de exercício necessário para evitar e tratar a síndrome metabólica, e as anormalidades cardiovascular associadas permanece indefinido.

Exercício aeróbico regulares, como caminhada e corrida não resulta em redução significativa em critérios da síndrome metabólica, como a gordura corporal. A prescrição de exercício padrão de 30 minutos de exercício na maioria dos dias levou a perda de gordura

mínima (Ballor & Keeseey, 1991). Ross & Janssen (2001) sugeriram que existe uma relação dose-resposta entre o exercício e a perda de gordura com mais tempo de exercício, maior a perda. No entanto, tem sido demonstrado que programas de exercícios de longa duração têm taxas de adesão pobres e são impopulares entre os adultos sedentários e com excesso de peso (Inelmen et al., 2005).

Tjønnna et al. (2008) demonstrou que o exercício de alta intensidade é superior ao treino de intensidade moderada na reversão factores de risco da síndrome metabólica. O exercício físico, especialmente alta intensidade, parece ser altamente benéfico em prevenir a síndrome metabólica em relação a quaisquer outras intervenções actualmente conhecidas.

2.8 Obesidade

A obesidade tornou-se uma questão de saúde pública, após décadas de crescentes taxas de obesidade em todo o mundo. E embora esta taxa tenha mostrado sinais de abrandamento (Ridgway et al., 2011), a obesidade ainda é uma grande preocupação na área da saúde, com o aumento pandémico de indivíduos com sobrepeso e obesos. Para além do argumento de que a genética pode predispor uma pessoa a tornar-se obeso, a principal causa da obesidade é o sedentarismo associado a uma ingestão excessiva de calorias. Além disso, este estilo de vida leva a vários outros riscos para a saúde, como hipertensão, doença arterial coronária (DAC) e diabetes (Buchan, Ollis, Thomas, & Baker, 2010).

2.8.1 HIT na Perda de Peso

A abundância de gordura disponíveis no corpo, bem como a sua elevada disponibilidade de energia por grama, faz com que seja um valioso substrato energético em repouso e durante o exercício (van Loon, 2004). Elas fornecem mais energia por grama do que os hidratos de carbono, e existe um fornecimento disponível abundante tanto no tecido adiposo, como no músculo-esquelético (Frayn, Arner, & Yki-Järvinen, 2006).

Durante muito tempo o exercício de baixa intensidade foi considerado mais benéfico do que exercício de alta intensidade na redução da massa gorda, porque uma percentagem maior de calorias derivadas de gorduras são consumidas durante exercícios de baixa intensidade (E. M. Heath, 2002). No entanto, o gasto energético total da pessoa por unidade

de tempo é muito baixo, e conseqüentemente, os efeitos termogénicos durante e após o exercício também são mínimos. Em contraste, o exercício de alta intensidade solicita uma maior percentagem de calorias a partir de fontes de hidratos de carbono, embora a quantidade do total de calorias de gordura gastas durante e após o exercício, é muitas vezes maior do que no exercício de menor intensidade. Quando se trata de diminuir perda total de gordura corporal, o gasto calórico total parece ser um factor-chave (Irving et al., 2008).

Há que considerar o facto de que o metabolismo da gordura é aumentado após o exercício, não apenas servindo como fonte de combustível do corpo para qualquer actividade pós-exercício, mas também para repor o glicogénio esgotado pelo exercício de alta intensidade. Após o exercício, o metabolismo da gordura pode ser elevada por até 24 horas (Bielinski, Schutz, & Jéquier, 1985; Hazell, Olver, Hamilton, & Lemon P, 2012; Treuth, Hunter, & Williams, 1996; Warren, Howden, Williams, Fell, & Johnson, 2009).

A iniciativa principal do músculo-esquelético no pós-exercício é a ressíntese do glicogénio (Børsheim & Bahr, 2003; Henderson et al., 2007; Kimber, Heigenhauser, Spriet, & Dyck, 2003) e, o combustível primário utilizado durante este tempo é a gordura. As taxas de oxidação de gordura continuam altas ($RER < 0,84$) até 18 h após o exercício (Kiens & Richter, 1998; Kimber et al., 2003) e são dependentes da duração e intensidade.

A análise da literatura sobre a intensidade do treino na perda de peso é inconclusiva, e um dos motivos é comportamento alimentar compensatório. O comportamento alimentar compensatório em resposta ao exercício é uma razão potencial para perda de peso inferior ao esperado (Neil A King et al., 2007). Grandes variações na perda de peso foram observadas em intervenções de exercício (Barwell, Malkova, Leggate, & Gill, 2009; Donnelly, Jacobsen, Snyder Heelan, Seip, & Smith, 2000), com uma grande proporção da variação atribuída a este fenómeno (N A King, Hopkins, Caudwell, Stubbs, & Blundell, 2008). Respostas compensatórias em comportamento alimentar pode ser atribuída a mecanismos biológicos automáticos que impulsionam o aumento da ingestão de alimentos para resistir ao défice energético (Neil A King et al., 2007). Este padrão de compensação na dieta pode ser monitorizado através comportamento alimentares dos indivíduos que inclui sensações de apetite, gostar e querer, ingestão de alimentos e preferências nutricionais.

Actualmente, o treino HIT é um dos métodos de exercício mais debatido como uma possível intervenção terapêutica para promover um corpo magro.

2.9 Hipertensão

A hipertensão é um grave problema de saúde pública e é um factor de risco independente para a aterosclerose, que é a causa mais comum de mortalidade no mundo (Chobanian et al., 2003). O exercício físico regular tem sido recomendado para a prevenção e tratamento da hipertensão. Tem sido demonstrado que os sujeitos activos têm um menor risco de se tornar hipertenso do que indivíduos sedentários (Fagard, 2006).

O processo de envelhecimento leva a um aumento progressivo da rigidez arterial, principalmente em artérias de grande calibre (centrais), que é acelerada pela hipertensão (Benetos et al., 2002), sendo que a genética poderá ser um factor a considerar, indivíduos jovens e saudáveis com risco familiar para hipertensão mostraram aumento da rigidez arterial antes de qualquer aumento da pressão arterial (E. G. Ciolac et al., 2010a, 2010b; KucEROVÁ et al., 2006).

A pressão arterial é a pressão que o sangue exerce nas paredes das artérias, subindo e descendo consoante o coração contrai e relaxa. A pressão mais alta ocorre quando o sangue é impulsionado através da circulação arterial através da contracção do coração. Isto é conhecido como a pressão sanguínea sistólica. Quando o coração relaxa entre duas batidas, a pressão na circulação arterial cai ao seu nível mais baixo, e isto é conhecido como a pressão sanguínea diastólica. A pressão arterial é expressa em milímetros de mercúrio (mmHg), e é sempre citado como sistólica sobre a diastólica. Embora ambas as pressões serem clinicamente significativas, algumas evidências mais recentes indica que a sistólica é a mais importante das duas na gestão de hipertensão (Ramsay et al., 2010). A pressão arterial aumenta quando os vasos sanguíneos maiores começam a perder a sua elasticidade e os pequenos vasos começar a contrair, fazendo com que o coração para tentar bombear o mesmo volume de sangue através dos vasos com um diâmetro interno menor. Um paciente é considerado hipertenso se a pressão arterial é igual ou superior a 140 mmHg na pressão sistólica, ou mais de 90 mmHg na diastólica, ou estar em tratamento anti-hipertensivos (Pescatello et al., 2004).

2.9.1 Tratamento da hipertensão

A detecção e tratamento da hipertensão deve estar entre as mais importantes intervenções de saúde de cuidados primários, mas na realidade o controle de detecção, o diagnóstico, e o tratamento da pressão arterial são inadequados. Um dos maiores problemas é

que a hipertensão é geralmente assintomática. A exceção é uma condição chamada de hipertensão maligna geralmente caracterizada por uma contínua pressão arterial diastólica igual ou superior a 120 mmHg, com lesão renal, hemorragias retinianas, infartos e inchaço do nervo óptico (Kaplan, 2000).

O tratamento da hipertensão arterial sistêmica inclui modificações no estilo de vida e intervenções farmacológicas (Chobanian et al., 2003), no entanto, alguns ensaios farmacológicos têm demonstrado que a manutenção de níveis normais de pressão arterial é complicada, com apenas 25 a 62% dos pacientes estando a ser devidamente controlados. (Niiranen et al. 2006; Zanchetti & Waeber 2006). Outra problemática entre os idosos é polifarmácia, ou o uso de múltiplos medicamentos, resultando em regimes terapêuticos complexos, um dos principais obstáculos para a eficácia da medicação (Balkrishnan, 1998).

Uma modificação de estilo de vida que combina uma dieta que enfatiza frutas, legumes e produtos lácteos com baixo teor de gordura, fibra alimentar solúvel e, grãos integrais e proteínas de fontes vegetais, redução de gordura saturada e colesterol com uma ingestão de sódio inferior, limitando o consumo de álcool e com um programa de física, é a melhor maneira de prevenir e tratar a hipertensão arterial, e juntamente com actividade física pode reduzir a pressão arterial em indivíduos hipertensos e normotensos (Whelton, Chin, Xin, & He, 2002), e com reduções maiores e mais duradouros observados em indivíduos com níveis mais elevados de pressão arterial (Pescatello et al., 2004).

O exercício físico regular é uma intervenção bem estabelecido para a prevenção e tratamento da hipertensão (Haskell et al., 2007; Pescatello et al., 2004). Maiores níveis de actividade física e aptidão cardiorrespiratória têm mostrado reduzir o risco de hipertensão em pessoas normotensas (Chase, Sui, Lee, & Blair, 2009; Hayashi et al., 1999). O exercício físico também pode reduzir a pressão arterial em hipertensos (E. Ciolac, Guimarães, & D'Avila, 2008; Ciolac, 2012; Guimarães & Ciolac, 2010).

O treino contínuo de endurance de duração de 30 ou mais minutos, a intensidade moderada, tem sido tradicionalmente recomendado para a prevenção e tratamento da hipertensão. Contudo alguns estudos têm mostrado que o treino HIT tem efeitos semelhantes na redução da pressão arterial. Um estudo mostrou uma redução na rigidez arterial de hipertensos após 16 semanas de HIT, mas não CET (Guimarães & Ciolac, 2010). Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo com mulheres normotensas em risco familiar

para hipertensão, em que uma redução significativa da rigidez arterial foi encontrada após 16 semanas de HIT, mas não CMT (E. G. Ciolac et al., 2010b). Os estudos acima referidos sugerem que os programas de protocolo de HIT podem ser mais eficazes na redução da rigidez arterial em populações que já tem algumas alterações na hipertensão.

2.10 HIT na Reabilitação Cardíaca

As doenças cardiovasculares (DCV), que abrange as doenças que afectam o coração e o sistema circulatório, é a principal causa de morte no mundo. A doença arterial coronária (DAC) é a forma mais comum de DCV, atribuindo a aproximadamente 12,2% das mortes por doenças cardiovasculares em todo o mundo (Mathers, Boerma, & Ma Fat, 2009).

O treino HIT foi considerado em estudos recente, duas vezes mais eficazes do que treino de baixa a moderada intensidade no que diz respeito à melhoria do VO_{2peak} em pacientes com DAC (Rognmo et al., 2004), pacientes com insuficiência cardíaca congestiva (ICC) (Wisløff et al., 2007) e em indivíduos saudáveis (Lee, 2003).

O VO_{2peak} é considerado o padrão-ouro para avaliar a capacidade funcional em pacientes com ICC (Fleg et al., 2000). Além disto, VO_{2peak} foi estabelecido como um factor prognóstico importante para as doenças cardiovasculares (Keteyian et al., 2008), e a sua estreita associação com a intensidade do exercício aponta para a importância da intensidade na promoção da saúde e redução de factores de risco cardiovascular.

Quando o volume total de treino é mantido constante, o treino físico mais vigoroso parece proporcionar maiores benefícios para a saúde do que o treino físico moderado (Swain & Franklin, 2006). O treino intervalado permite que os pacientes com ICC compensada realizem treino físico de períodos curtos, mas de alta intensidade, que não seria possível com um programa de exercício físico contínuo (Meyer, 2001).

A grande maioria dos estudos que averiguaram as adaptações cardíacas específicas para o treino aeróbico concentraram-se no exercício contínuo, realizado de intensidades moderadas a submáximas elevadas (60-80% VO_{2max}) por longos períodos de tempo. O treino contínuo de endurance tem demonstrado consistentemente aumentar o VO_{2max} , uma medida objectiva da capacidade do exercício aeróbico e um índice útil da integridade do sistema cardiovascular (Keteyian et al., 2008).

Um VO_{2max} melhorado é, em grande parte devido a um aumento do fluxo sanguíneo máximo da perna que está associada com um maior débito cardíaco máximo, capilarização, e capacidade para reduzir a resistência periférica total, em camadas de músculo-esquelético, o que aumenta a velocidade máxima à qual o oxigénio é fornecido e extraído pelos músculos esqueléticos (Blomqvist & Saltin, 1983; Green, Naylor, & George, 2006).

Embora a eficácia e a segurança do CET na promoção da saúde e redução de factores de risco cardiovascular tem sido firmemente estabelecida na literatura, dados de investigações recentes indicaram que o treino realizado em intensidades mais altas (ou seja, HIT) pode ser tão benéfico e também mais eficiente a nível de tempo.

Pesquisa em ciência do exercício estabeleceu que o modo, intensidade, frequência e duração do exercício são determinantes essenciais da magnitude dos benefícios do treino em atletas sedentários saudáveis (Shephard, 1968). As mesmas variáveis são importantes para o resultado do exercício físico na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares (Ole Johan Kemi & Wisloff, 2010; Wisløff, Ellingsen, & Kemi, 2009). A hipótese de trabalho que reuniu interesse nos últimos anos é que o treino em alta intensidade resulta em maiores benefícios cardiovasculares em comparação com o treino realizado em uma intensidade moderada ou baixa (Ole Johan Kemi & Wisloff, 2010; Swain & Franklin, 2006; Wisløff et al., 2007, 2009).

Um grande corpo de evidências derivadas de modelos experimentais e clínicos apoiou a ideia de que o treino de alta intensidade induz efeitos maiores sobre o miocárdio, bem como os resultados de saúde importantes, como o VO_{2peak} .

Helgerud et al. (2007) compararam os efeitos do treino de resistência aeróbia em diferentes intensidades. Os pesquisadores examinaram respostas no VO_{2max} , volume sistólico, volume de sangue, limiar de lactato e economia de corrida de 40 indivíduos do sexo masculino moderadamente treinados. Os participantes foram atribuídos a um dos seguintes programas de formação: corrida de longa distância e lenta execução (70% pico de FC); limiar de lactato (85% pico de FC); 15/15 HIT (15 segundos de execução em 90-95% pico de FC separados por 15 segundos de descanso activo em 70% FC_{max}), e 4/4 HIT (4 minutos de corrida em 90-95% FC_{max} , seguido de 3 minutos de descanso activo em 70% FC_{max}). Um dos objectivos do estudo foi comparar o volume de treino total de trabalho em todos os grupos. Os investigadores demonstraram que os protocolos HIT resultaram num aumento significativo de

VO_{2max} em comparação com os outros grupos. O aumento percentual para os 15/15 e 4/4 grupos HIT foram de 5,5 % e 7,2 %, respectivamente. Eles concluíram que o treino de alta intensidade foi significativamente mais eficaz a melhorar a capacidade de exercício, do que realizar o mesmo trabalho total, em intensidades de exercício mais baixas.

Uma meta-análise de (Swain & Franklin, 2006) comparou os benefícios cardioprotectores do exercício de alta e moderada intensidade, e concluiu que o exercício realizado em intensidades vigorosas produz maiores ganhos de VO_{2peak}, dado o gasto de energia igual.

Kemi et al. (2005) demonstram que as adaptações cardiovasculares ao treino dependem da intensidade. A estreita correlação entre VO_{2max}, dimensões dos cardiomiócitos e capacidade contráctil sugere significativamente maior benefício com alta intensidade, ao passo que a função endotelial parece ser equivalente a níveis moderados. O grau de hipertrofia de cardiomiócitos dependia da intensidade de exercício, que induziu um aumento de 14% no crescimento de células longitudinal no caso do treino HIT, em relação ao aumento de 5% em resposta a CMT.

Num estudo com profissionais de saúde, a intensidade do exercício alta foi associada com uma redução significativa da mortalidade por todas as causas, independente da duração da actividade física (Tanasescu et al., 2002). Este achado foi complementado por um relatório posterior, que ligava maior a intensidade do exercício com maior redução no risco de doença cardíaca coronária em homens idosos (Lee, 2003).

Wisløff et al. (2006) mostraram que um único *bout* semanal de exercício de alta intensidade reduziu significativamente o risco de morte cardiovascular em homens e mulheres em relação a seus pares sedentários. Um achado interessante deste estudo foi que o aumento da frequência de sessões de exercício ou duração da actividade física não proporciona benefícios adicionais. Em conjunto, esses dados indicam que a intensidade do exercício, ao invés de sua duração, pode ser mais importante na obtenção de benefícios cardíacos.

2.11 Dispêndio energético

O ACSM recomenda que os indivíduos realizem exercício cardiorrespiratório durante 20-60 minutos por dia, três a cinco dias por semana a uma intensidade correspondente a 70%

a 94% da sua frequência cardíaca máxima (E. H. Heath, 2005). O *American Council on exercise* (ACE) categoriza o exercício com base na duração do exercício e do gasto calórico para classificações de aptidão física (Bryant & Green, 2003). Estas classificações são: pobre, pobre-razoável, razoável-médio, médio-bom e bom-excelente. Condição física pobre inclui o exercício de 20-30 minutos por dia, ou 60-150 minutos por semana. Aptidão física pobre-razoável inclui o exercício de 30-60 minutos por dia ou 150-200 minutos por semana. Aptidão física razoável-médio, médio-bom, e bom-excelente inclui o exercício de 30-90 minutos por dia ou 200-300 minutos por semana (Bryant & Green, 2003). Tanto o ACE como o ACSM identificam a duração do exercício e intensidade como componentes importantes de um programa de exercício físico.

Além disso o ACSM recomenda um intervalo alvo de 150 e 400 kcal de gasto energético por dia através do exercício. O valor inferior da recomendação é mais representativo de exercício de intensidade menor e é um objectivo inicial para indivíduos sedentários. O valor superior da recomendação é representante de exercício de maior intensidade e é mais apropriado para indivíduos com um nível de condição cardiovascular elevado (E. H. Heath, 2005). Outra recomendação para o gasto calórico é baseada na classificação de aptidão física previamente discutidas acerca da duração do exercício. Aptidão física Pobre inclui o exercício que gasta 500-1000 kcal por semana. Aptidão física Pobre-razoável inclui exercício que gasta 1000-1500 quilocalorias por semana. Aptidão física Razoável-médio inclui o exercício que gasta 1.500-2.000 quilocalorias por semana. Aptidão física Médio-bom e superior inclui o exercício que gasta mais de 2.000 quilocalorias por semana (E. H. Heath, 2005). Além do gasto de energia durante o exercício, há também gasto calórico pós-exercício que se reflecte no excesso de consumo de oxigénio pós-exercício (EPOC).

2.11.1 EPOC

O excesso de consumo de oxigénio pós-exercício (EPOC) é o aumento do consumo de O₂ após o exercício (Gaesser & Brooks, 1984) e depende tanto da intensidade como da duração do exercício (Børsheim & Bahr, 2003; LaForgia, Withers, & Gore, 2006; Sedlock, Fissinger, & Melby, 1989).

Quando o exercício cessa, o consumo de oxigénio não volta abruptamente a valores de repouso, diminuindo ao longo de um período de vários minutos. Com a interrupção do exercício, há uma diminuição relativamente rápida no consumo de oxigénio, dentro dos primeiros 2-4 minutos. Esta recuperação inicial é seguida por uma diminuição na EPOC que é consideravelmente mais lenta do que a fase inicial e pode levar vários minutos para, eventualmente, voltar a valores de repouso (Haff, 2012). O consumo de oxigénio pode permanecer elevado durante a recuperação, por varias razões, incluindo a FC elevada, taxa de respiração, temperatura corporal e inflamação muscular. É importante lembrar que o exercício de intensidade muito elevado levará a um valor muito mais elevado do EPOC (Haff, 2012). A relação entre o EPOC e intensidade do exercício é curvilínea, mas com o aumento da intensidade do exercício, existe uma relação linear entre a intensidade do exercício e o EPOC (Børsheim & Bahr, 2003). Há um consenso de que variando a intensidade e duração do exercício pode afectar o EPOC e a resposta de utilização do substrato durante a recuperação após o exercício.

2.12 HOMA

A insulina é uma hormona produzida pelas células beta das ilhotas pancreáticas, e o principal regulador da homeostasia da glicose nos mamíferos. Actua tanto reduzindo a produção hepática de glicose, via diminuição da gliconeogénese e glicogenólise, como aumentando a captação periférica de glicose, principalmente pelo tecido muscular e adiposo. A insulina também estimula a lipogénese no fígado e nos adipócitos e reduz a lipólise, bem como aumenta a síntese e inibe a degradação proteica (Carvalheira, Zecchin, & Saad, 2002). Também modifica a expressão ou actividade de uma variedade de enzimas e sistemas transportadores em praticamente todas as células (White & Kahn, 1994).

A avaliação da sensibilidade a insulina é uma importante ferramenta para os estudos epidemiológicos e para a compreensão da fisiopatologia e desenvolvimento do diabetes tipo 2, síndrome metabólica, obesidade, hipertensão, dislipidemia e doença aterosclerótica.

Matthews et al., (1985) definiram um modelo de avaliação da homeostasia da resistência à insulina (HOMA-IR) como um método simples e de confiança para estimar a sensibilidade à insulina a partir dos níveis de glicose plasmática em jejum e insulina. A não linearidade do modelo impede uma solução algébrica exacta, mas as estimativas são possíveis

usando aproximações matemáticas. O índice HOMA tem sido validado diante do padrão-ouro, o grupo euglicêmico hiperinsulinêmico, por vários autores, dando sustentação ao seu uso, principalmente em estudos epidemiológicos (E Bonora et al., 2000; Haffner, Kennedy, Gonzalez, Stern, & Miettinen, 1996; Ikeda, Suehiro, Nakamura, Kumon, & Hashimoto, 2001; Katsuki et al., 2001; Yokoyama et al., 2003).

A estimativa da IR do índice Homa por ser estimado simplesmente a partir da determinação da insulinemia e da glicemia de jejum, e tem sido amplamente utilizado e referido na literatura (Acosta, Escalona, Maiz, Pollak, & Leighton, 2002; Enzo Bonora et al., 2004; Fukushima et al., 2004; Gokcel et al., 2003; Taniguchi et al., 2000) utiliza a seguinte fórmula:

$$\text{HOMA-IR} = \text{insulinemia de jejum (mU/L)} \times \text{glicemia de jejum (mmol/L)} / 22,5$$

Baixos valores de HOMA indicam alta sensibilidade à insulina, e altos valores de HOMA indicam baixa a sensibilidade à insulina.

2.13 Velocidade aeróbica máxima (VAM)

Velocidade aeróbica máxima ou maximal aerobic speed (VAM), relaciona-se com a performance aeróbia ($\text{VO}_{2\text{max}}$) e faz parte do processo de desenvolvimento da capacidade aeróbica, sendo expressa em metros/segundo (m/s). Billat definiu VAM como a velocidade mínima capaz de promover o $\text{VO}_{2\text{max}}$. No treino HIT a VAM é usada para definir a velocidade que se usa nos protocolos e a fórmula utilizada foi descrita por Billat em 1996.

$$v\text{VO}_2 \text{ (ml/kg/min)} = 3,5 * \text{velocidade (km/h)}$$

3. METODOLOGIA

3.1. Introdução

Neste capítulo é feita uma abordagem de forma detalhada de todos os procedimentos metodológicos que fizeram parte do estudo em causa, explicando pormenorizadamente todas as opções tomadas em relação aos métodos aplicados, à sua validação e fiabilidade. Assim é pretensão deste capítulo definir a concepção experimental adoptada, envolvendo todas as variáveis seleccionadas, as características da amostra e os procedimentos relativos à administração dos testes, nomeadamente no que respeito aos instrumentos e equipamento, protocolos utilizados, equipa de observadores e aos procedimentos anteriores aos testes.

3.2. Variáveis

O protocolo de avaliação para este estudo é composto por 4 dimensões: um primeiro conjunto de informações indicam a condição Cardiorrespiratória, o segundo conjunto é de natureza antropométrica, o terceiro está relacionado com os parâmetros de pressão arterial e frequência cardíaca e o último conjunto, informações relativas aos parâmetros sanguíneos.

3.2.1. Condição Cardiorrespiratória

a) VO_2 . Medida em mililitros de oxigénio por quilograma por minuto (ml/kg/min).

3.2.2. Antropometria

Foi seleccionado um conjunto de variáveis antropométricas a serem feitas com objectivo de caracterizar os indivíduos morfológicamente. As medidas foram classificadas como simples ou compostas, sendo as simples apenas uma medida corporal e compostas quando são utilizadas duas ou mais medidas para encontrar uma terceira, a partir de fórmulas cientificamente comprovadas.

3.2.2.1. Medidas antropométricas simples

a) Massa corporal. Medida em quilogramas (Kg). A massa corporal foi medida com a balança acoplada ao pletismógrafo. Os valores foram expressos em quilogramas (Kg).

Os sujeitos apresentaram-se descalços, em calções e sem *t-shirt*. Cada participante, após subir para abalança manteve-se em posição estática com os membros superiores naturalmente ao lado do tronco e olhar na horizontal.

b) Estatura. Medida em centímetros (cm). As referências anatómicas para esta medida situam-se entre o vértex e o plano plantar. A cabeça permaneceu alinhada com o plano de Frankfurt e paralela ao solo e o corpo na posição anatómica. Os voluntários ficaram descalços, na posição já referida anteriormente. Deslocou-se o cursor até este tocar no vértex da cabeça. Por fim, os voluntários saíram da posição de medida, de modo a permitir uma observação precisa e conseqüente registro, sendo os resultados expressos em centímetros, com aproximação às décimas.

c) Circunferência da cintura. Medida em centímetros. Foi medido no ponto médio entre a margem costela e a crista ilíaca com o sujeito em pé e no ponto máximo de expiração normal.

d) Circunferência da anca. Medida em centímetros. Circunferência do quadril foi usada para medir de 0,1 cm ao redor das coxas, na altura do trocânter maior, na posição de pé. Quando duas medições diferiram > 1 cm, uma terceira medição foi efectuada e foi feita a média das duas medições mais próximas.

e) Percentagem de massa gorda. A avaliação da composição corporal foi realizada por pletismografia (BOD POD[®], *Life Measurement Instrument Concord, USA*). O volume corporal foi medido de acordo com os procedimentos da aplicação informática do BOD POD[®] (versão 4.2.4). Foi utilizada a equação de Siri para estimar a gordura corporal relativa a partir da densidade corporal.

3.2.2.2. Medidas antropométricas compostas

Com base nas variáveis antropométricas simples foi possível produzir medidas compostas:

a) Índice de massa corporal (IMC). Calculado a partir do valor da massa corporal expresso em quilogramas a dividir pelo quadrado do valor da estatura, expresso em metros. É expresso em quilogramas por metro quadrado (Kg/m²).

b) Índice Cintura-Anca. É obtido pela circunferência da cintura dividida pelo perímetro do quadril. Esta relação pode indicar a distribuição de gordura corporal e obesidade e potencialmente o risco de certas doenças, tais como diabetes, colesterol alto e doença cardiovascular.

c) Índice Anca-Estatura. É definida como a circunferência da cintura da pessoa, dividido pela sua estatura. O índice anca-estatura é uma medida da distribuição de gordura corporal.

3.2.3. Parâmetros sanguíneos

3.2.3.1. Perfil lipídico

- a) Colesterol das lipoproteínas de baixa densidade (C-LDL). Medido em miligramas por decilitro (mg/dl).
- b) Colesterol das lipoproteínas de alta densidade (C-HDL). Medido em miligramas por decilitro (mg/dl).
- c) Colesterol total (C-T). Medido em miligramas por decilitro (mg/dl).
- d) Triglicerídeos (Trig). Medidos em miligramas por decilitro (mg/dl).

3.2.3.2. Perfil glicêmico

- a) Glicemia em jejum. Medida em miligramas por decilitro (mg/dl).
- b) Insulinemia
- c) HOMA

3.2.4. Pressão arterial e frequência cardíaca em repouso

a) A pressão arterial de repouso, foi determinada através do método auscultatório, o resultado foi expresso em milímetros de mercúrio (mmHg) e dividida em:

- Pressão arterial sistólica;
- Pressão arterial diastólica;
- Pressão arterial média.

A pressão arterial média foi calculada segundo a seguinte fórmula: $PAM = [(2 \times \text{diastólica}) + \text{sistólica}] / 3$

b) A frequência cardíaca, foi determinada por monitorização com cardiofrequencímetro, e medida em batimentos por minuto (bat/min). Foi utilizado um cardiofrequencímetro *Polar S810*, com precisão de medição da frequência cardíaca de $\pm 1\%$ ou ± 1 batimento por minuto. Foi colocada a banda cardíaca, no nível do apêndice xifóide do esterno. Este transmissor possuía um cinto elástico, que ficou foi

ajustado à morfologia dos voluntários, mantendo um relativo conforto e evitando possíveis oscilações da posição do mesmo. Os dados detectados foram enviados para um relógio (receptor). Os voluntários permaneceram em decúbito dorsal em repouso máximo durante pelo menos cinco minutos, onde foi registada a frequência cardíaca batimento a batimento.

3.3. Amostra

O presente estudo é elaborado a partir de uma amostra constituída por 21 participantes, alunos da Universidade de Coimbra, com idades compreendidas entre os 22 e 26 anos. Dividindo-se por 3 grupos, um HIT₁₀₀, um HIT₁₂₀ e um grupo de controlo, todos com 7 elementos. Todos os participantes tinham uma actividade física regular, moderada a elevada à altura do início dos protocolos.

3.4. Instrumentos utilizados

3.4.1. Condição cardiorrespiratória

O cálculo do VO_{2max} foi efectuado de forma indirecta através da equação de corrida da ACSM, como descrito por Heyward, 2006.

$$VO_{2max} = SM_2 + (SM_2 - SM_1 / HR_2 - HR_1) * (HR_{max} - HR_2)$$

$$SM_1 = 3,5 + 150m/min * 0,2$$

$$SM_2 = 3,5 + 200m/min * 0,2$$

3.4.2. Antropometria

Foram adoptados os procedimentos antropométricos descritos no manual do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2006).

As circunferências foram determinadas através do recurso a uma fita métrica. A estatura dos participantes foi avaliada com o auxílio de um estadiómetro portátil Harpenden modelo 98.603. Na obtenção da percentagem de massa gorda foi utilizado um BOD POD[®]. Para a determinação da massa corporal foi utilizado a balança digital acoplada ao BOD POD[®].

3.4.3. Parâmetros sanguíneos

Para a análise dos parâmetros sanguíneos foi efectuada uma averiguação às análises sanguíneas cedidas pelos participantes, colhidas antes e depois da aplicação dos protocolos.

3.4.4. Pressão arterial e frequência cardíaca

A pressão arterial de repouso foi avaliada obedecendo ao protocolo da ACSM (2005). A frequência cardíaca de repouso e de esforço foi determinada por monitorização, com cardiofrequencímetro Polar[®] S810. A PA foi determinada pelo método auscultatório e com o recurso à utilização de um esfigmomanómetro Welsh Allyn referencia 52-09-189 e de um estetoscópio Welsh Allyn referencia 83-11-080.

3.5. Administração dos testes

A administração dos testes, face ao elevado número de variáveis a determinar, necessitou de um planeamento prévio para permitir, de forma articulada, rentabilizar os vários recursos, e os testes aos indivíduos foram realizados na mesma altura em todos os momentos. Todos os participantes deram o seu consentimento por escrito para a participação nos testes.

3.5.1. Procedimentos anteriores à realização dos testes

Foi explicado a todos os participantes, todos os testes, medições e exames a realizar, assim como a planificação temporal dos mesmos. Além disso foi transmitido qual o grupo no qual foram incluídos.

3.5.2. Equipa de observadores

A equipa de técnicos foi constituída por 2 licenciados em Ciências do Desporto que ficaram responsáveis pela aplicação dos protocolos e medições, a recolha sanguínea foi efectuada numa clinica especializada e por profissionais certificados para o efeito.

3.5.3. Protocolos utilizados

3.5.3.1. Antropometria

Foram adoptados os procedimentos antropométricos descritos no manual do Colégio Americano de Medicina Desportiva (ACSM, 2006).

- a) Massa corporal - A avaliação desta variável pressupõe, que os participantes se apresentem com o mínimo vestuário possível, sendo solicitado aos participantes a utilização de roupas “leves”, limitada a um máximo de duas peças e sem calçado.
- b) Estatura - Utilizando roupas leves (as mesmas que foram utilizadas na massa corporal) e sem calçado, o participante foi encostado à parede onde, previamente foi afixado o estadiómetro portátil, ajustando-se à cabeça de modo a definir correctamente o Plano Horizontal de Frankfort. Por fim, foi pedido ao participante para inspirar o máximo volume de ar, mantendo a posição erecta, conforme a técnica descrita por Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, 1991.
- c) Circunferência da anca - O participante adopta a posição de pé, com os membros inferiores juntos; o avaliador, colocado lateralmente em relação ao avaliado para melhor perceber a medida, passou a fita métrica á volta da anca, ao nível do plano horizontal que passa pela sínfise púbica (symphysiun).
- d) Circunferência da cintura - O participante encontra-se na posição de pé, com os braços ao lado do tronco, os pés juntos e o abdómen relaxado; a fita métrica foi colocada horizontalmente na parte do tronco de menor perímetro, acima da cicatriz umbilical e abaixo do apêndice xifóide.

3.5.3.2. Parâmetros sanguíneos

Para a análise dos parâmetros sanguíneos foram solicitadas novas recolhas de sangue.

3.5.3.3. Pressão arterial e frequência cardíaca

a) Pressão arterial

A pressão arterial de repouso foi avaliada obedecendo ao seguinte protocolo (ACSM, 2005):

1. Foi solicitado aos participantes que se abstivessem de ingerir estimulantes como nicotina, cafeína, álcool ou outros nos 30 minutos que antecedem a avaliação; foi também solicitado que não se envolvessem em exercícios físicos de intensidade elevada pelo menos nos 60 minutos anteriores à avaliação;

2. O participante permaneceu sentado numa cadeira com apoio de costas, pelo menos durante 5 minutos, antes de efectuar a medição; os braços apoiados à altura do coração, os pés apoiados no solo e as pernas descruzadas;
 3. A braçadeira foi colocada firmemente à volta do braço, sobre a artéria braquial, com o bordo inferior cerca de 2,5 centímetros acima da fossa cubital anterior. As medições foram sempre efectuadas no braço esquerdo;
 4. A campânula do estetoscópio foi colocada imediatamente abaixo do bordo inferior da braçadeira, acima da fossa cubital anterior, sobre a artéria braquial;
 5. A braçadeira foi insuflada rapidamente até atingir uma pressão cerca de 150 a 180 mmHg ou 20 mmHg da pressão arterial sistólica esperada;
 6. A pressão foi libertada gradualmente a uma taxa de cerca de 2-5mmHg.s-1 até ser obtida a pressão arterial diastólica, após o que a válvula será completamente aberta;
 7. Foram sempre efectuadas 2 medições com um intervalo mínimo de 1 minuto;
 8. No caso de apresentarem uma diferença superior a 5 mmHg foi efectuada uma terceira determinação.
- b) Frequência cardíaca - A frequência cardíaca de repouso foi medida após um repouso mínimo de cinco minutos, com o participante na posição de deitado, imediatamente antes da determinação da pressão arterial de repouso.

3.6. Administração dos protocolos

Todos os protocolos foram executados num tapete rolante h/p/cosmos Mercury[®].

3.6.1. HIT₁₀₀

Todos os participantes deste grupo efectuaram em cada treino um aquecimento de 2 minutos a uma velocidade de 60% VAM, seguido de 2 minutos a 75% VAM e 1 minuto a 90% VAM e no fim do aquecimento seguiu-se 1 minuto a 6km/h. A parte fundamental do treino foi composta por 4 *bouts* de 30s a 100% VAM intercalados com períodos de repouso activo de igual duração a 6 km/h, um período de 90 segundos de repouso activo a 6 km/h e seguido de mais 4 *bouts* de 30s a 100% VAM intercalados com períodos de repouso activo a 6km/h. No total foram efectuados 8 *bouts* de 30s a 100% VAM. O retorno à calma foi composto por 90 segundos a 6 km/h, 2 minutos a 5 km/h e 1 minuto a 4 km/h. O total de tempo gasto na execução deste protocolo foi de 20 minutos.

3.6.2. HIT₁₂₀

Todos os participantes deste grupo efectuaram em cada treino um aquecimento de 2 minutos a uma velocidade de 70% VAM, seguido de 2 minutos a 85% VAM e 1 minuto a 100% VAM e no fim do aquecimento seguiu-se 1 minuto a 6km/h. A parte fundamental do treino foi composta por 4 *bouts* de 30s a 120% VAM intercalados com períodos de repouso activo de igual duração a 6 km/h, um período de 90 segundos de repouso activo a 6 km/h e seguido de mais 4 *bouts* de 30s a 120% VAM intercalados com períodos de repouso activo a 6km/h. No total foram efectuados 8 *bouts* de 30s a 120% VAM. O retorno à calma foi composto por 90 segundos a 6 km/h, 2 minutos a 5 km/h e 1 minuto a 4 km/h. O total de tempo gasto na execução deste protocolo foi de 20 minutos.

3.6.3. Grupo de controlo

Todos os participantes deste grupo não efectuaram nenhum protocolo de treino específico, tendo sido instruídos para continuarem a fazer uma vida normal, igual ao que faziam anteriormente à participação no estudo.

3.7. Análise dos dados

O tratamento estatístico foi precedido de uma análise exploratória dos dados, com o objectivo de averiguar a normalidade das variáveis em estudo, e tentar identificar *outliers* (valores não aceitáveis) e para verificar se todos os dados correspondem a participantes que cumprem os requisitos que foram definidos para a investigação (ex: percentagem mínima de presenças no programa de treino). Foi efectuada uma análise estatística descritiva dos dados, o teste t de medidas repetidas e comparações feitas com a MANOVA, a que se seguiu testes *post hoc*, isto é, os testes de comparação múltipla *a posteriori*, efectuada com o teste LSD. Todos os testes que foram usados para: testar a normalidade; testar a igualdade de variâncias; testar diferenças; testar associações; testar a qualidade dos dados. Para o tratamento estatístico dos dados utilizou-se o programa SPSS versão 20.0 e um nível de confiança de 95% o que corresponde um nível de significância de 5%.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução

O presente trabalho de investigação experimental pretendeu avaliar a importância da intensidade na prescrição de protocolos HIT. Mais especificamente procedeu-se à prescrição de dois protocolos HIT com intensidades de 100% VAM (HIT₁₀₀) e 120% VAM (HIT₁₂₀) em estudantes universitários e analisaram-se os efeitos na composição corporal, parâmetros sanguíneos (colesterol-HDL; colesterol-LDL; colesterol total; triglicérides; glicemia; insulinemia, HOMA), hemodinâmicos e de aptidão cardiorrespiratória.

O grupo de análise é constituído por 21 participantes do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 22 e os 26 anos de idade ($23,67 \pm 1,2$), alunos da Universidade de Coimbra e fisicamente activos. Os participantes foram aleatoriamente distribuídos por três grupos: dois grupos experimentais e um grupo de controlo. Os dois grupos experimentais foram submetidos a 12 treinos, correspondente ao subgrupo onde foram inseridos, durante 4 semanas, com as intensidades respectivas. O grupo de controlo não fez qualquer programa de treino nesse período temporal.

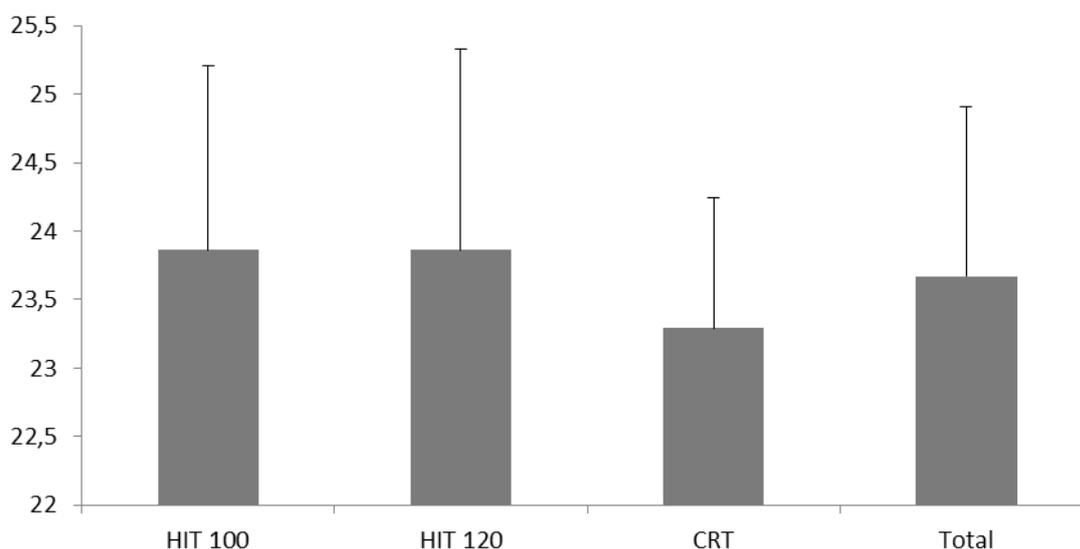


Figura 1. Idade dos participantes nos grupos de treino intervalado com intensidade de 100% VO_{2max} (HIT₁₀₀) e 120% VO_{2max} (HIT₁₂₀), no grupo de controlo (CRT) e total da amostra.

Os voluntários receberam informações sobre a finalidade do estudo e do tipo de colaboração solicitada. Os dados relativos às diferentes variáveis foram recolhidos pelo avaliador, através do registo em ficha própria previamente construída para o efeito.

A apresentação de resultados será seguida da respectiva discussão procurando-se referenciar e confrontar os dados aqui enunciados com os da bibliografia consultada. O nível de confiança definido no presente trabalho para as análises estatísticas é de 95%. Foi testada a normalidade da distribuição e a homogeneidade da variância.

Numa primeira fase foi efectuada uma análise comparativa das variáveis analisadas, entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e de controlo. As variáveis foram divididas em quatro grupos para melhor análise, variáveis cardiovasculares (VO₂), variáveis antropométricas (massa corporal; índice de massa corporal; circunferência da cintura; circunferência da anca; relação cintura/anca; relação cintura/estatura; massa gorda; massa isenta de gordura; percentagem massa gorda), variáveis hemodinâmicas (pressão arterial sistólica; pressão arterial diastólica; pressão arterial média; frequência cardíaca de repouso), e variáveis sanguíneas (colesterol-HDL; colesterol-LDL; colesterol total; triglicérides; glicemia; insulinemia, HOMA).

Numa segunda fase foram analisados os valores das variáveis em estudo antes da aplicação dos protocolos, e imediatamente depois do período da aplicação destes. Pretendeu-se verificar a evolução positiva ou negativa de cada variável e o grau de significância.

Numa terceira fase voltou-se a efectuar uma análise comparativa dos valores das variáveis para os três grupos, mas agora na fase final da aplicação dos protocolos.

Finalmente foi comparado as alterações nas variáveis em estudo, analisando as diferenças obtidas entre os grupos e verificando assim entre o impacto que a intensidade pode ter nestes factores.

4.2. Apresentação e discussão dos resultados

4.2.1. Comparação inicial entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e Controlo

4.2.1.1. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.2.1.1. Consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) e comparação inicial entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
VO _{2max} (ml/kg/min)	50,2±2,9	53,4±3,8	58±5,7	0,011*

*Significativo para $p \leq 0.05$

A comparação efectuada entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e grupo de controlo para a aptidão cardiorrespiratória revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p=0.011$). Na comparação múltipla efectuada com recurso ao teste *Least Square Differences* (LSD) foi possível observar que o grupo de controlo apresentou na avaliação inicial um valor de VO_{2max} significativamente superior aos valores apresentados pelos grupos HIT₁₀₀ e HIT₁₂₀.

4.2.1.2. Parâmetros antropométricos.

Tabela 4.2.1.2. Variáveis antropométricas (média e desvio padrão) e comparação inicial entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
Massa corporal (kg)	81±5	76±9	76±8	0,345
Índice de massa corporal (kg/m ²)	26±1,7	24±2,7	24±1,7	0,335
Circunferência da cintura (cm)	85±4	81±4	81±4	0,118
Circunferência da anca (cm)	101±4	97±1	96±6	0,049*
Relação cintura/anca	0,84±0,05	0,84±0,03	0,85±0,04	0,994
Relação cintura/estatura	0,48±0,03	0,46±0,03	0,46±0,03	0,415
Massa gorda (kg)	17,5±8,4	10,6±2,8	11,6±4,9	0,082
Massa isenta de gordura (kg)	63±6	65±7	64±7	0,873
% Massa gorda	21,3±9,7	13,8±2,9	15,2±5,9	0,114

*Significativo para $p \leq 0.05$

A Tabela 4.2.1.2 apresenta os resultados da estatística descritiva relativa às variáveis antropométricas simples e compostas, para os três grupos em análise. Na variável circunferências da anca, foi encontrada diferença com significado estatístico ($p=0.049$), verificando-se na análise *a posteriori* que o HIT₁₀₀ (101±4cm) possui valores superiores aos observados nos restantes grupos. Podemos ainda verificar que não existem diferenças estatísticas significativas entre os grupos para os valores de massa corporal, índice de massa corporal, circunferência da cintura, relação cintura/anca, relação cintura/estatura, massa gorda, massa isenta de gordura e percentagem de massa gorda ($p>0.05$).

4.2.1.3. Variáveis hemodinâmicas.

Tabela 4.2.1.3. Variáveis hemodinâmicas (média e desvio padrão) e comparação inicial entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica (mmHg)	122±11	116±4	121±8	0,374
Pressão arterial diastólica (mmHg)	67±11	68±6	64±11	0,776
Pressão arterial média	85±10	84±5	83±9	0,896
FC de repouso (bat/min)	67±4	62±7	61±8	0,323

*Significativo para $p\leq 0.05$

Os três grupos apresentam valores semelhantes de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) e de frequência cardíaca de repouso. No entanto, é possível verificar que, embora sem significado estatístico, o grupo HIT₁₀₀ apresenta valores um pouco mais elevados na FC de repouso 67±4bat/min, em relação ao HIT₁₂₀ 62±7bat/min e CRT 61±8bat/min. O grupo de controlo exhibe valores mais reduzidos na PAD 64±11mmHg em relação ao HIT₁₀₀ 67±11mmHg e HIT₁₂₀ 68±6mmHg. O grupo HIT₁₂₀ apresenta os valores inferiores na PAS 116±4mmHg em relação ao HIT₁₀₀ 122±11mmHg e CRT 121±8mmHg.

4.2.1.4. Parâmetros sanguíneos.

Tabela 4.2.1.4. Variáveis sanguíneas (média e desvio padrão) e comparação inicial entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
Colesterol HDL (mg.dL-1)	52±8	63±16	56±6	0,192
Colesterol LDL (mg.dL-1)	121±35	127±35	94±39	0,224
Colesterol Total (mg.dL-1)	182±35	192±35	157±36	0,184
Triglicerídeos (mg.dL-1)	90±24	81±19	71±17	0,231
Glicémia (mg.dL-1)	94±6	89±3	91±9	0,372
Insulinémia (uU/ml.mL-1)	7,1±1,6	6,1±0,9	5,7±1,2	0,130
HOMA	1,63±0,35	1,34±0,23	1,28±0,34	0,110

*Significativo para $p \leq 0.05$

Conforme resulta da leitura da Tabela 4.2.1.4, não se observaram quaisquer diferenças com significado estatístico entre os três grupos em análise, aquando da avaliação inicial. Ou seja, os participantes apresentaram à partida valores semelhantes no que respeita aos perfis lipídico e glicémico ($p > 0.05$). Contudo, da comparação múltipla resultou que o grupo CRT registou valores de insulinemia e de HOMA inferiores aos do grupo HIT₁₀₀ ($p = 0.05$).

4.2.2. Efeito do treino nas variáveis em estudo

4.2.2.1. Grupo HIT₁₀₀

4.2.2.1.1. Condição Cardiorrespiratória.

Tabela 4.2.2.1.1. Efeito do treino HIT₁₀₀ sobre o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
VO _{2max} (ml/kg/min)	50±3	56±3	0,004**

** Significativo para $p \leq 0.01$

Os valores de VO_{2max} no grupo HIT₁₀₀ aumentaram de 50±3ml/kg/min para 56±3ml/kg/min o que traduz um aumento com significado estatístico $p = 0,004$.

4.2.2.1.2. Parâmetros Antropométricos.

Tabela 4.2.2.1.2. Efeito do treino HIT₁₀₀ sobre as variáveis antropométricas, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa corporal (kg)	81±5	81±6	0,559
Índice de massa corporal (kg/m ²)	25,7±1,7	25,6±1,7	0,498
Circunferência da cintura (cm)	85±4	84±4	0,050*
Circunferência da anca (cm)	101,3±4	100,7±4	0,010*
Relação cintura/anca	0,84±0,05	0,84±0,05	0,161
Relação cintura/estatura	0,48±0,03	0,48±0,03	0,058
Massa gorda (kg)	17,5±8,4	16,2±8,6	0,046*
Massa isenta de gordura (kg)	63±6	65±7	0,023*
% Massa gorda	21,3±9,7	19,8±10	0,044*

*Significativo para $p \leq 0.05$

Conforme apresentado na tabela 4.2.2.2.1, verifica-se que neste grupo a circunferência da cintura obteve 85±4cm antes da aplicação dos protocolos e 84±4cm depois da aplicação dos protocolos ($p=0.05$). Na circunferência da anca os valores diminuíram de 101,3±4cm no pré-exercício e 100,7±4cm no pós-exercício ($p=0.01$). A massa gorda foi reduzida de 17,5±8,4kg para 16,2±8,6kg ($p=0.046$). Já na massa isenta de gordura os valores aumentaram de 63±6kg para 65±7 kg ($p=0.023$). A percentagem de massa gorda baixou de 21,3±9,7% para 19,8±10% ($p=0.044$). Em relação às outras variáveis, a massa corporal ($p=0.559$), índice de massa corporal ($p=0.498$), relação cintura/anca ($p=0.161$) e relação cintura/estatura ($p=0.058$) apresentam alteração nos valores, contudo não apresentam diferenças estatisticamente significativas.

4.2.2.1.3. Variáveis hemodinâmicas

Tabela 4.2.2.1.3. Efeito do treino HIT₁₀₀ sobre as variáveis hemodinâmicas, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica (mmHg)	122±11	111±7	0,003**
Pressão arterial diastólica (mmHg)	67±11	59±7	0,012*
Pressão arterial média	85±10	76±6	0,005**
FC de repouso (bat/min)	67±4	62±5	0,001**

*Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

Nos parâmetros hemodinâmicos obteve-se uma diminuição da pressão arterial sistólica 122±11mmHg para 111±7mmHg, na pressão arterial media 85±10 para 59±7 e na FC repouso 67±4bat/min para 62±5bat/min com valores de significância $p \leq 0.01$. Na pressão arterial diastólica observou-se 67±11mmHg na primeira medição e uma redução para 59±7mmHg, para $p=0.012$.

4.2.2.1.4 Parâmetros Sanguíneos.

Tabela 4.2.2.1.4. Efeito do treino HIT₁₀₀ sobre as variáveis sanguíneas, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Colesterol HDL (mg.dL-1)	52±8	54±12	0,498
Colesterol LDL (mg.dL-1)	121±35	114±31	0,042*
Colesterol Total (mg.dL-1)	182±35	172±33	0,031*
Triglicerídeos (mg.dL-1)	90±24	65±15	0,034*
Glicémia (mg.dL-1)	94±6,1	85±6	0,009**
Insulinémia (uU/ml)	7,1±1,6	6,4±1,7	0,534
HOMA	1,63±0,35	1,36±0,44	0,298

*Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

O último conjunto de dados do grupo HIT₁₀₀ a serem apresentados diz respeito às variáveis sanguíneas, descritivos dos momentos de avaliação realizados. Como se pode observar pela leitura da tabela 4.2.2.1.4, as 12 sessões do protocolo HIT₁₀₀, distribuídas por 4

semanas, foram suficientes para promover descidas significativas do colesterol-LDL ($p=0.042$), do colesterol total ($p=0.031$), dos triglicerídeos ($p=0.034$) e da glicemia ($p=0.009$).

A redução da insulinemia e do HOMA após o programa de exercício não foi estatisticamente significativa. Do mesmo modo, a ligeira melhoria do perfil do colesterol-HDL após o processo de treino também não teve significado estatístico.

4.2.2.2. Grupo HIT₁₂₀

4.2.2.2.1. Condição Cardiorrespiratória.

Tabela 4.2.2.2.1. Efeito do treino HIT₁₂₀ sobre o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
VO _{2max} (ml/kg/min)	53±4	61±2	0,003**

** Significativo para $p \leq 0.01$

A tabela 4.2.2.2.1 demonstra os resultados da estatística descritiva relativa aos parâmetros cardiorrespiratórios, onde os valores de VO_{2max} encontrados após exercícios foram superiores para o grupo HIT₁₂₀, aumentando de 53±4ml/kg/min, no período pré-exercício, para 61±2ml/kg/min no período pós-exercício, ocorrendo diferenças estatisticamente significativas para $p=0.003$. Este aumento foi considerável tendo em conta que os participantes já tinham um estilo de vida activo, e foram só realizados 12 treinos num período de 4 semanas. Contudo as diferenças apresentadas são expectáveis, dada a consulta da bibliografia de referência.

4.2.2.2.2. Parâmetros Antropométricos.

Tabela 4.2.2.2.2. Efeito do treino HIT₁₂₀ sobre as variáveis antropométricas, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa corporal (kg)	76±9	76±9	0,869
Índice de massa corporal (kg/m ²)	24,1±2,7	24,1±2,6	0,907
Circunferência da cintura (cm)	81±4	81±4	0,136
Circunferência da anca (cm)	97±1	96±2	0,028*
Relação cintura/anca	0,84±0,03	0,84±0,03	0,646
Relação cintura/estatura	0,46±0,03	0,46±0,03	0,132
Massa gorda (kg)	10,6±2,8	9,5±2,8	0,004**
Massa isenta de gordura (kg)	65±7	66,0±7	0,047*
% Massa gorda	13,8±2,9	12,5±3,1	0,003**

*Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

A tabela 4.2.2.2.2 apresenta os resultados médios das variáveis antropométricas, verificando-se que nestes parâmetros, no grupo HIT₁₂₀ não houve quase variações na massa corporal ($p=0.869$), da mesma forma, não foram encontradas diferenças expressivas no marcador índice de massa corporal, nos valores pós-exercício comparado com os valores pré-exercício ($p=0.907$), relação cintura/estatura ($p=0.132$) e relação cintura/anca ($p=0.646$), na circunferência de cintura a variação foi ligeiramente superior mas também sem variações estatisticamente significativas ($p=0.136$). Contudo através de nova análise da tabela, podemos verificar que, se encontraram diferenças significativas nas variáveis circunferência de anca ($p=0.028$). Além disso, foi também observado uma diferença expressiva nos valores pós-exercício entre massa isenta de gordura ($p=0.047$), massa gorda ($p=0.004$) e percentagem de massa gorda ($p=0.004$) em relação aos valores pré-exercício.

4.2.2.2.3. Variáveis hemodinâmicas

Tabela 4.2.2.2.3. Efeito do treino HIT₁₂₀ sobre as variáveis hemodinâmicas, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica (mmHg)	116±4	103±7	0,001**
Pressão arterial diastólica (mmHg)	68±6	58±2	0,003**
Pressão arterial média	84±5	73±3	0,001**
FC de repouso (bat/min)	62±7	55±9	0,002**

** Significativo para $p \leq 0.01$

Em relação às variáveis hemodinâmicas observaram-se diferenças significativas para $p \leq 0.01$, em todos os parâmetros analisados.

4.2.2.2.4. Parâmetros Sanguíneos.

Tabela 4.2.2.2.4. Efeito do treino HIT₁₂₀ sobre as variáveis sanguíneas, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Colesterol HDL (mg.dL-1)	63±16	55±10	0,145
Colesterol LDL (mg.dL-1)	127±35	116±33	0,087
Colesterol Total (mg.dL-1)	192±35	174±36	0,055
Triglicerídeos (mg.dL-1)	81±19	68±16	0,004**
Glicemia (mg.dL-1)	89±3	83±3	0,003**
Insulinemia (uU/ml)	6,1±0,9	4,4±0,7	0,008**
HOMA	1,34±0,23	0,90±0,14	0,002**

** Significativo para $p \leq 0.01$

O protocolo de treino HIT₁₂₀, após as 12 sessões distribuídas pelas 4 semanas, foi suficientemente eficaz para promover a diminuição dos triglicerídeos ($p=0.004$), da glicemia ($p=0.003$), da insulinemia ($p=0.008$) e do HOMA ($p=0.002$). No colesterol-HDL, colesterol-LDL e colesterol total, embora se tenha verificado uma diminuição, não teve significado estatístico.

4.2.2.3. Grupo CRT

4.2.2.3.1. Condição Cardiorrespiratória.

Tabela 4.2.2.3.1. Valores da média e desvio padrão do consumo máximo de oxigênio, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
VO _{2max} (ml/kg/min)	58±6	58±5	0,462

*Significativo para $p \leq 0.05$

No referente aos valores da condição Cardiorrespiratória não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre o momento inicial e o final da medição do VO₂ ($p=0.462$).

4.2.2.3.2. Parâmetros Antropométricos.

Tabela 4.2.2.3.2. Valores da média e desvio padrão das variáveis antropométricas, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa corporal (kg)	76±8	76±8	0,334
Índice de massa corporal (kg/m ²)	24,4±1,7	24,5±1,9	0,297
Circunferência da cintura (cm)	81,1±3,8	81,2±4,1	0,973
Circunferência da anca (cm)	96,2±5,5	96,2±5,6	0,846
Relação cintura/anca	0,85±0,04	0,85±0,05	0,940
Relação cintura/estatura	0,46±0,03	0,46±0,04	0,752
Massa gorda (kg)	11,6±4,9	11,9±5,2	0,522
Massa isenta de gordura (kg)	64±7	64±7	0,608
% Massa gorda	15,2±5,9	15,5±6,6	0,565

*Significativo para $p \leq 0.05$

No referente aos valores das variáveis antropométricas não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre o momento inicial e o final da medição da massa corporal ($p=0.334$), índice de massa corporal ($p=0.297$), circunferência da cintura ($p=0.973$), circunferência da anca ($p=0.846$), relação cintura/anca ($p=0.940$), relação cintura/estatura

($p=0.752$), massa gorda ($p=0.522$), massa isenta de gordura ($p=0.608$), percentagem massa gorda ($p=0.565$). Através dos resultados recolhidos podemos atestar que os dados são muito semelhantes para ambos os momentos.

4.2.2.3.3. Variáveis hemodinâmicas

Tabela 4.2.2.3.3. Valores da média e desvio padrão das variáveis hemodinâmicas, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica (mmHg)	121±8	121±8	1,000
Pressão arterial diastólica (mmHg)	64±11	64±9	0,926
Pressão arterial média	83±9	83±8	0,944
FC de repouso (bat/min)	61±8	60±6	0,406

*Significativo para $p \leq 0.05$

Através da análise desta tabela podemos verificar que relativamente aos parâmetros hemodinâmicos não se observaram diferenças estatisticamente significativas na pressão arterial sistólica ($p=1.000$). O mesmo pode ser dito em comparação à pressão arterial diastólica ($p=0.926$), pressão arterial média ($p=0.944$) O mesmo foi verificado na FC de repouso ($p=0.406$). Os valores obtidos após a realização dos protocolos em tapete rolante, foram semelhantes aos valores basais encontrados para todas as variáveis.

4.2.2.3.4. Parâmetros Sanguíneos.

Tabela 4.2.2.3.4. Valores da média e desvio padrão das variáveis sanguíneas, antes e depois da aplicação dos protocolos, calculado a partir de um teste t-pares

	Pré	Pós	<i>p</i>
Colesterol HDL (mg.dL-1)	56±6	57±5	0,237
Colesterol LDL (mg.dL-1)	94±39	95±25	0,953
Colesterol Total (mg.dL-1)	157±36	155±27	0,761
Triglicerídeos (mg.dL-1)	71±17	65±22	0,423
Glicémia (mg.dL-1)	91±9	90±7	0,732
Insulinémia (uU/ml.mL-1)	5,7±1,2	5,5±1,7	0,653
HOMA	1,28±0,34	1,23±0,44	0,715

*Significativo para $p \leq 0.05$

O grupo de controlo não registou qualquer alteração entre os dois momentos de avaliação em todos os parâmetros: C-HDL ($p=0.237$), C-LDL ($p=0.953$), Colesterol Total ($p=0.761$), Triglicerídeos ($p=0.423$), Glicémia ($p=0.732$), Insulinémia ($p=0.653$) e HOMA ($p=0.715$).

4.2.3. Comparação final entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e Controlo

4.2.3.1. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.2.3.1. Consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) e comparação final entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
VO _{2max} (ml/kg/min)	56±3	61±2	58±5	0,031*

*Significativo para $p \leq 0.05$

As comparações finais efectuadas entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e grupo de controlo nas variáveis de cardiovasculares revelaram que há diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p=0.031$). Na comparação *post hoc* observou-se que o grupo HIT₁₂₀

apresentou valores estatisticamente mais elevados do que os do grupo HIT₁₀₀ ($p=0.010$) e também tendencialmente acima dos do grupo CRT ($p=0.077$). Entre os grupos CRT e HIT₁₀₀ não foram observadas diferenças ($p=0.338$).

Importa salientar que, aquando da avaliação inicial, o grupo CRT apresentava valores de VO_{2max} significativamente superiores aos observados nos outros dois grupos, sendo essas diferenças eliminadas após as 12 sessões de treino HIT, como resultado das melhorias observadas nos dois grupos submetidos aos processos de treino.

4.2.3.2. Parâmetros antropométricos.

Tabela 4.2.3.2. Variáveis antropométricas (média e desvio padrão) e comparação final entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
Massa corporal (kg)	81±6	76±9	76±8	0,389
Índice de massa corporal (kg/m ²)	25,6±1,7	24,1±2,6	24,5±1,9	0,400
Circunferência da cintura (cm)	84±4	81±4	81±4	0,181
Circunferência da anca (cm)	101±4	96±2	96±6	0,080
Relação cintura/anca	0,84±0,05	0,84±0,03	0,84±0,05	0,951
Relação cintura/estatura	0,48±0,03	0,46±0,03	0,46±0,04	0,531
Massa gorda (kg)	16,2±8,6	9,5±2,8	11,9±5,2	0,136
Massa isenta de gordura (kg)	65±7	66±7	64±7	0,877
% Massa gorda	19,8±10	12,5±3,1	15,5±6,6	0,185

*Significativo para $p \leq 0.05$

A interpretação dos resultados obtidos mostra que embora haja diferença nos valores entre os grupos, não existem diferenças estatisticamente significativas. O grupo HIT₁₀₀ apresenta valores superiores nas variáveis massa corporal 81±6kg, índice de massa corporal 25,6±1,7kg/m², circunferência da cintura 84±4cm, circunferência da anca 101±4cm, relação cintura/estatura 0,48±0,03, massa gorda 16,2±8,6kg e percentagem de massa gorda 19,8±10%. Por sua vez no grupo HIT₁₂₀ a variável massa isenta de gordura revela o valor mais elevado 66±7kg.

4.2.3.3. Variáveis hemodinâmicas

Tabela 4.2.3.3. Variáveis hemodinâmicas (média e desvio padrão) e comparação final entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica (mmHg)	111±7	103±7	121±8	0,001**
Pressão arterial diastólica (mmHg)	59±7	58±2	64±9	0,193
Pressão arterial média	76±6	73±3	83±8	0,012*
FC de repouso (bat/min)	62±5	55±9	60±6	0,114

*Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

Nos parâmetros hemodinâmicos a variáveis pressão arterial sistólica apresenta diferenças estatisticamente significativas ($p=0.001$). A comparação *post hoc* permitiu verificar que o grupo HIT₁₂₀ obteve os valores mais baixos, sendo inferiores aos do grupo HIT₁₀₀ ($p=0.05$) e aos do grupo CRT ($p<0.001$). O Grupo HIT₁₀₀ obteve também valores inferiores aos registados no grupo CRT ($p=0.016$). Não foram obtidas diferenças com significado estatístico nos resultados da PAD entre os três grupos em análise, embora se observe que o valor médio do grupo HIT₁₂₀ foi particularmente inferior ao do grupo CRT. Relativamente à pressão arterial média, verificou-se novamente que os grupos de treino apresentaram valores inferiores aos do grupo de controlo. Especificamente, foram obtidas diferenças entre o grupo HIT₁₀₀ e o CRT ($p=0.043$) e entre o HIT₁₂₀ e o CRT ($p=0.004$), não se tendo registado diferenças entre os grupos HIT₁₀₀ e HIT₁₂₀ ($p=0.268$). No que respeita à e FC de repouso, embora a MANOVA não tenha identificado diferenças entre os grupos ($p=0.114$), na comparação múltipla foi possível verificar que o grupo HIT₁₂₀ apresentou valores significativamente inferiores aos do grupo HIT₁₀₀ ($p=0.045$).

4.2.3.4. Parâmetros sanguíneos.

Tabela 4.2.3.4. Variáveis sanguíneas (média e desvio padrão) e comparação final entre os grupos HIT₁₀₀, HIT₁₂₀ e CRT, calculada a partir de uma MANOVA.

	HIT ₁₀₀	HIT ₁₂₀	CRT	<i>p</i>
Colesterol HDL (mg.dL-1)	54±12	55±10	57±5	0,842
Colesterol LDL (mg.dL-1)	114±31	116±33	95±25	0,343
Colesterol Total (mg.dL-1)	172±33	174±36	155±27	0,459
Triglicerídeos (mg.dL-1)	65±15	68±16	65±22	0,965
Glicémia (mg.dL-1)	85±6	83±3	90±7	0,064
Insulinémia (uU/ml)	6,4±1,7	4,4±0,7	5,5±1,7	0,059
HOMA	1,36±0,44	0,90±0,14	1,23±0,44	0,080

*Significativo para $p \leq 0.05$

Finalmente, analisando a Tabela 4.2.3.4 verifica-se que nos parâmetros sanguíneos, existem algumas tendências de diferenças entre os grupos, embora sem significado estatístico, Colesterol-HDL ($p=0.842$), Colesterol-LDL ($p=0.343$), Colesterol total ($p=0.459$), Triglicerídeos ($p=0.965$). As variáveis Glicémia ($p=0.064$), Insulinémia ($p=0.059$) e HOMA ($p=0.080$) não apresentam diferenças significativas, no entanto, após fazer a análise *post hoc* observa-se que o grupo HIT₁₂₀ tem valores de glicémia inferiores aos registrados no grupo CRT ($p=0.023$). Por outro lado, na insulinémia ($p=0.019$) e no HOMA ($p=0.031$) verifica-se que o grupo HIT₁₂₀ apresenta valores médios significativamente inferiores aos do grupo HIT₁₀₀. Da mesma forma, os dados aferidos na tabela anterior vêm confirmar que nas restantes variáveis caracterizadoras do perfil lipídico não foram observadas quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais, nos momentos pós-protocolos.

4.2.4. Análise da variação da percentagem dos parâmetros em estudo

4.2.4.1. Condição Cardiorrespiratória.

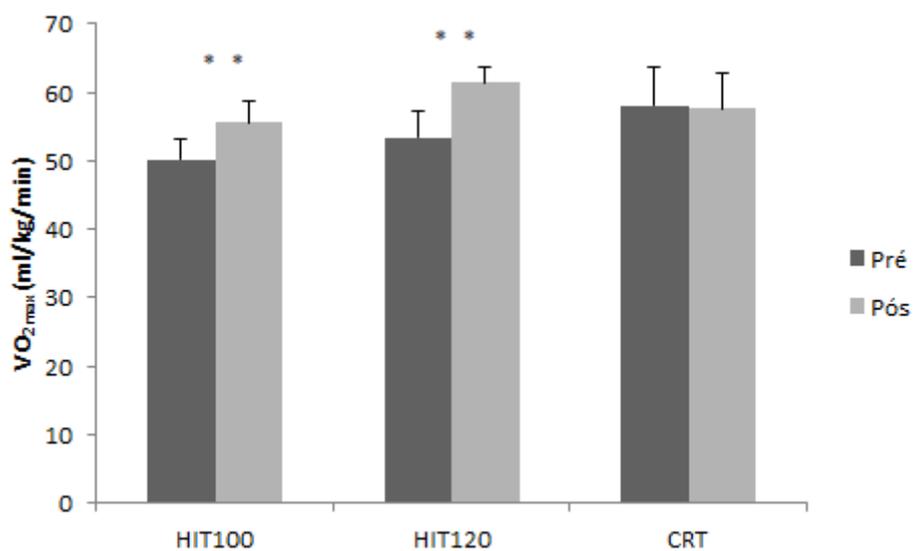


Figura 2. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) de VO₂. ** Significativo para $p \leq 0.01$

Para os níveis de VO_{2max} houve um aumento nos valores médios após a aplicação de ambos os protocolos HIT, tendo sido essa diferença significativa. O grupo HIT₁₂₀ apresentou um aumento de 15%, e o grupo HIT₁₀₀ 10,8% em relação à medição inicial. No CRT houve uma ligeira redução (-0,7%), embora sem que tenha sido significativa.

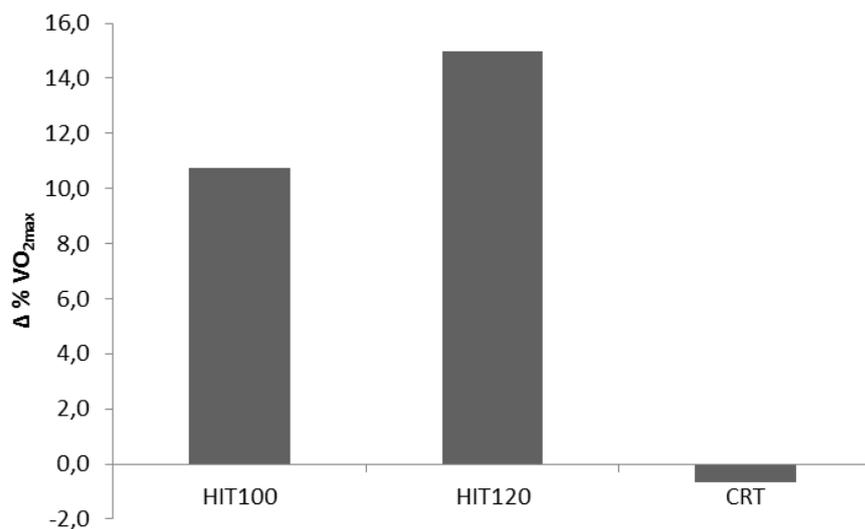


Figura 3. Variação da percentagem dos valores de VO₂

4.2.4.2. Parâmetros antropométricos.

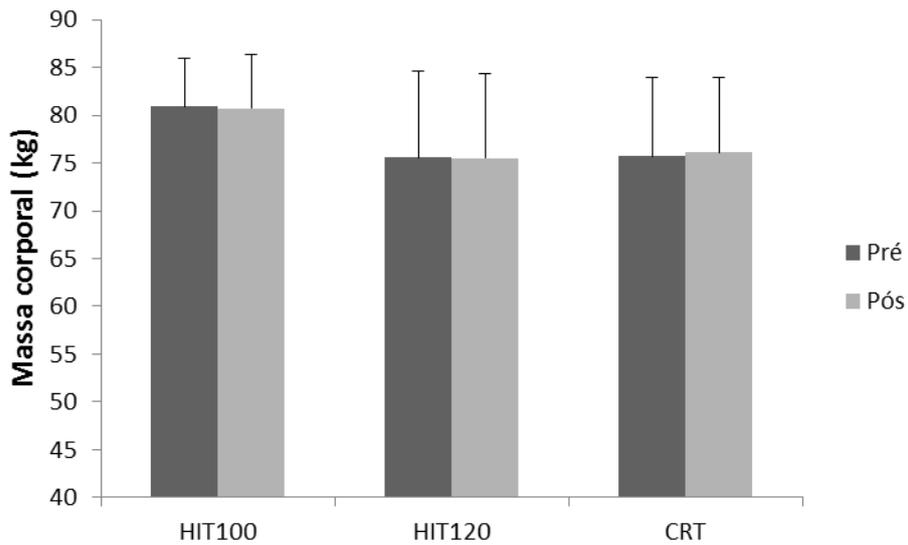


Figura 4. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da massa corporal. * Significativo para $p \leq 0.05$

No parâmetro massa corporal as variações foram residuais em todos os grupos e sem diferenças significativas. Aparentemente os protocolos HIT não têm impacto na variação da massa corporal.

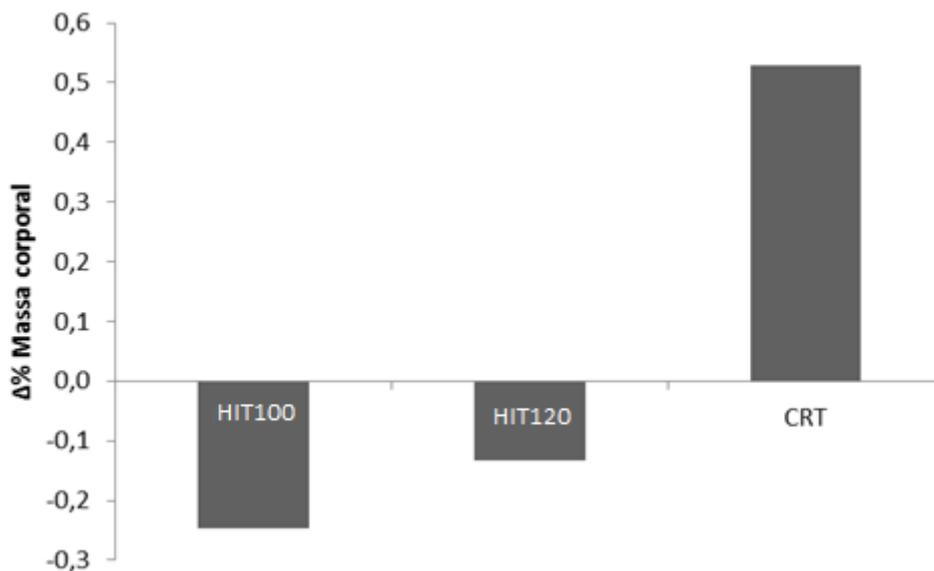


Figura 5. Variação da percentagem dos valores da massa corporal

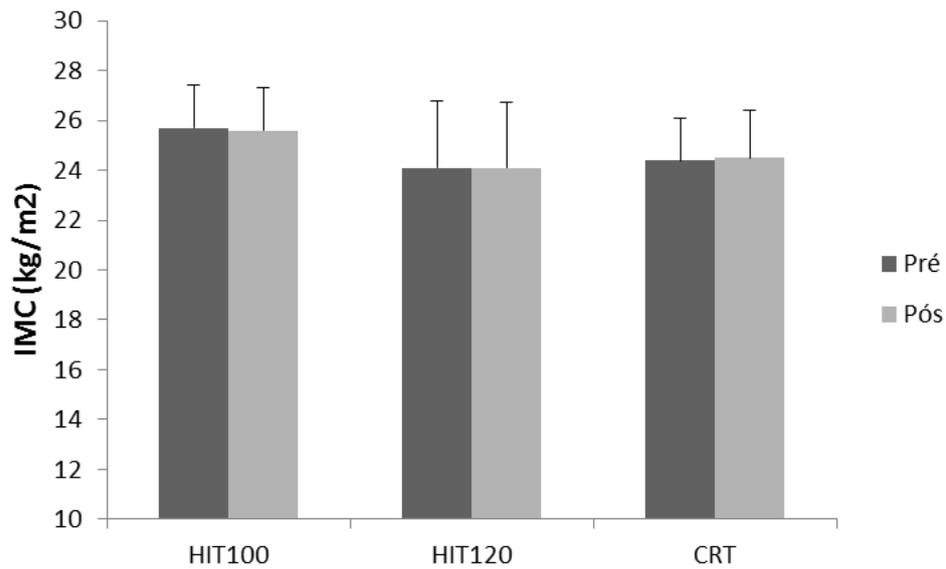


Figura 6. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do IMC. *Significativo para $p \leq 0.05$

Os valores obtidos após a realização dos protocolos foram semelhantes aos valores iniciais, e não foi observado diferenças significativas. Estes resultados são explicados por não ter havido grandes alterações na massa corporal, e portanto não modifica muito o IMC. O grupo HIT₁₀₀ sofreu uma diminuição de 0,4%, o CRT um aumento de 0,4%, enquanto o HIT₁₂₀ se manteve inalterado.

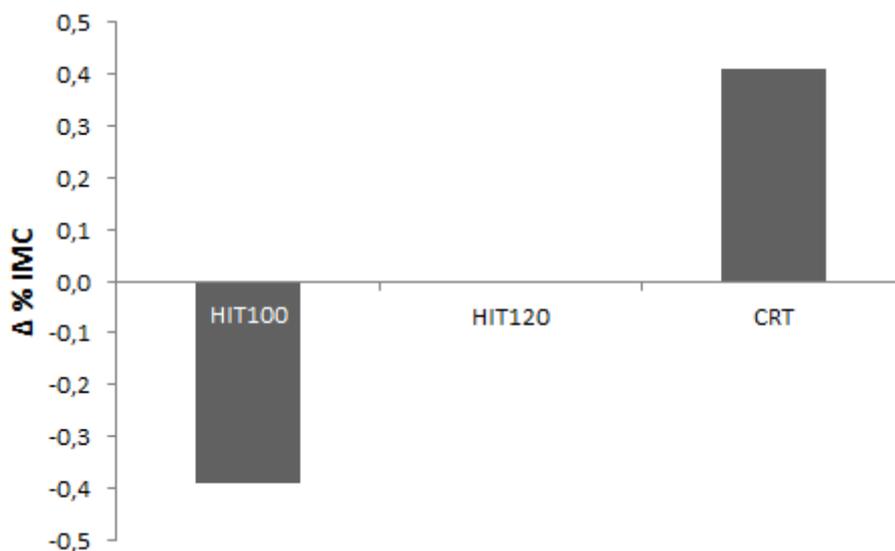


Figura 7. Variação da percentagem dos valores do IMC

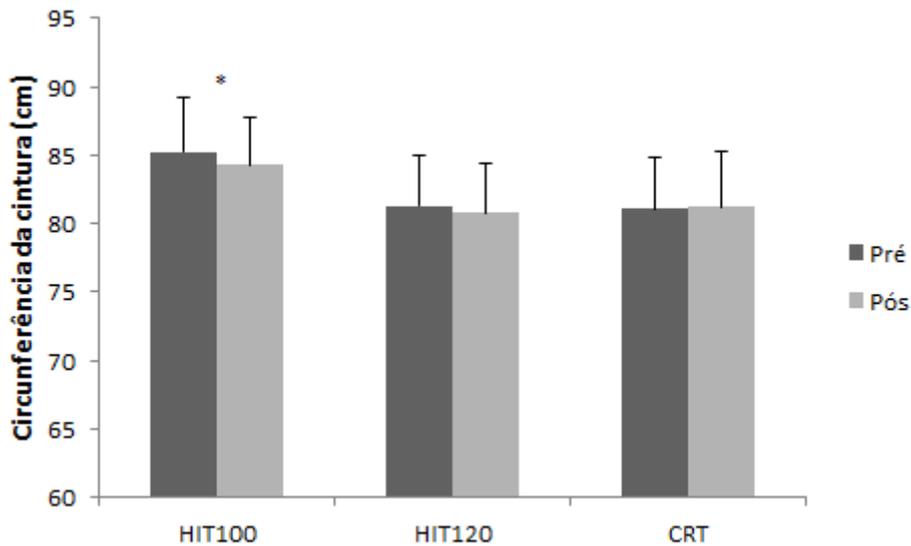


Figura 8. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da circunferência da cintura.
*Significativo para $p \leq 0.05$

Já no que se refere aos valores de circunferência da cintura verificámos que houve uma diminuição estatisticamente significativa no grupo HIT₁₀₀ de 1,1%. No grupo HIT₁₂₀ houve uma diminuição de 0,6%, e no CRT verificou-se um aumento residual de 0,1%, embora não significativamente a nível estatístico. Desta forma o HIT₁₀₀ foi grupo mais bem-sucedido na redução desta variável.

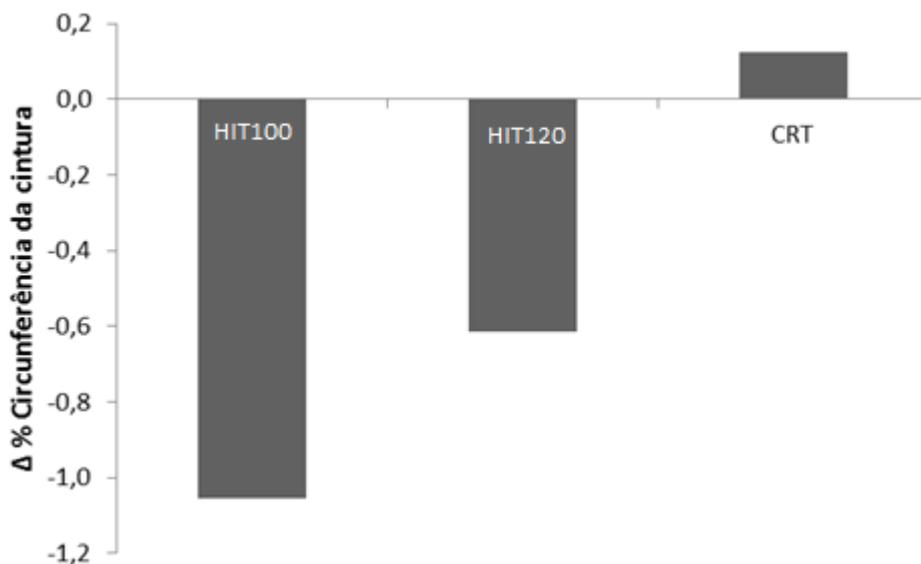


Figura 9. Variação da percentagem dos valores da circunferência da cintura

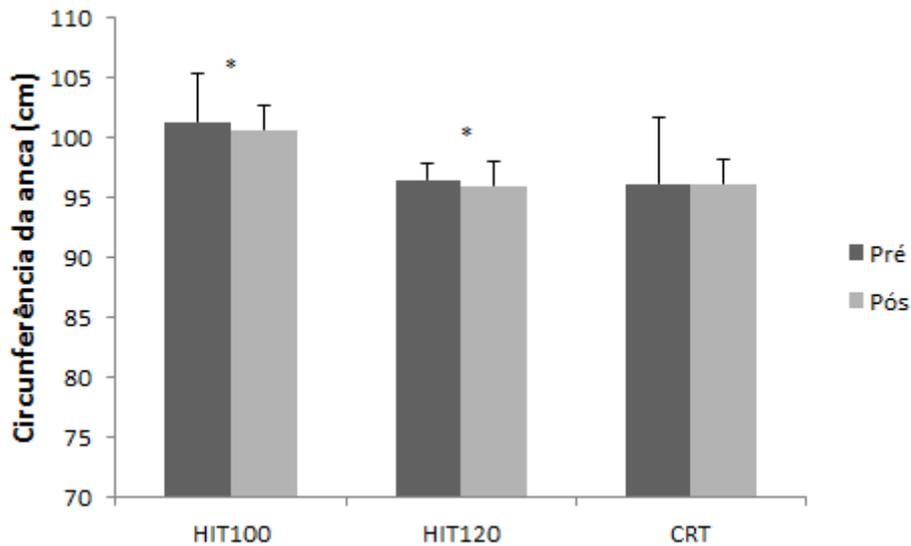


Figura 10. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da circunferência da anca. *Significativo para $p \leq 0.05$

Na variável circunferência da anca não se encontraram variações nos valores do CRT. Nos outros grupos houve uma diminuição dos valores com diferenças estatisticamente significativas para $p \leq 0.05$, onde o HIT₁₀₀ mostrou uma redução de 0,6% e o HIT₁₂₀ 0,5%. Estes resultados sugerem que ambos grupos de treino intervalado têm efeito na diminuição desta variável.

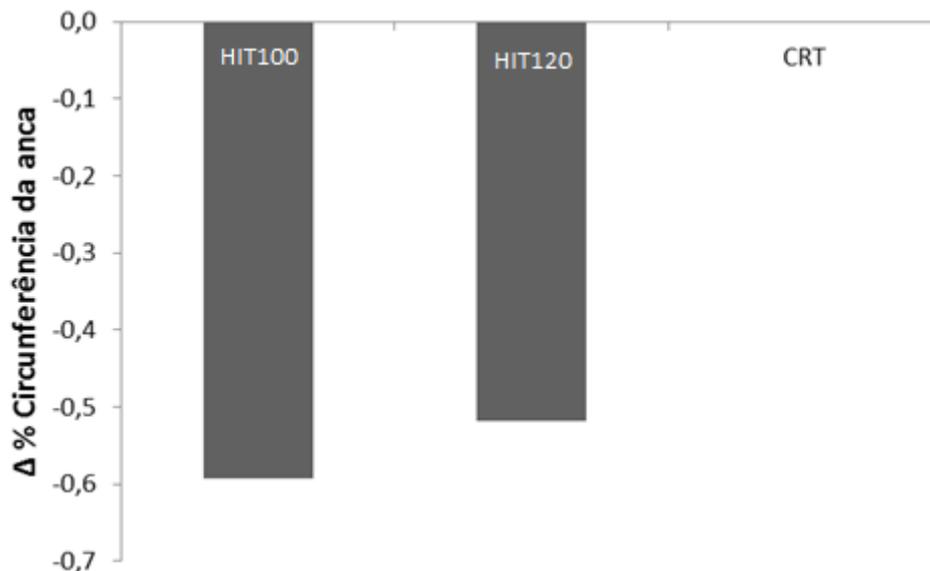


Figura 11. Variação da percentagem dos valores da circunferência da anca

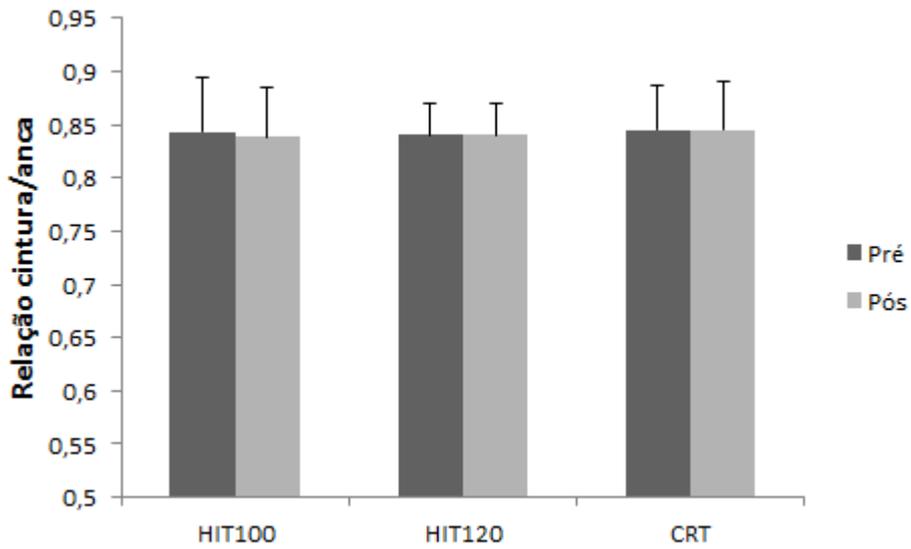


Figura 12. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da relação cintura/anca.
*Significativo para $p \leq 0.05$

Na relação cintura/anca somente o grupo HIT₁₀₀ parece afectar esta variável, com uma diminuição de 0,6%, embora estes resultados não sejam significativos estatisticamente. Nos outros dois grupos não foram encontradas variações.

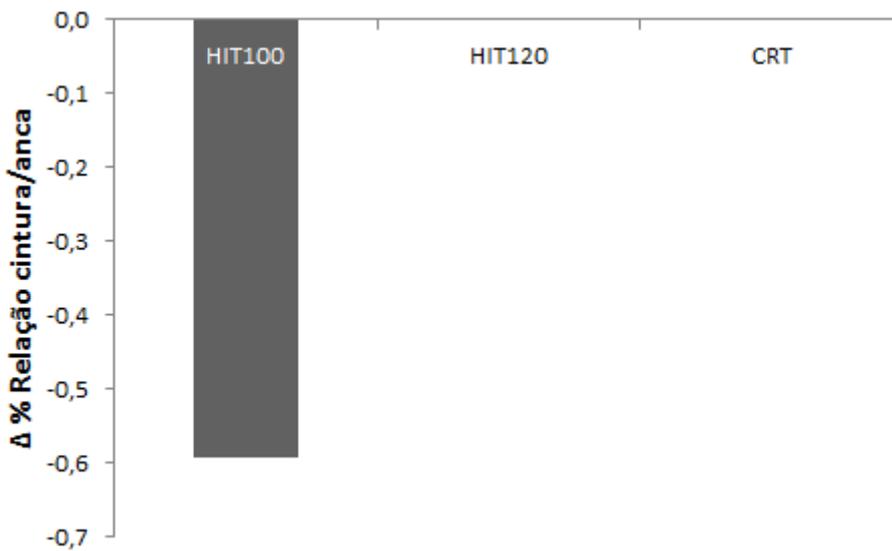


Figura 13. Variação da percentagem dos valores da relação cintura/anca

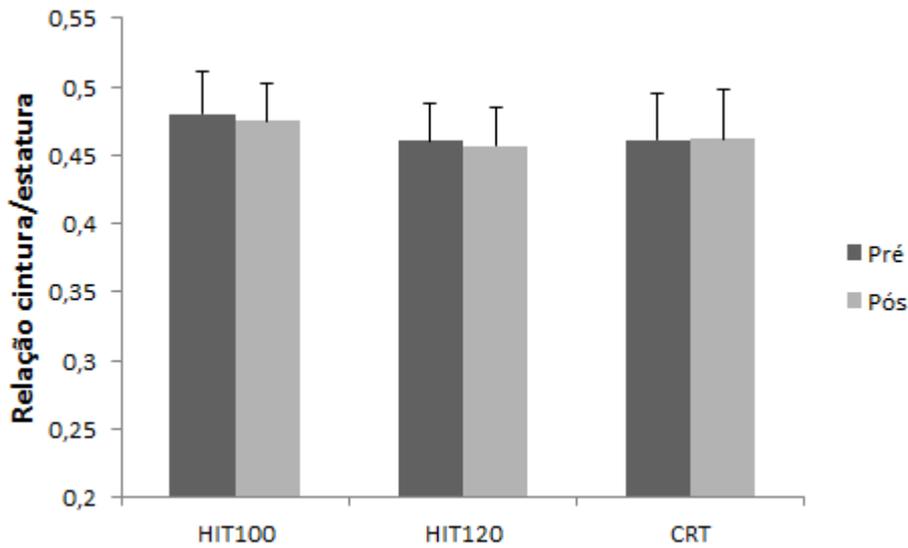


Figura 14. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da relação cintura/estatura.
*Significativo para $p \leq 0,05$

Na relação cintura/estatura encontraram-se ligeiras diminuições nos grupos HIT₁₀₀ e HIT₁₂₀, de 1% e 0,7% respectivamente, embora sem diferenças com significado estatístico. No grupo de controlo deparamo-nos com um aumento diminuto nos seus valores (0,2%), e também sem ser estatisticamente significativo.

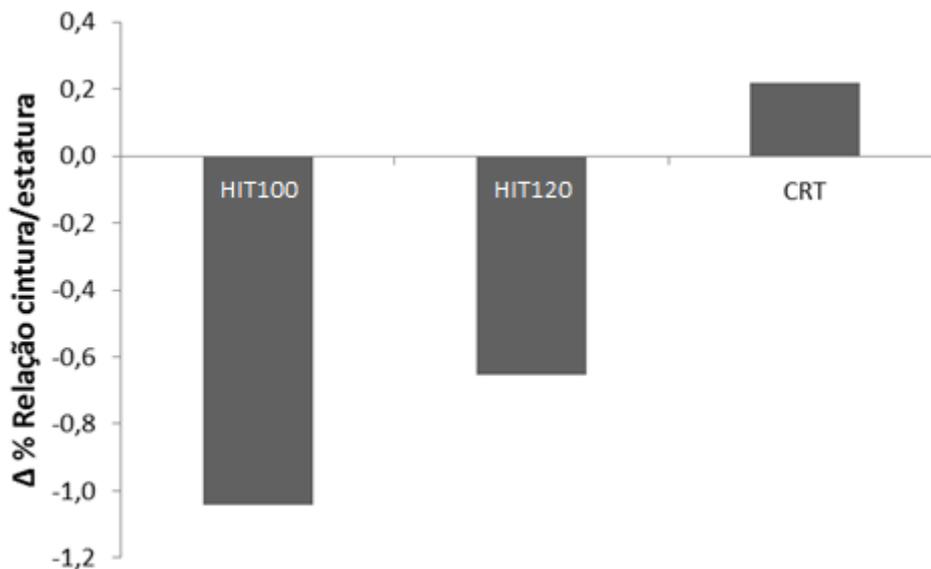


Figura 15. Variação da percentagem dos valores da relação cintura/estatura

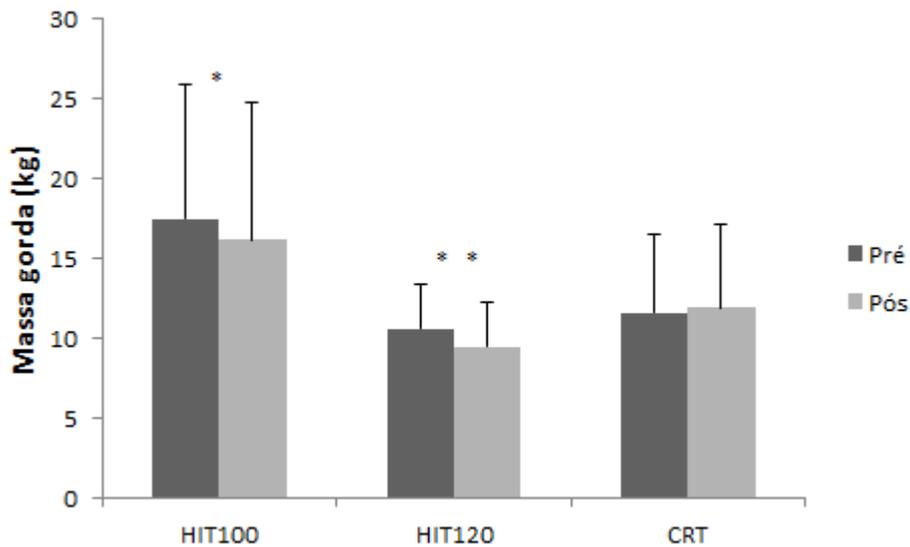


Figura 16. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da massa gorda. *Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

Nesta variável foi possível encontrar diferenças com significado estatístico para $p \leq 0.01$ no grupo HIT₁₂₀, onde se encontrou uma diminuição de 10,4%. No HIT₁₀₀ houve uma diminuição de 7,4% com significado estatístico, para $p \leq 0.05$. No CRT os resultados sugerem um aumento de 2,6% na massa gorda, não apresentando diferenças estatisticamente significativas.

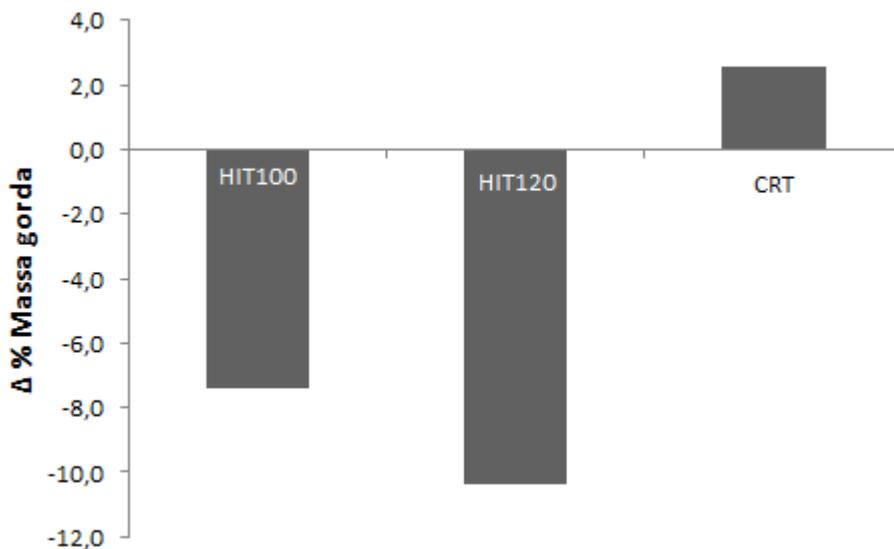


Figura 17. Variação da percentagem dos valores da massa gorda

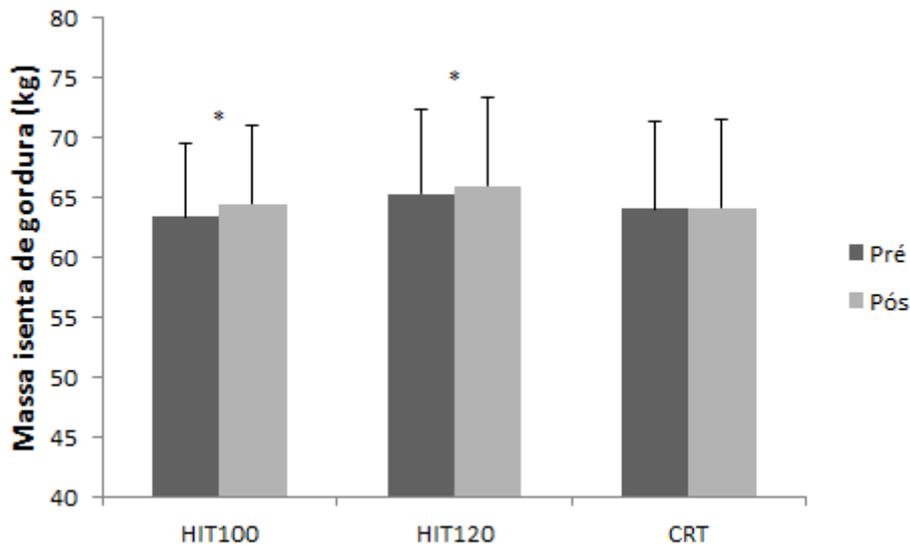


Figura 18. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da massa isenta de gordura.
*Significativo para $p \leq 0.05$

Para a variável massa isenta de gordura pode-se encontrar aumentos estatisticamente significativos em ambos grupos HIT, para $p \leq 0.05$. No HIT₁₀₀ o aumento foi de 1,7% e no HIT₁₂₀ foi de 1,1%. No grupo de controlo também se verificou um aumento de 0,2%, embora este não tenha significado estatístico.

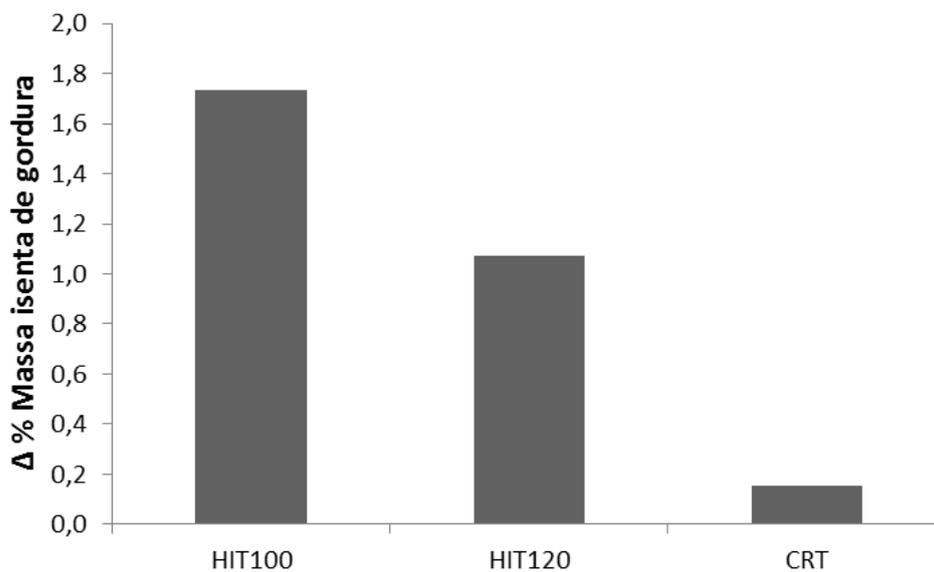


Figura 19. Variação da percentagem dos valores da massa isenta de gordura

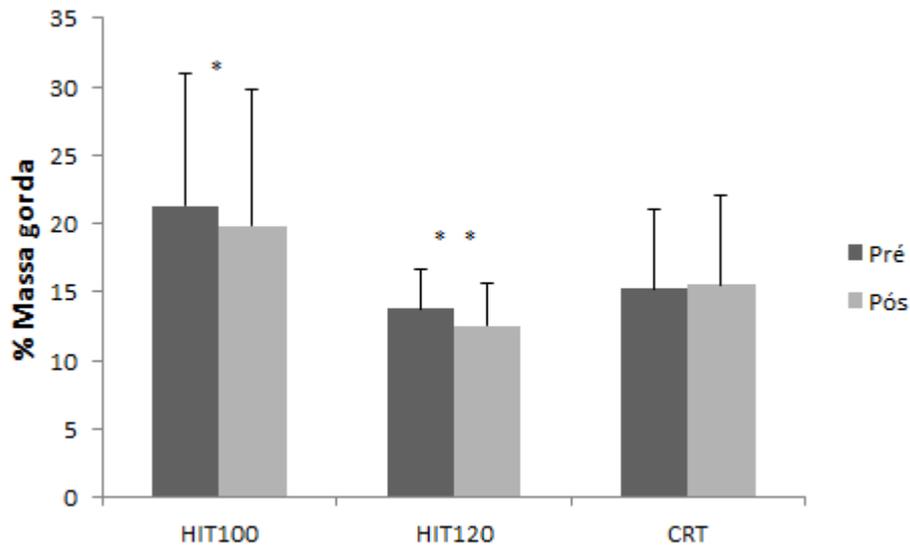


Figura 20. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da % massa gorda. *Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

Na última variável dos parâmetros antropométricos deparamo-nos com uma diminuição significativa estatisticamente de 9,4% nos valores de percentagem de massa gorda no grupo HIT₁₂₀, para $p \leq 0.01$, e de 7% no HIT₁₀₀ para $p \leq 0.05$. No grupo de controlo verificou-se um aumento de 2% na média, embora não apresente diferenças estatisticamente significativas.

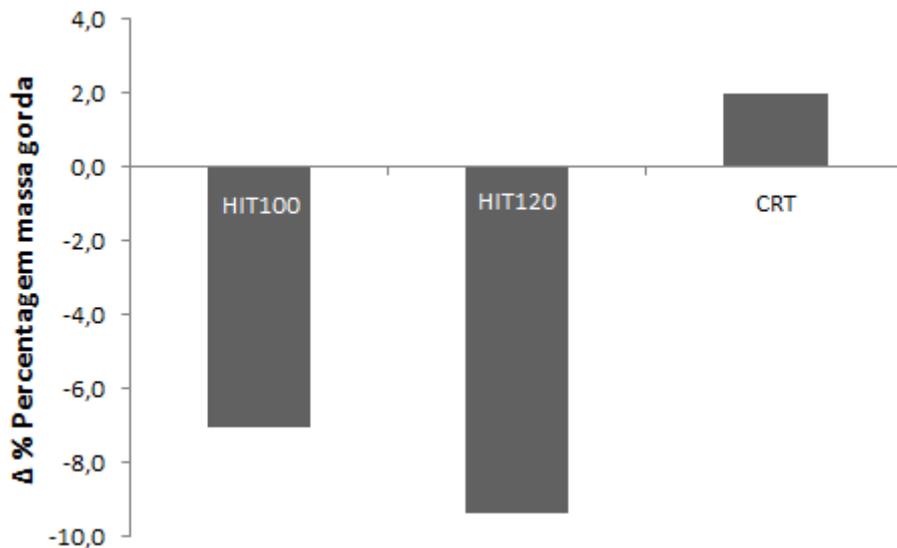


Figura 21. Variação da percentagem dos valores da % massa gorda

4.2.4.3. Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Pressão Arterial.

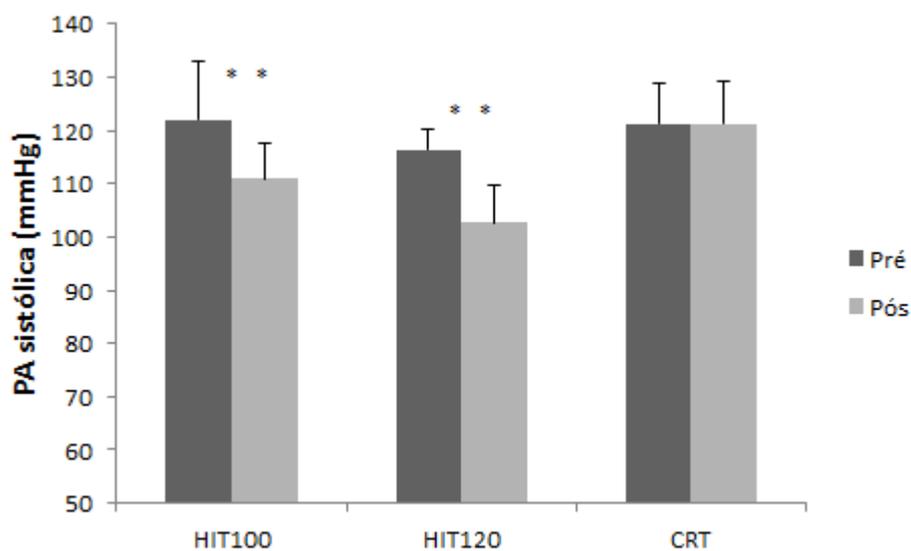


Figura 22. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da PA sistólica.

** Significativo para $p \leq 0.01$

A pressão arterial sistólica mostrou uma forte diminuição com os protocolos HIT, com uma redução de 9,1% no HIT₁₀₀ e 11,7% no HIT₁₂₀, significativo para $p \leq 0.01$. No grupo de controlo não se detectaram variações na média desta variável.

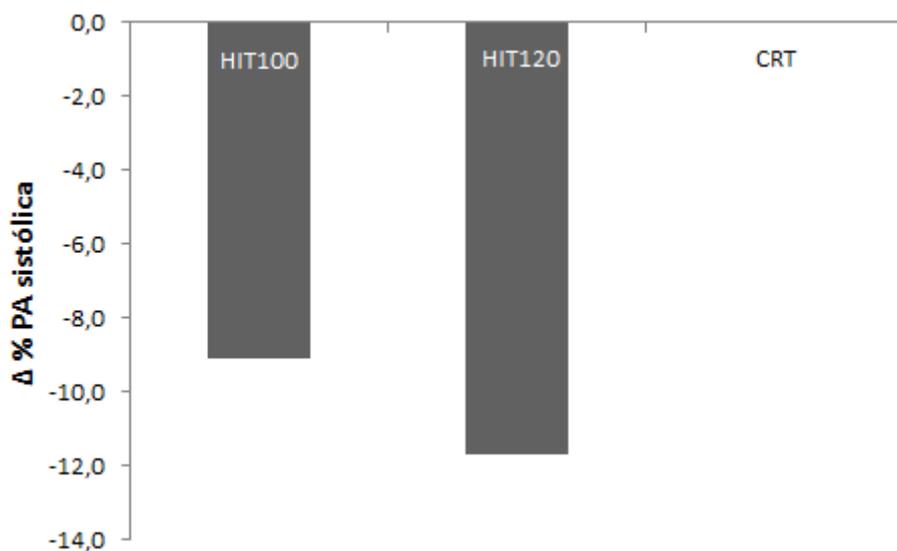


Figura 23. Variação da percentagem dos valores da PA sistólica

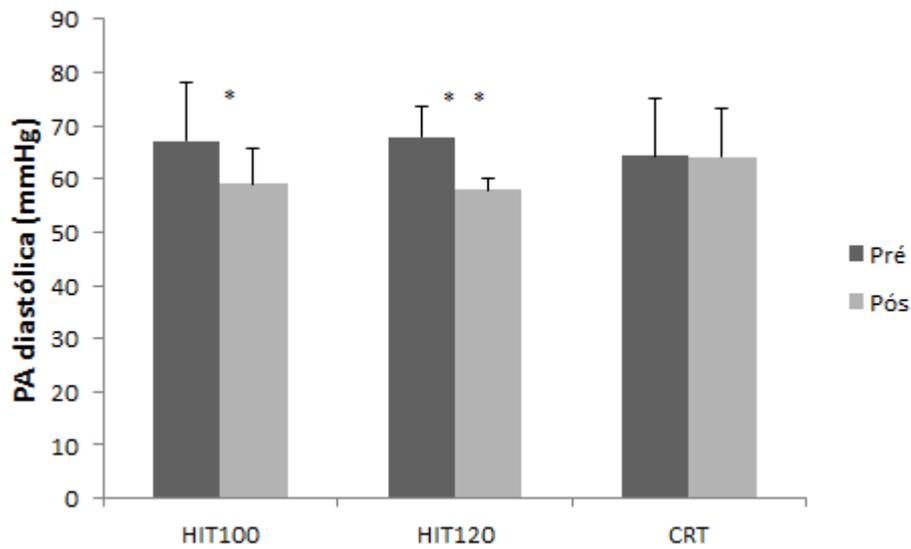


Figura 24. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da PA diastólica. *Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

Os protocolos HIT apresentaram também uma forte influência na PA diastólica, com uma redução de 14,7% no HIT₁₂₀ e 11,9% no HIT₁₀₀, com significado estatístico $p \leq 0.01$ no primeiro e $p \leq 0.05$ no segundo. No CRT as variações foram bastantes restringidas, com uma redução de 0,5% e sem diferença significativa.

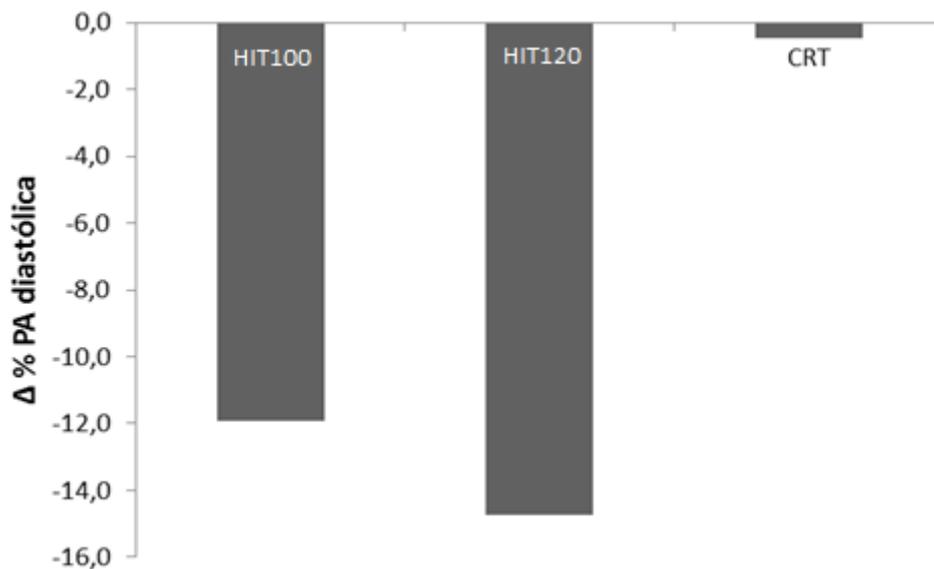


Figura 25. Variação da percentagem dos valores da PA diastólica

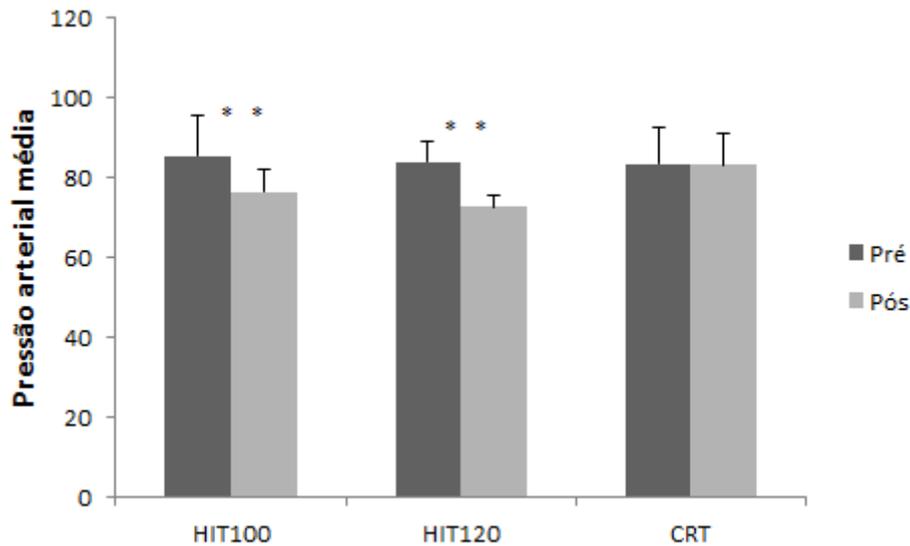


Figura 26. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da pressão arterial média.

** Significativo para $p \leq 0.01$

A pressão arterial média é influenciada pelas duas variáveis anteriores, e por isso segue a mesma tendência destas, com reduções significativas para $p \leq 0.01$, de 13,3% no HIT₁₂₀ e 10,5% no HIT₁₀₀. No grupo de controlo não se observaram diferenças estatisticamente significativas, com uma diminuição de 0,2% no valor da média.

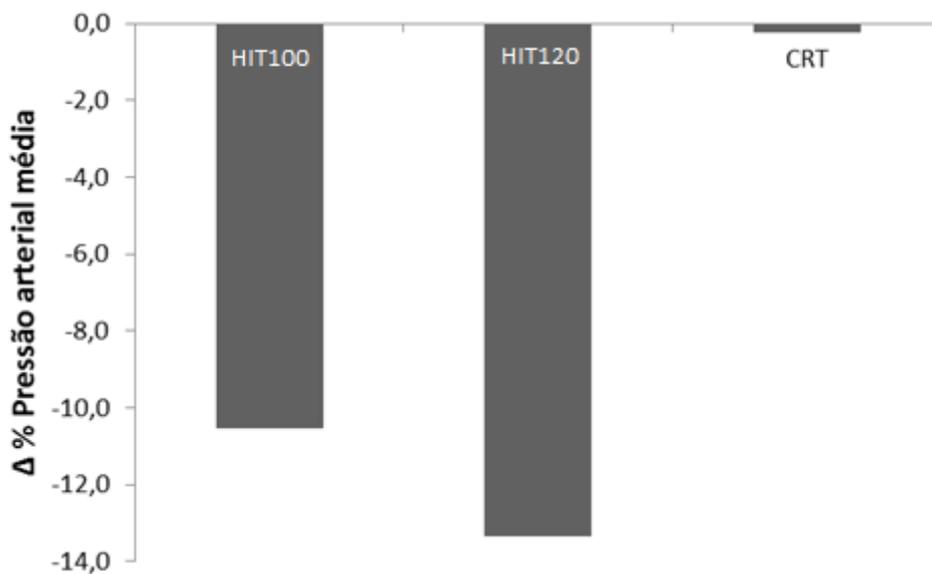


Figura 27. Variação da percentagem dos valores da pressão arterial média

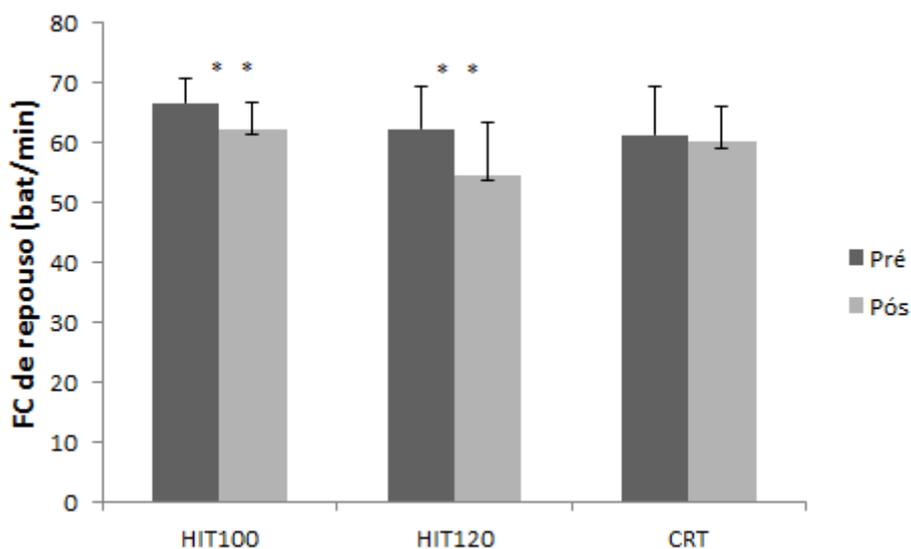


Figura 28. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da FC repouso.

** Significativo para $p \leq 0.01$

Na frequência cardíaca de repouso também se sentiram os efeitos do treino HIT, com reduções estatisticamente significativas para $p \leq 0.01$, de 6,5% no grupo HIT₁₀₀ e 12,3% no HIT₁₂₀. No grupo de controlo detectou-se uma redução de 2% embora sem que seja estatisticamente significativa.

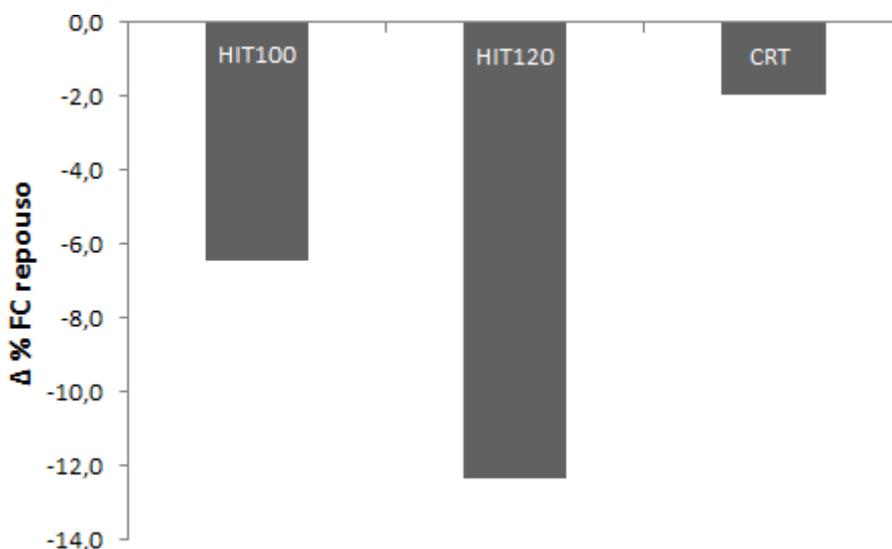


Figura 29. Variação da percentagem dos valores da FC repouso

4.2.4.4. Parâmetros sanguíneos.

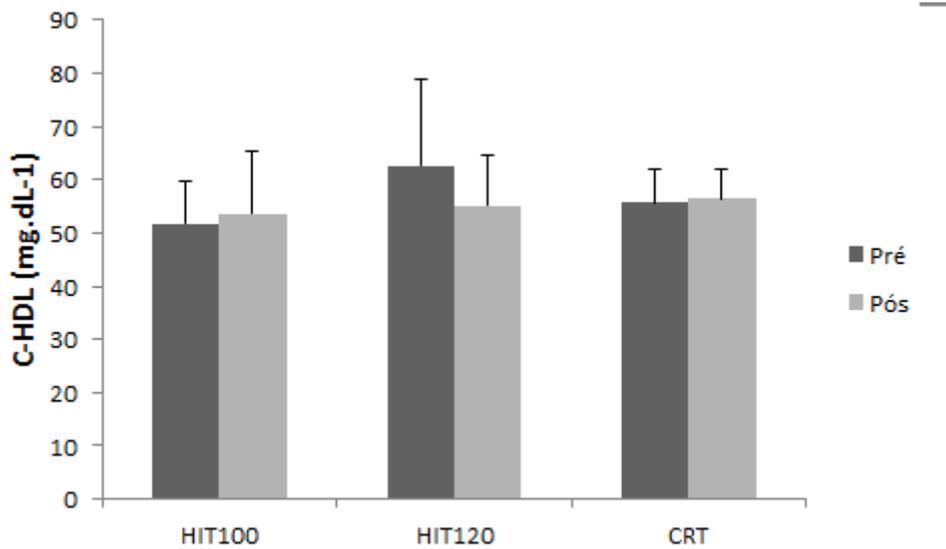


Figura 30. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do C-HDL. *Significativo para $p \leq 0.05$

Na variável colesterol HDL verificou-se um aumento de 3,7% no HIT₁₀₀ e 1,6% no CRT, e no grupo HIT₁₂₀ houve uma redução de 12%, sem que tenham sido encontradas diferenças com significado estatístico em qualquer destes grupos.

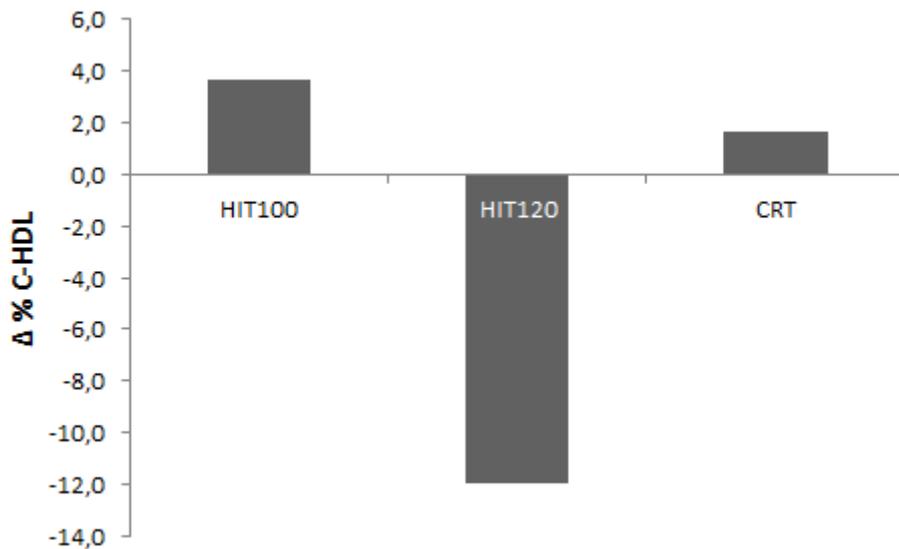


Figura 31. Variação da percentagem dos valores do C-HDL

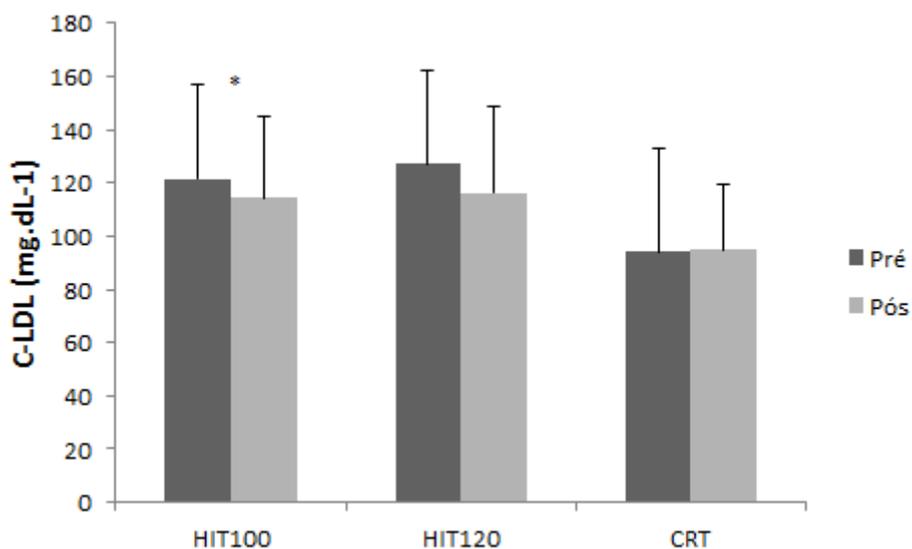


Figura 32. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do C-LDL. * Significativo para $p \leq 0.05$

Nesta variável só se detectou uma redução estatisticamente significativa da média do grupo HIT₁₀₀ (5,8%). No grupo HIT₁₂₀ houve uma redução de 8,6% e um aumento de 0,5% no CRT, embora sem diferenças com significado estatístico.

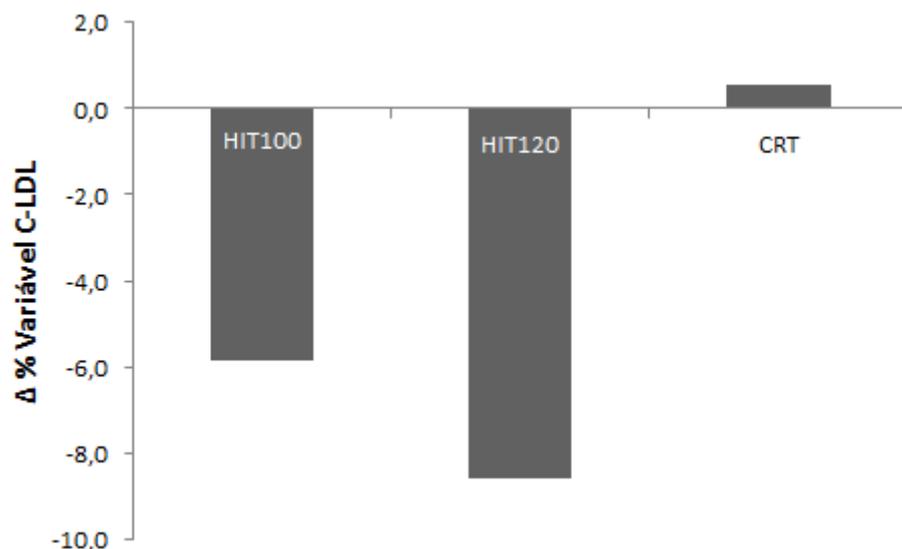


Figura 33. Variação da percentagem dos valores do C-LDL

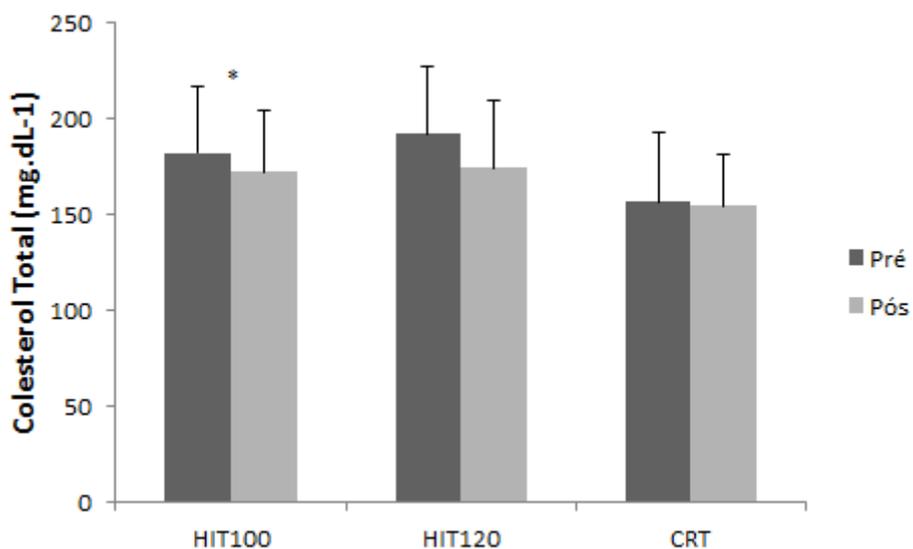


Figura 34. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) do colesterol total. * Significativo para $p \leq 0.05$

No colesterol total houve uma redução da média de todos os grupos, 5,3% no HIT₁₀₀, 9,3% no HIT₁₂₀ e 1,4% no CRT, embora só se tenha observado diferenças significativas para $p \leq 0.05$, no primeiro grupo.

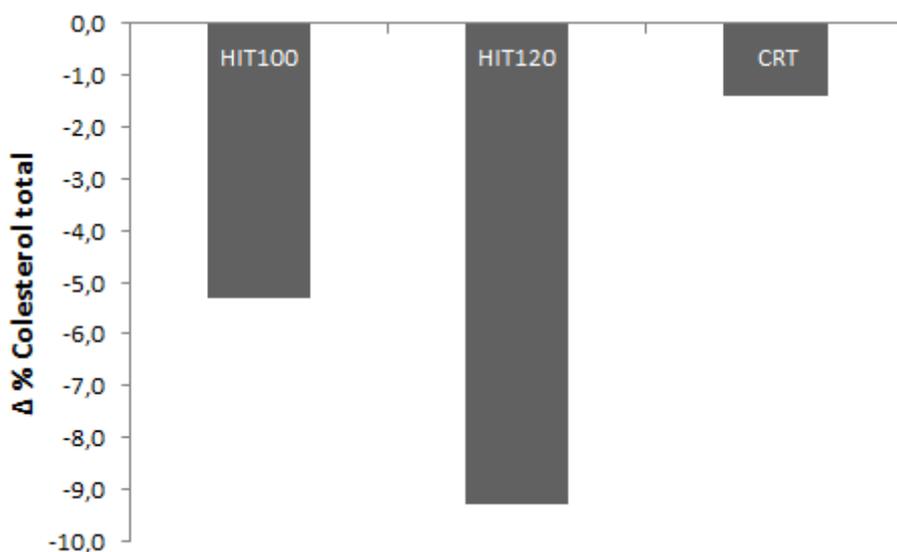


Figura 35. Variação da percentagem dos valores do colesterol total

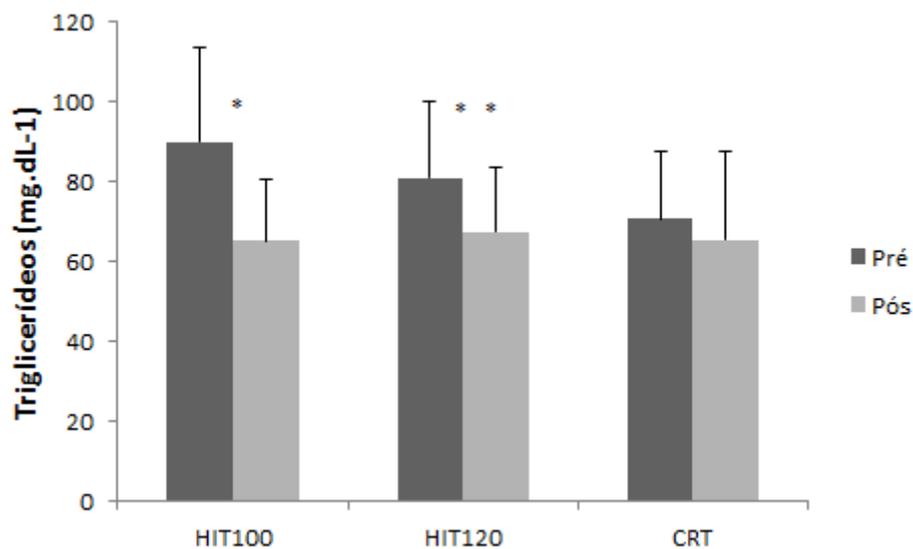


Figura 36. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) dos triglicerídeos.

*Significativo para $p \leq 0.05$; ** Significativo para $p \leq 0.01$

Na variável triglicerídeos os três grupos apresentaram uma redução dos valores da média, 27,4% no HIT₁₀₀, 16,6% no HIT₁₂₀ e 7,5% no CRT, com diferenças significativas para $p \leq 0.05$ no primeiro grupo e para $p \leq 0.01$ no segundo. O grupo de controlo embora apresente uma redução dos valores, esta não é significativa estatisticamente.

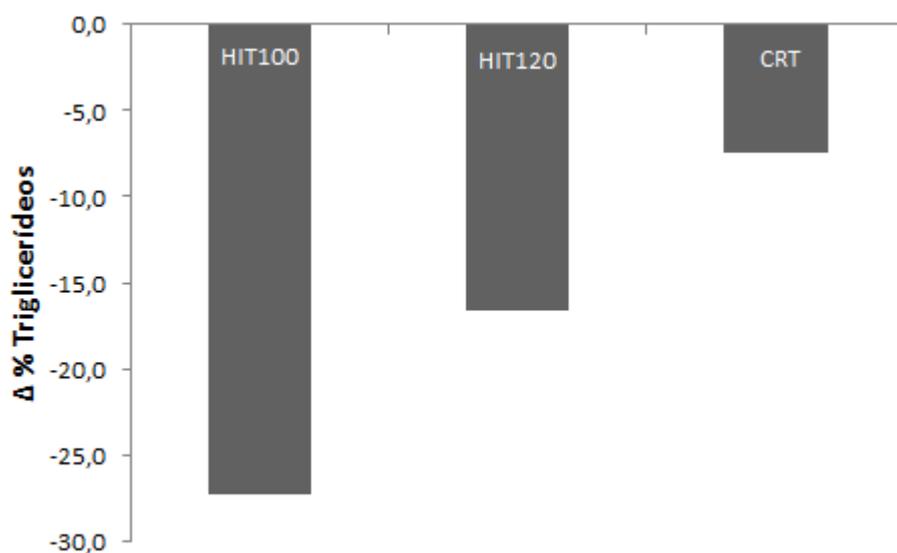


Figura 37. Variação da percentagem dos valores dos triglicerídeos

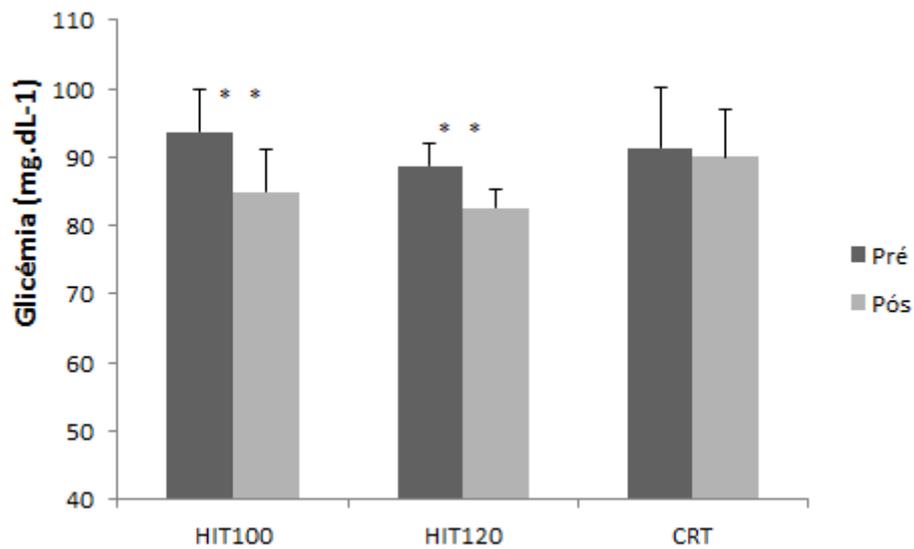


Figura 38. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da glicémia.

** Significativo para $p \leq 0.01$

Na glicémia também se verificou uma redução em todos os grupos envolvidos no estudo, mas só os grupos HIT apresentaram diferenças com significado estatístico para $p \leq 0.01$. O grupo HIT₁₀₀ revelou uma diminuição de 9,4%, o HIT₁₂₀ de 6,9 e o CRT uma diminuição de 1,5%.

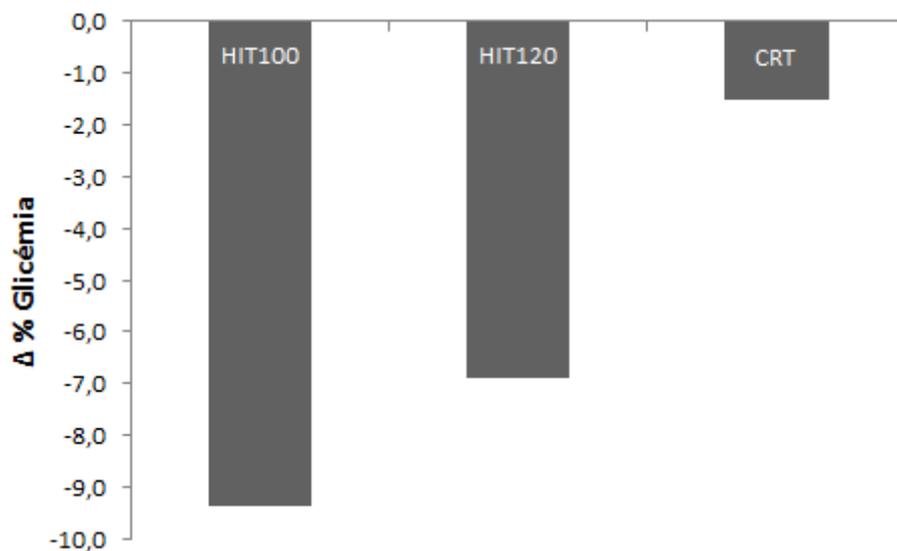


Figura 39. Variação da percentagem dos valores da glicémia

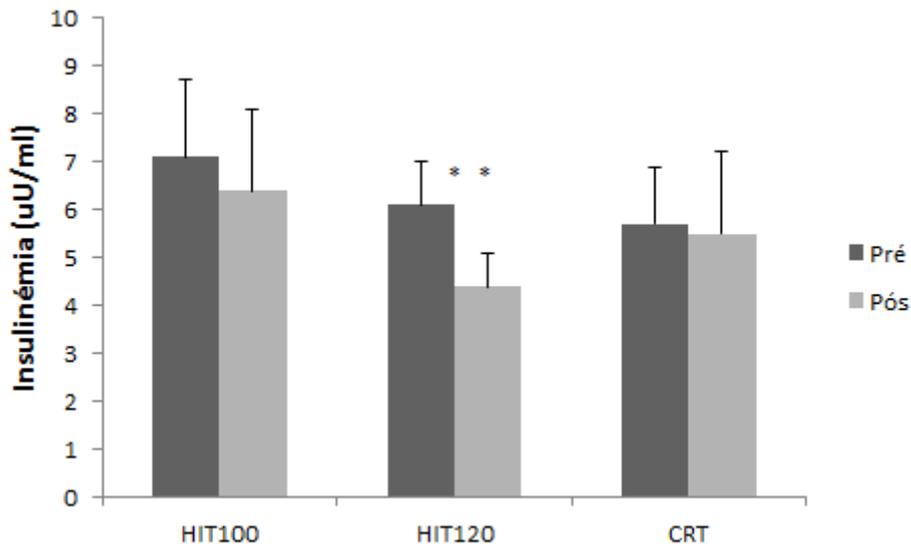


Figura 40. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da insulinémia.

** Significativo para $p \leq 0.01$

O grupo HIT₁₂₀ revelou um impacto grande na insulinémia, com uma redução de 27,9% na média desta variável, com diferenças com significado estatístico, para $p \leq 0.01$. O HIT₁₀₀ e grupo de controlo também apresentaram reduções, 9,9% e 3,5% respectivamente, mas que estas fossem estatisticamente significativas.

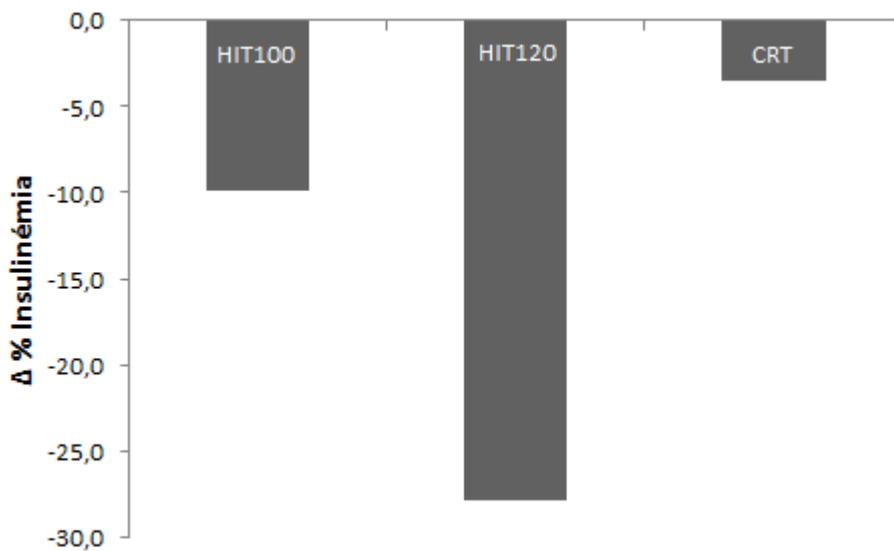


Figura 41. Variação da percentagem dos valores da insulinémia

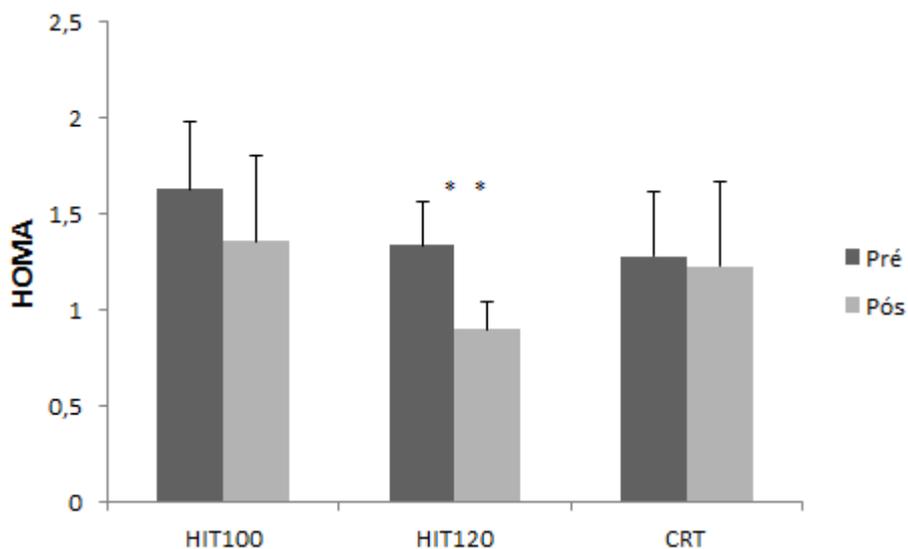


Figura 42. Representação dos valores médios (pré e pós-exercício) da HOMA.

** Significativo para $p \leq 0.01$

Na última variável analisada também se observou uma redução dos valores, mas o grupo de controlo apresenta uma redução pequena (3,9%). O grupo HIT₁₀₀ exibiu um decréscimo de 16,6% e o HIT₁₂₀ 32,8%. Somente o último grupo revelou diferenças estatisticamente significativas para $p \leq 0.01$.

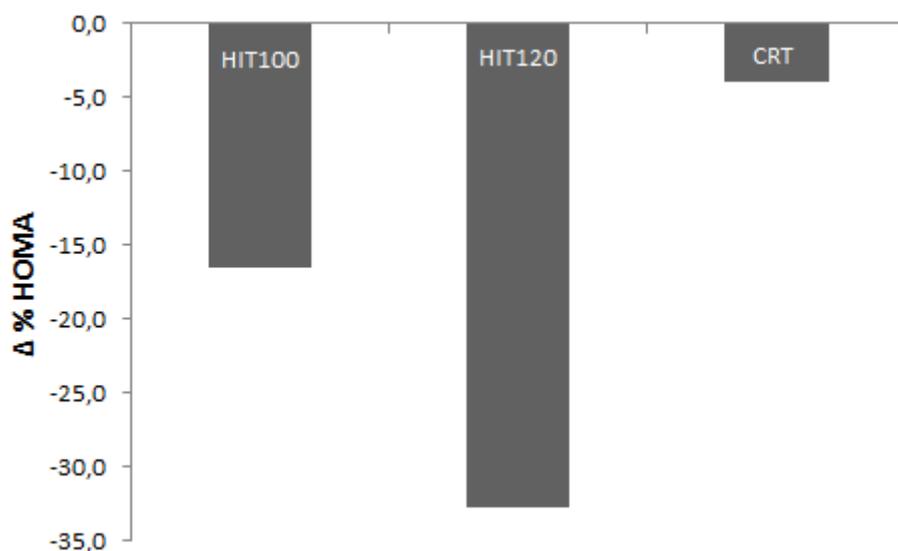


Figura 43. Variação da percentagem dos valores da HOMA

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Introdução

Pretendeu-se com o presente trabalho de investigação proporcionar mais um contributo para a compreensão da temática do treino HIT, utilizando protocolos em tapete rolante que possam ser aplicados em qualquer local de treino. Além disso deseja-se saber a importância do factor intensidade na prescrição do exercício no treino intervalado, e qual a intensidade ideal para melhorar as variáveis analisadas.

O objectivo é proporcionar um método de treino, que permita alcançar os mesmo resultados do que os métodos tradicionais, que seja económico a nível de tempo e de mais agradável execução. Com esta ferramenta de treino, ambiciona-se lutar contra o sedentarismo e as doenças associadas a esta problemática.

A amostra deste estudo foi composta por 21 indivíduos dos sexo masculino, com idades compreendidas entre os 22 e 26 anos, com actividade física ou desportiva regular. Estes foram incluídos num grupo de estudo de forma aleatória. Todos os participantes executaram 3 treinos semanais, durante 4 semanas, totalizando 12 treinos. Cada treino teve a duração de 20 minutos. As recolhas de dados foram efectuadas no dia anterior e a seguir à realização dos protocolos.

5.2. Conclusões

Em síntese, em ambos os grupos de treino intervalado, 12 treinos HIT promovem diferenças significativas na aptidão cardiorrespiratória, diminuição da massa gorda e percentagem de massa gorda, aumento da massa isenta de gordura, diminuição da circunferência da anca, pressão arterial (sistólica, diastólica e média), frequência cardíaca de repouso, triglicédeos e glicémia.

Só o grupo HIT₁₀₀ apresentou diferenças significativas no colesterol LDL ($p=0.042$) e total ($p=0.031$), circunferência de cintura ($p=0.05$), e nas variáveis insulinémia ($p=0.008$) e HOMA ($p=0.002$) essas diferenças somente foram verificadas no HIT₁₂₀.

Em relação à intensidade, valores mais elevados de velocidade (HIT₁₂₀) permitiram observar maiores ganhos nas variáveis VO₂, massa gorda e percentagem de massa gorda, pressão arterial (sistólica, diastólica e média), frequência cardíaca de repouso, insulinémia e

HOMA. Pode-se concluir que para estas variáveis a velocidade parece ser um factor importante na obtenção de melhorias dos seus valores.

O grupo HIT₁₀₀ apresentou maiores ganhos na circunferência da cintura, massa isenta de gordura, triglicérides e glicémia, o que nos indica que a intensidade não tem influência na melhoria destas variáveis, ou que valores mais baixos de velocidade promovem maiores ganhos.

Os resultados obtidos pelo presente estudo permitem concluir que o treino HIT pode ser usado para melhorar variáveis relacionados com a saúde, independentemente da intensidade. De uma forma geral pode ser utilizado para melhorar doenças como a diabetes, síndrome metabólica, hipertensão, obesidade e outras ligadas à hipocinética.

5.3. Recomendação para futuros estudos

Este estudo poderá ter implicações para futuras investigações na medida em que permanecem algumas questões no qual os resultados aqui apresentados e discutidos não esclarecem completamente. Algumas das conclusões apresentadas requerem reforço de outros estudos, no sentido de alargar o conhecimento ou reforçar as conclusões obtidas.

Tendo como ponto de partida os resultados apresentados e discutidos, assim como as conclusões extraídas, surgem algumas sugestões para futuras pesquisas no sentido de alargar o conhecimento ou reforçar as conclusões obtidas, que se passam a enunciar seguidamente:

- Replicar o mesmo estudo numa amostra de número superior;
- Replicar o mesmo estudo mas com um prazo mais longo de treino HIT;
- Controlar a actividade física fora dos protocolos da investigação;
- Controlar a alimentação dos participantes;
- Aplicar o estudo a outras populações (sedentárias ou com alguma patologia);
- Juntar treino muscular ao treino cardiovascular.

6. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, A. M., Escalona, M., Maiz, A., Pollak, F., & Leighton, F. (2002). Determination of the insulin resistance index by the Homeostasis Model Assessment in a population of Metropolitan Region in Chile. *Revista Medica de Chile*, *130*(11), 1227–1231.
- Alberti, K. G., & Zimmet, P. Z. (1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Medicine : A Journal of the British Diabetic Association*, *15*(7), 539–553.
- Balkrishnan, R. (1998). Predictors of medication adherence in the elderly. *Clinical Therapeutics*, *20*(4), 764–771.
- Ballor, D. L., & Keeseey, R. E. (1991). A meta-analysis of the factors affecting exercise-induced changes in body mass, fat mass and fat-free mass in males and females. *International Journal of Obesity*, *15*(11), 717–726.
- Bartlett, J. D., Close, G. L., MacLaren, D. P. M., Gregson, W., Drust, B., & Morton, J. P. (2011). High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *Journal of Sports Sciences*, *29*(6), 547–553.
- Barwell, N. D., Malkova, D., Leggate, M., & Gill, J. M. R. (2009). Individual responsiveness to exercise-induced fat loss is associated with change in resting substrate utilization. *Metabolism: Clinical and Experimental*, *58*(9), 1320–8.
- Beneke, R. (2003). Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *European Journal of Applied Physiology*, *89*(1), 95–9.
- Benetos, A., Adamopoulos, C., Bureau, J.-M., Temmar, M., Labat, C., Bean, K., ... Guize, L. (2002). Determinants of accelerated progression of arterial stiffness in normotensive subjects and in treated hypertensive subjects over a 6-year period. *Circulation*, *105*(10), 1202–1207.

- Bielinski, R., Schutz, Y., & Jéquier, E. (1985). Energy metabolism during the postexercise recovery in man. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *42*(1), 69–82.
- Billat, L. V. (2001a). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Medicine*, *31*(1), 13–31.
- Billat, L. V. (2001b). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Medicine*, *31*(2), 13–31.
- Billat, L. V., & Koralsztein, J. P. (1996). Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *22*(2), 90–108.
doi:10.2165/00007256-199622020-00004
- Billat, V. L., Blondel, N., & Berthoin, S. (1999). Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *80*(2), 159–61.
- Bishop, D., Edge, J., Thomas, C., & Mercier, J. (2008). Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *295*(6), R1991–R1998.
- Blomqvist, C. G., & Saltin, B. (1983). Cardiovascular adaptations to physical training. *Annual Review of Physiology*, *45*, 169–89.
- Bonora, E., Kiechl, S., Willeit, J., Oberhollenzer, F., Egger, G., Meigs, J. B., ... Muggeo, M. (2004). Population-based incidence rates and risk factors for type 2 diabetes in white individuals: the Bruneck study. *Diabetes*, *53*(7), 1782–1789.
- Bonora, E., Targher, G., Alberiche, M., Bonadonna, R. C., Saggiani, F., Zenere, M. B., ... Muggeo, M. (2000). Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity: studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity. *Diabetes Care*, *23*(1), 57–63.

- Børsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(14), 1037–1060.
- Breil, F. A., Weber, S. N., Koller, S., Hoppeler, H., & Vogt, M. (2010). Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO₂max and performance. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1077–1086.
- Bryant, C., & Green, D. (2003). ACE Personal Trainer Manual. *The Ultimate Resource for*.
- Buchan, D. S., Ollis, S., Thomas, N. E., & Baker, J. S. (2010). *The influence of a high intensity physical activity intervention on a selection of health related outcomes: an ecological approach. BMC public health (Vol. 10, p. 8).*
- Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., MacDonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586(1), 151–160.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J. F., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 98(6), 1985–90.
- Carvalheira, J. B. C., Zecchin, H. G., & Saad, M. J. A. (2002). Vias de Sinalização da Insulina. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 46(4), 419–425.
- Chase, N. L., Sui, X., Lee, D., & Blair, S. N. (2009). The association of cardiorespiratory fitness and physical activity with incidence of hypertension in men. *American Journal of Hypertension*, 22(4), 417–24.
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L., ... Roccella, E. J. (2003). Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*, 42(6), 1206–52.
- Ciolac. (2012). High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? *American Journal of Cardiovascular Disease*, 2(2), 102–10.

- Ciolac, E. G., Bocchi, E. A., Bortolotto, L. A., Carvalho, V. O., Greve, J. M. D., & Guimarães, G. V. (2010a). Haemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities in young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 24(12), 814–822.
- Ciolac, E. G., Bocchi, E. A., Bortolotto, L. A., Carvalho, V. O., Greve, J. M., & Guimarães, G. V. (2010b). Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Hypertension Research Official Journal of the Japanese Society of Hypertension*, 33(8), 836–843.
- Ciolac, E., Guimarães, G., & D'Avila, V. (2008). Acute aerobic exercise reduces 24-h ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics*, 63(6), 753–758.
- Cortez-Dias, N., Martins, S., & Fiuza, M. (2007). Metabolic syndrome: an evolving concept. *Revista Portuguesa de Cardiologia : Orgao Oficial Da Sociedade Portuguesa de Cardiologia = Portuguese Journal of Cardiology : An Official Journal of the Portuguese Society of Cardiology*, 26(12), 1409–1421.
- Daniels, J., & Scardina, N. (1984). Interval training and performance. *Sports Med.*, 1(4), 327–334.
- Demarie, S., Koralsztein, J. P., & Billat, V. (2000). Time limit and time at VO₂max' during a continuous and an intermittent run. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(2), 96–102.
- Denadai, B. S., Ortiz, M. J., Greco, C. C., & de Mello, M. T. (2006). Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂ max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 31(6), 737–743.
- Donnelly, J. E., Jacobsen, D. J., Snyder Heelan, K., Seip, R., & Smith, S. (2000). The effects of 18 months of intermittent vs continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females. *International Journal of Obesity*, 24(5), 566–572.

- Driller, M. W., Fell, J. W., Gregory, J. R., Shing, C. M., & Williams, A. D. (2009). The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(1), 110–121.
- Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 18(3), 584–589.
- Dupont, G., & Berthoin, S. (2004). Time spent at a high percentage of VO₂max for short intermittent runs: active versus passive recovery. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne de Physiologie Appliquée*, 29 Suppl, S3–S16.
- Eckel, R. H., Alberti, K. G. M. M., Grundy, S. M., & Zimmet, P. Z. (2005). The metabolic syndrome. *Lancet*, 365, 1415–28.
- Essén, B., & Kaijser, L. (1978). Regulation of glycolysis in intermittent exercise in man. *The Journal of Physiology*, 281, 499–511.
- Fagard, R. H. (2006). Exercise is good for your blood pressure: effects of endurance training and resistance training. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology*, 33(9), 853–856.
- Fleg, J. L., Pina, I. L., Balady, G. J., Chaitman, B. R., Fletcher, B., Lavie, C., ... Bazzarre, T. (2000). Assessment of Functional Capacity in Clinical and Research Applications : An Advisory From the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 102(13), 1591–1597.
- Frayn, K. N., Arner, P., & Yki-Järvinen, H. (2006). Fatty acid metabolism in adipose tissue, muscle and liver in health and disease. *Essays in Biochemistry*, 42, 89–103.
- Fukushima, M., Usami, M., Ikeda, M., Nakai, Y., Taniguchi, A., Matsuura, T., ... Seino, Y. (2004). Insulin secretion and insulin sensitivity at different stages of glucose tolerance: a cross-sectional study of Japanese type 2 diabetes. *Metabolism*, 53(7), 831–835.
- Gaesser, G. A., & Brooks, G. A. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(1), 29–43.

- Gibala, M. J. (2007). High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, 6(4), 211–3.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. a. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(Pt 5), 1077–84.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., ... Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(Pt 3), 901–911.
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58–63.
- Gokcel, A., Baltali, M., Tarim, E., Bagis, T., Gumurdulu, Y., Karakose, H., ... Guvener, N. (2003). Detection of insulin resistance in Turkish adults: a hospital-based study. *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 5(2), 126–130.
- Green, D. J., Naylor, L. H., & George, K. (2006). Cardiac and vascular adaptations to exercise. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 9(6), 677–684.
- Guimarães, G., & Ciolac, E. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension ...*, (November 2009), 627–632.
- Haff, G. (2012). *Laboratory Manual for Exercise Physiology* (1st ed.). Human Kinetics.
- Haffner, S. M., Kennedy, E., Gonzalez, C., Stern, M. P., & Miettinen, H. (1996). A prospective analysis of the HOMA model. The Mexico City Diabetes Study. *Diabetes Care*, 19(10), 1138–1141.
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081–1093.

- Hayashi, T., Tsumura, K., Suematsu, C., Okada, K., Fujii, S., & Endo, G. (1999). Walking to work and the risk for hypertension in men: the Osaka Health Survey. *Annals of Internal Medicine*, 131(1), 21–6.
- Hazell, T. J., Olver, T. D., Hamilton, C. D., & Lemon P, W. R. (2012). Two minutes of sprint-interval exercise elicits 24-hr oxygen consumption similar to that of 30 min of continuous endurance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(4), 276–83.
- Heath, E. H. (2005). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 7th Edition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Heath, E. M. (2002). Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance, 5th Edition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665–671.
- Henderson, G. C., Fattor, J. A., Horning, M. A., Faghihnia, N., Johnson, M. L., Mau, T. L., ... Brooks, G. A. (2007). Lipolysis and fatty acid metabolism in men and women during the postexercise recovery period. *The Journal of Physiology*, 584(Pt 3), 963–981.
- Heyward, V. H. (2006). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. (H. Kinetics, Ed.) (5th ed., p. 425).
- Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., & Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *The New England Journal of Medicine*, 345(11), 790–797.
- Huang, P. L. (2009). A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Disease Models & Mechanisms*, 2(5-6), 231–237.
- Hwang, C.-L., Wu, Y.-T., & Chou, C.-H. (2011). Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 31(6), 378–85.

- Ikeda, Y., Suehiro, T., Nakamura, T., Kumon, Y., & Hashimoto, K. (2001). Clinical Assessed Significance of the Insulin by Homeostasis Model Resistance Assessment Index as. *Endocrine Journal*, *48*(1), 81–86.
- Inelmen, E. M., Toffanello, E. D., Enzi, G., Gasparini, G., Miotto, F., Sergi, G., & Busetto, L. (2005). Predictors of drop-out in overweight and obese outpatients. *International Journal of Obesity (2005)*, *29*(1), 122–128.
- International Diabetes Federation. (2006). The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. *The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome*.
- Irving, B. A., Davis, C. K., Brock, D. W., Weltman, J. Y., Swift, D., Barrett, E. J., ... Weltman, A. (2008). Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(11), 1863–1872.
- James, P. T., Rigby, N., & Leach, R. (2004). The obesity epidemic, metabolic syndrome and future prevention strategies. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation : Official Journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, *11*(1), 3–8.
- Julius, S., Kjeldsen, S. E., Weber, M., Brunner, H. R., Ekman, S., Hansson, L., ... Zanchetti, A. (2004). Outcomes in hypertensive patients at high cardiovascular risk treated with regimens based on valsartan or amlodipine: the VALUE randomised trial. *Lancet*, *363*(9426), 2022–31.
- Kaplan, N. (2000). Guidelines for the management of hypertension. *The Canadian Journal of Cardiology*.
- Kasch, F. W., Boyer, J. L., Van Camp, S., Nettel, F., Verity, L. S., & Wallace, J. P. (1995). Cardiovascular changes with age and exercise. A 28-year longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *5*(3), 147–51.
- Katsuki, A., Sumida, Y., Gabazza, E. C., Murashima, S., Furuta, M., Araki-Sasaki, R., ... Adachi, Y. (2001). Homeostasis model assessment is a reliable indicator of insulin

- resistance during follow-up of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 24(2), 362–5.
- Kemi, O. J., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Osnes, J.-B., Skomedal, T., Wisløff, U., & Ellingsen, Ø. (2005). Moderate vs. high exercise intensity: differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovascular Research*, 67(1), 161–72.
- Kemi, O. J., & Wisloff, U. (2010). High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 30(1), 2–11.
- Kent, W. (2012). The Effects of Sprint Interval Training on Aerobic Fitness : A Systematic Review The Effects of Sprint Interval Training on Aerobic Fitness : A Systematic Review, 1–15.
- Kessler, H. S., Sisson, S. B., & Short, K. R. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(6), 489–509.
- Keteyian, S. J., Brawner, C. A., Savage, P. D., Ehrman, J. K., Schairer, J., Divine, G., ... Ades, P. A. (2008). Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. *American Heart Journal*, 156(2), 292–300.
- Kiens, B., & Richter, E. A. (1998). Utilization of skeletal muscle triacylglycerol during postexercise recovery in humans. *The American Journal of Physiology*, 275(2 Pt 1), E332–E337.
- Kim, J., Lee, N., Trilk, J., & Lee, M. (2011). Effects of Sprint Interval Training on Elite Judoists. *Int J Sports Med* 2011; 32: 929–934, 929–934.
- Kimber, N. E., Heigenhauser, G. J. F., Spriet, L. L., & Dyck, D. J. (2003). Skeletal muscle fat and carbohydrate metabolism during recovery from glycogen-depleting exercise in humans. *The Journal of Physiology*, 548(Pt 3), 919–927.

- Kimm, S. Y. S., Glynn, N. W., McMahon, R. P., Voorhees, C. C., Striegel-Moore, R. H., & Daniels, S. R. (2006). Self-perceived barriers to activity participation among sedentary adolescent girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(3), 534–540.
- King, N. A., Caudwell, P., Hopkins, M., Byrne, N. M., Colley, R., Hills, A. P., ... Blundell, J. E. (2007). Metabolic and behavioral compensatory responses to exercise interventions: barriers to weight loss. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 15(6), 1373–1383.
- King, N. A., Hopkins, M., Caudwell, P., Stubbs, R. J., & Blundell, J. E. (2008). Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss. *International Journal of Obesity (2005)*, 32(1), 177–184.
- Kubukeli, Z. N., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Medicine*, 32(8), 489–509.
- Kucerová, J., Filipovský, J., Staessen, J. A., Cwynar, M., Wojciechowska, W., Stolarz, K., ... Fagard, R. (2006). Arterial characteristics in normotensive offspring of parents with or without a history of hypertension. *American Journal of Hypertension*, 19(3), 264–269.
- LaForgia, J., Withers, R. T., & Gore, C. J. (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *Journal of Sports Sciences*, 24(12), 1247–1264.
- Lakka, H.-M., Laaksonen, D. E., Lakka, T. A., Niskanen, L. K., Kumpusalo, E., Tuomilehto, J., & Salonen, J. T. (2002). The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 288(21), 2709–2716.
- Lambert, C. P., & Flynn, M. G. (2002). Fatigue during high-intensity intermittent exercise: application to bodybuilding. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(8), 511–522.
- Laursen, P. B., Blanchard, M. A., & Jenkins, D. G. (2002). Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne de Physiologie Appliquee*, 27(4), 336–348.

- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73.
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Jenkins, D. G. (2002). Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(11), 1801–1807.
- Lee, I.-M. (2003). Relative Intensity of Physical Activity and Risk of Coronary Heart Disease. *Circulation*, 107(8), 1110–1116.
- MacDonald, M. J., & Currie, K. D. (2009). Interval exercise is a path to good health, but how much, how often and for whom? *Clinical Science (London, England : 1979)*, 116(4), 315–6.
- Mandroukas, A., Heller, J., Metaxas, T. I., Sendelides, T., Riganas, C., Vamvakoudis, E., ... Mandroukas, K. (2011). Cardiorespiratory and metabolic alterations during exercise and passive recovery after three modes of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(6), 1664–1672.
- Mathers, C. D., Boerma, T., & Ma Fat, D. (2009). Global and regional causes of death. *British Medical Bulletin*, 92, 7–32.
- Matthews, D. R., Hosker, J. P., Rudenski, A. S., Naylor, B. A., Treacher, D. F., & Turner, R. C. (1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28(7), 412–419.
- Meyer, K. (2001). Exercise training in heart failure: recommendations based on current research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 525–531.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., & Carroll, S. (2007). Time at VO₂max during intermittent treadmill running: test protocol dependent or methodological artefact? *International Journal of Sports Medicine*, 28(11), 934–939.
- Minich, D. M., & Bland, J. S. (2008). Dietary management of the metabolic syndrome beyond macronutrients. *Nutrition Reviews*, 66(8), 429–444.

- Mykkänen, L., Zaccaro, D. J., Wagenknecht, L. E., Robbins, D. C., Gabriel, M., & Haffner, S. M. (1998). Microalbuminuria is associated with insulin resistance in nondiabetic subjects: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes*, *47*(5), 793–800.
- Niiranen, T. J., Kantola, I. M., Vesalainen, R., Johansson, J., & Ruuska, M. J. (2006). A comparison of home measurement and ambulatory monitoring of blood pressure in the adjustment of antihypertensive treatment. *American Journal of Hypertension*, *19*(5), 468–474.
- Noonan, V., & Dean, E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation., 80 *Physical therapy* 782–807 (2000).
- Paton, C. D., & Hopkins, W. G. (2004). Effects of High-intensity Training on Performance and Physiology of Endurance Athletes. *Sportscience*, *2004*, 25–40.
- Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., & Ray, C. A. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *36*(3), 533–553.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2004). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. Ed Human Kinetics Pub Champign (Vol. 4th, p. 648). McGraw-Hill.
- Rakobowchuk, M., Tanguay, S., Burgomaster, K. a, Howarth, K. R., Gibala, M. J., & MacDonald, M. J. (2008). Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *295*(1), R236–42.
- Ramsay, L., Williams, B., Johnston, G., MacGregor, G., Poston, L., Potter, J., ... Russell, G. (2010). Guidelines for management of hypertension: report of the third working party of the British Hypertension Society. *Journal of Human Hypertension*, *13*(9), 569–592.
- Ridgway, C. L., Brage, S., Sharp, S. J., Corder, K., Westgate, K. L., van Sluijs, E. M., ... Ekelund, U. (2011). Does birth weight influence physical activity in youth? A combined

- analysis of four studies using objectively measured physical activity. *PloS One*, 6(1), e16125.
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slordahl, S. a. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 11(3), 216–222.
- Ross, R., & Janssen, I. (2001). Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 Suppl), S521–S527; discussion S528–S529.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, G. H. (1991). *Physiological testing of the high-performance athlete* (2nd ed., pp. 223–308). Champaign: Human Kinetics.
- Sedlock, D. A., Fissinger, J. A., & Melby, C. L. (1989). Effect of exercise intensity and duration on postexercise energy expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(6), 662–666.
- Shephard, R. J. (1968). Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. *Internationale Zeitschrift Für Angewandte Physiologie, Einschliesslich Arbeitsphysiologie*, 26(3), 272–8.
- Sloan, R. P., Shapiro, P. A., Demeersman, R. E., Brondolo, E. N., Mckinley, P. S., Crowley, O., ... Myers, M. M. (2012). and Recovery from Challenge, 73(2), 134–141.
- Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P.-L., Holmberg, H.-C., & Mester, J. (2010). High-intensity interval training improves VO₂peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9-11-year-old swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1029–1036.
- Stoedefalke, K. G. (1974). Physical fitness programs for adults. *The American Journal of Cardiology*, 33(6), 787–90.

- Stutts, W. C. (2002). Physical activity determinants in adults. Perceived benefits, barriers, and self efficacy. *AAOHN Journal Official Journal of the American Association of Occupational Health Nurses*, 50(11), 499–507.
- Swain, D. P., & Franklin, B. A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *The American Journal of Cardiology*, 97(1), 141–147.
- Talanian, J. L., Galloway, S. D. R., Heigenhauser, G. J. F., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 102(4), 1439–1447.
- Tanaka, H., Dinunno, F. A., Monahan, K. D., Clevenger, C. M., DeSouza, C. A., & Seals, D. R. (2000). Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*, 102(11), 1270–1275.
- Tanasescu, M., Leitzmann, M. F., Rimm, E. B., Willett, W. C., Stampfer, M. J., & Hu, F. B. (2002). Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 288(16), 1994–2000.
- Taniguchi, A., Fukushima, M., Sakai, M., Kataoka, K., Nagata, I., Doi, K., ... Nakai, Y. (2000). The role of the body mass index and triglyceride levels in identifying insulin-sensitive and insulin-resistant variants in Japanese non-insulin-dependent diabetic patients. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 49(8), 1001–1005.
- Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., ... Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 118(4), 346–54.
- Tjønnå, A. E., Stølen, T. O., Bye, A., Volden, M., Slørdahl, S. a, Odegård, R., ... Wisløff, U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical Science (London, England : 1979)*, 116(4), 317–26.

- Treuth, M. S., Hunter, G. R., & Williams, M. (1996). Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(9), 1138–1143.
- Van Loon, L. J. C. (2004). Use of intramuscular triacylglycerol as a substrate source during exercise in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 97(4), 1170–1187.
- Warren, A., Howden, E. J., Williams, A. D., Fell, J. W., & Johnson, N. A. (2009). Postexercise fat oxidation: effect of exercise duration, intensity, and modality. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(6), 607–623.
- Welk, C. C. (2011). *Concepts of Fitness and Wellness A Comprehensive Lifestyle Approach* (Ninth Edit.). New York: McGraw-Hill.
- Whelton, S. P., Chin, A., Xin, X., & He, J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of Internal Medicine*, 136(7), 493–503.
- White, M. F., & Kahn, C. R. (1994). The insulin signaling system. *The Journal of Biological Chemistry*, 269(1), 1–4.
- Williams, P. T. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 754–761.
- Wilmore, J. H., Gaskill, S. E., Rao, D. C., Bouchard, C., Leon, A. S., Skinner, J. S., & Rankinen, T. (2004). Evaluation of ACSM Guidelines on Prescribing Exercise Intensity for ???Quite Unfit??? *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Wisløff, U., Ellingsen, Ø., & Kemi, O. J. (2009). High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 37(3), 139–146.
- Wisløff, U., Nilsen, T. I. L., Drøyvold, W. B., Mørkved, S., Slørdahl, S. A., & Vatten, L. J. (2006). A single weekly bout of exercise may reduce cardiovascular mortality: how little pain for cardiac gain? “The HUNT study, Norway”. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of*

Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology (Vol. 13, pp. 798–804).

- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P. M., ... Skjaerpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, *115*(24), 3086–94.
- Xu, F., & Rhodes, E. C. (1999). Oxygen Uptake Kinetics During Exercise. *Sports Medicine*.
- Yokoyama, H., Emoto, M., Fujiwara, S., Motoyama, K., Morioka, T., Komatsu, M., ... Nishizawa, Y. (2003). Quantitative Insulin Sensitivity Check Index and the Reciprocal Index of Homeostasis Model Assessment in Normal Range Weight and Moderately Obese Type 2 Diabetic Patients. *Diabetes Care*, *26*(8), 2426–2432.
- Zanchetti, A., & Waeber, B. (2006). Hypertension: which aspects of hypertension should we impact on and how? *Journal of Hypertension Supplement Official Journal of the International Society of Hypertension*, *24*(5), S2–S5.

7. ANEXOS

ANEXO A: Autorização de Participação na Investigação

ANEXO B: Medidas somáticas

Anexo A

AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NA INVESTIGAÇÃO

Nome: _____

O presente trabalho é parte fundamental da dissertação de Mestrado em Actividade Física em Contexto Escolar, a apresentar à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, para a obtenção do grau de mestre, na especialidade de Ciências do Desporto, e tem como objectivo estudar a variável intensidade no treino Intervalado de Alta Intensidade (HIT) numa população universitária de Coimbra.

Na investigação que irá decorrer estão incluídos: Medições antropométricas, análises sanguíneas, avaliação do VO_2 e protocolos HIT.

Será instruído para avisar o responsável pela administração dos testes e pelas aplicações dos protocolos caso sinta algum desconforto ou sintomas não usuais, como dores no peito, tonturas, taquicardia, perdas de equilíbrio ou náuseas, entre outros.

A sua participação é inteiramente voluntaria e poderá cessar quando o desejar. Todos os dados recolhidos serão mantidos confidenciais, sendo utilizados unicamente para fins de investigação. Poderá ser facultado aos participantes que desejarem os seus resultados.

Tomei conhecimento e pretendo participar;

_____, ____/____/____ Assinatura: _____

Anexo B

MEDIDAS SOMÁTICAS

Nome: _____

Data (1ª Avaliação): ___/___/___ Hora: ___:___

Data (2ª Avaliação): ___/___/___ Hora: ___:___

Idade: _____

Estatura: _____

	1º Avaliação (___/___/___)	2º Avaliação (___/___/___)
Massa corporal		
Circunferência Anca		
Circunferência Cintura		
% Massa Gorda		
Massa Magra		
FC Repouso		
PA Sistólica		
PA Diastólica		
VO_{2max}		