

**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Exercício e Saúde**

Dissertação

**Efeito de um programa de intervenção de 16 semanas, de  
alta intensidade (Hiit), em jovens universitários com  
excesso de peso e obesidade**

**Cláudio Miguel Piedade Lopes**

Orientador(es) | Armando Manuel Mendonça Raimundo

Catarina Lino Neto Pereira

José Alberto Frade Martins Parraça

Évora 2020

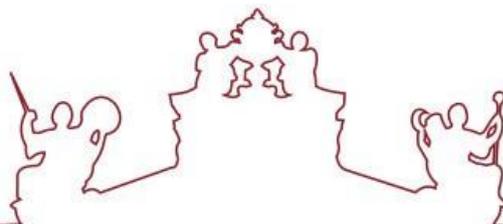
---

---

---

---

---



**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Exercício e Saúde**

Dissertação

**Efeito de um programa de intervenção de 16 semanas, de alta intensidade (Hiit), em jovens universitários com excesso de peso e obesidade**

**Cláudio Miguel Piedade Lopes**

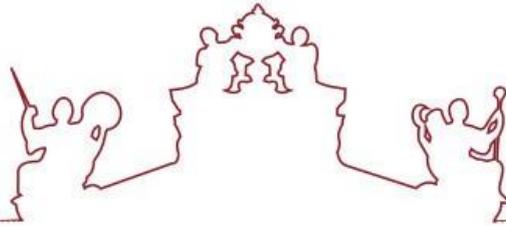
Orientador(es) | Armando Manuel Mendonça Raimundo

Catarina Lino Neto Pereira

José Alberto Frade Martins Parraça

Évora 2020





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | Orlando de Jesus Semedo Mendes Fernandes (Universidade de Évora)

Vogais | Armando Manuel Mendonça Raimundo (Universidade de Évora) (Orientador)

Pablo Tomás Carús (Universidade de Évora) (Arguente)

Évora 2020



# Agradecimentos

---

Um especial agradecimento aos meus orientadores, ao Prof. Doutor Armando Raimundo, à Prof<sup>ª</sup> Doutora Catarina Pereira e ao Prof. Doutor José Parraça por todos os valores e conhecimentos transmitidos durante a licenciatura e mestrado e ainda por toda a disponibilidade e atenção durante a elaboração da dissertação. Um muito obrigado pelo vosso profissionalismo.

Aos professores e colaboradores do Departamento de Desporto e Saúde que me ajudaram a crescer durante este cinco anos (licenciatura e mestrado) tanto a nível profissional como pessoal.

A todos os participantes deste estudo, pelo empenho demonstrado em todos os momentos e sem eles não seria possível a realização desta dissertação. Ao senhor António pela ajuda e apoio na realização das avaliações para obtenção dos dados.

A toda a minha família que sempre me incentivou e apoiou durante este percurso. Contudo um especial agradecimento à minha Mãe, que sempre me acalmou nos momentos de stress e cansaço e que me apoiou em todas as minhas decisões para que conseguisse realizar os meus sonhos.

Um muito obrigado a todos os meus colegas do Kalorias de Sines e Santiago do Cacém que me ajudaram nas substituições de modo a conseguir estar presente durante as avaliações e as sessões de treino. A todos os meus clientes de PT pela compreensão em termos de limitações horárias para treinar e por toda a ajuda motivacional.

Por fim quero agradecer a Évora e à Universidade de Évora (UE) por estes 5 maravilhosos anos e por contribuírem para a realização de um sonho. Espero que não seja um adeus mais sim um até já.

**Esta tese teve o apoio do Instituto Português do Desporto e Juventude UÉvora – UniverCIDADE V program CP (696/DDT/2019), pelo que não teve qualquer interferência na redação/análise da mesma. Desde já, um muito obrigado pelo apoio.**

# Índice

---

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>3</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>8</b>
<b>Índice de Tabelas</b> .....	<b>9</b>
<b>Índice de Abreviaturas</b> .....	<b>10</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>9</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>Capítulo I - Introdução</b> .....	<b>13</b>
<b>Capítulo II – Revisão da Literatura</b> .....	<b>16</b>
1.Obesidade .....	16
1.1 Definição de Obesidade.....	16
1.2 Classificação da Obesidade .....	16
1.2.1 Perímetro da Cintura e IMC .....	17
1.3 Prevalência da Obesidade.....	18
1.4 Implicações Económicas .....	19
1.5 Patologias Associadas.....	20
1.5.1 Diabetes Mellitus Tipo II.....	20
1.5.2 Resistência à Insulina .....	21
1.5.3 Doenças Cardiovasculares .....	22
1.5.4 Hipertensão .....	24
1.5.4 Dislipidemia.....	24
<b>2. Atividade Física na Obesidade</b> .....	<b>25</b>
2.1 Recomendações de Atividade Física .....	25
2.2 Nutrição e Atividade Física .....	27
2.3 Treino de Força.....	28
2.3 Treino Contínuo de Intensidade Moderada (MICT).....	29
2.4 Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT).....	29
<b>Capítulo III – Pertinência do Estudo</b> .....	<b>32</b>
<b>Capítulo IV – Objetivos</b> .....	<b>33</b>
<b>Capítulo V – Metodologia</b> .....	<b>34</b>

---

1.1 Tipo de Estudo.....	34
1.2 Amostra.....	34
1.3 Procedimentos.....	36
1.3.1 Programa de Treino (HIIT e Força) .....	37
1.4 Variáveis e Instrumentos de Avaliação .....	41
1.4.1 Avaliação Antropométrica .....	42
1.4.2 Avaliação da Composição Corporal .....	42
1.4.3 Avaliação da Força dos Membros Inferiores .....	43
1.4.4 Avaliação da Resistência à Insulina .....	44
1.4.5 Avaliação do VO <sub>2</sub> max .....	45
1.5 Análise Estatística.....	46
<b>Capítulo VII – Resultados .....</b>	<b>47</b>
1.1 Variáveis Antropométricas .....	47
1.2 Variáveis da Composição Corporal .....	48
1.3 Variáveis da Força dos Membros Inferiores .....	49
1.4 Variável Resistência à Insulina.....	50
1.5 Variável VO <sub>2</sub> máx .....	51
<b>Capítulo VII - Discussão .....</b>	<b>52</b>
1.1 Variáveis Antropométricas .....	52
1.2 Variáveis da Composição Corporal .....	54
1.3 Variáveis da Força dos M.I.....	56
1.4 Variável VO <sub>2</sub> máx .....	58
1.5 Variável da Resistência à Insulina .....	60
<b>Capítulo VII – Limitações do estudo .....</b>	<b>61</b>
<b>Capítulo IX - Conclusão .....</b>	<b>61</b>
<b>Capítulo X - Sugestões para Trabalhos Futuros.....</b>	<b>61</b>
<b>Capítulo XI – Bibliografia.....</b>	<b>61</b>
<b>Capítulo XII – Anexos .....</b>	<b>80</b>

## Índice de Figuras

---

Figura 1: Diagrama de Flow, sobre o desenho do estudo.....	35
Figura 2: Preparação para a realização do Teste de Força para os Membros Inferiores ...	43
Figura 3: Avaliação da Resistência à Insulina .....	44
Figura 4: Realização do Teste de Astrand (1954) .....	46

## Índice de Tabelas

---

Tabela 1: Cálculo da FCmáx (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001) .....	30
Tabela 2: Cálculo da FC treino.....	30
Tabela 3: Caracterização da Amostra por gênero e total. ....	36
Tabela 4: Protocolo de HIIT.....	38
Tabela 5: Regulação do Ciclo ergómetro de acordo com a FC ao terceiro minuto.....	45
Tabela 6: Análise das Variáveis Antropométricas antes e após o programa em ambos os grupos. ....	47
Tabela 7: Análise das Variáveis da Composição Corporal antes e após o programa em ambos os grupos .....	48
Tabela 8: Avaliação das Variáveis do Dinamómetro Isocinético antes e após o programa em ambos os grupos.....	49
Tabela 9: Avaliação da Glicemia, em três momentos, antes e após o programa em ambos os grupos. ....	50
Tabela 10: Avaliação do VO2máx antes e após o programa em ambos os grupos. ....	51

## Índice de Abreviaturas

---

ABS - Abdominal;

ACSM – American College of Sports Medicine (Colégio Americano da Medicina do Desporto);

AF – Atividade Física;

AVC – Acidente Vascular Cerebral;

BPM – Batimentos por Minuto;

CC – Circunferência da Cintura;

CI – Confidence Interval (Intervalo de Confiança);

DM2 – Diabetes Mellitus Tipo 2;

DMO – Densidade Mineral Óssea;

EUA – Estados Unidos da América;

FC – Frequência Cardíaca;

FCres – Frequência Cardíaca de Reserva;

GA – Gordura Abdominal;

HIIT – Treino Intervalado de Alta Intensidade;

IC – Insuficiência Cardíaca;

IF – Índice de Fadiga;

MICT – Treino Contínuo de Intensidade Moderada;

MG – Massa Gorda;

MM – Massa Muscular;

OGTT – Oral Glucose Tolerance Test;

PAD – Pressão Arterial Diastólica;

PAS – Pressão Arterial Sistólica;

PC – Perímetro da Cintura;

RI – Resistência à Insulina;

RPM – Rotações Por Minuto;

UE – Universidade de Évora;

VO<sub>2</sub>máx – Consumo Máximo de Oxigénio;

## Resumo

---

**Objetivo:** O objetivo deste estudo é analisar os efeitos de um programa de treino intervalado de alta intensidade (HIIT) e treino força em indivíduos com excesso de peso ou obesidade que estudem na Universidade de Évora, ao nível antropométrico, composição corporal, força dos membros inferiores, resistência à insulina e capacidade máxima de oxigénio (VO<sub>2</sub>máx).

**Metodologia:** Este estudo é do tipo quasi-experimental em que dois grupos participaram no programa de treino.

A amostra foi dividida em dois grupos em função da menor (**G1** (N=5)) ou maior (**G2** (N=6)) assiduidade ao programa. Os participantes eram de ambos os sexos (34,64 ± 3,90 anos) e alunos da Universidade de Évora, todos tinham um Índice de Massa Corporal (IMC) ≥ 25 kg/m<sup>2</sup>. O programa de treino prolongou-se durante 12 semanas e teve uma frequência semanal de três sessões com uma duração de 50 minutos. Foram realizados 2 momentos de avaliação, no início e no fim do programa.

**Resultados:** Observaram-se diferenças significativas intra-grupo, para o G2, nas variáveis Peso ( $p=0,028$ ), Índice de Massa Corporal (IMC;  $p=0,028$ ), Perímetro da Cintura (PC;  $p=0,027$ ), Massa Gorda (MG;  $p=0,028$ ), %MG ( $p=0,043$ ), Massa Muscular (MM;  $p=0,046$ ), Gordura na Região Abdominal ( $p=0,028$ ), (RI (120');  $p=0,043$ ) e no (VO<sub>2</sub>max em ml/kg/min;  $p=0,028$ ). Na comparação entre os dois grupos não foram observadas diferenças significativas nas variáveis estudadas.

**Conclusão:** O presente estudo permite concluir que ocorreram melhorias na composição corporal, nas medidas antropométricas e no VO<sub>2</sub>máx, tendo um impacto superior no grupo de maior assiduidade - superior ou igual a 50%.

**Palavras-Chave:** Obesidade; HIIT; Composição Corporal; Insulina; Frequência Cardíaca.

## Abstract

---

### “Effects of a 16-week long high intensity program (Hiit), on overweight and obese university students”

**Objective:** The aim of this study is to analyse the effects of a high intensity interval training program (HIIT) and strength training in overweight or obese individuals studied at the Évora University, on a anthropometric level, body composition, limb strength lower levels, insulin resistance and maximum oxygen capacity (VO<sub>2</sub>max).

**Methodology:** This is a quasi-experimental study in which two groups participated in the training program.

The sample was divided into two groups according to the lower (G1 (N=5)) or higher (G2 (N=6)) attendance to the program. Participants were of both sexes (34,64 ± 3,90) and students at Évora University, all of them had a Body Mass Index (BMI) ≥ 25,0 kg/m<sup>2</sup>. The training program lasted for 12 weeks and had a weekly frequency of three sessions lasting 50 minutes. Two evaluation moments were carried out, at the beginning and at the end of the program.

**Results:** Significant intra group differences were observed, for G2, in the variables Weight ( $p=0,028$ ), Body Mass Index (BMI;  $p=0,028$ ), Waist Circumference (WC;  $p=0,027$ ), Fat Mass (FM;  $p=0,028$ ), %FM ( $p=0,043$ ), Muscle Mass (MM;  $p=0,046$ ), Fat in the Abdominal Region ( $p=0,028$ ), (IR (120’);  $p=0,043$ ), and (VO<sub>2</sub>max in ml/kg/min;  $p=0,028$ ). In the comparison between two groups, no significant differences were observed in the studied variables

**Conclusion:** The present study allows us to conclude that were improvements in body composition, anthropometric measurements and VO<sub>2</sub>max, with a greater impact on the group with a greater attendance – greater than or equal to 50%.

**Key Words:** Obesity; HIIT; Body Composition; Insulin; Heart Rate.

## Capítulo I - Introdução

---

Nas últimas décadas, ocorreram mudanças dramáticas em relação à maneira como a população global come, bebe e se movimenta. Essas mudanças entraram em conflito com a biologia humana, criando então grandes mudanças na composição corporal. (Popkin, Adair, & Ng, 2011) A preocupação com o problema de ganho de peso continua a crescer entre a comunidade científica e as autoridades de saúde pública, uma vez que a taxa de prevalência de sobrepeso e de obesidade continuam a aumentar em todo o mundo. (Santiago et al., 2015)

Embora a obesidade seja um problema de saúde multidimensional, os hábitos alimentares poucos saudáveis e os estilos de vida sedentários são os principais responsáveis, por esta desordem. (Prentice, 2006) O comportamento sedentário refere-se especificamente a comportamentos realizados com pouco ou nenhum gasto energético, efetuados em uma posição sentada ou deitada durante as horas em que não se está a dormir. (Behaviour, 2012) A prática de atividade física aumenta o gasto energético total e diminui a gordura corporal total, incluindo a gordura à volta da cintura, prática que pode ajudar as pessoas a alcançar e a manter um estado de equilíbrio energético, desde que não ingiram mais alimentos para compensar as calorias perdidas. (Prasenjit & Jain, 2015)

O exercício é uma componente integrante no controlo da obesidade. (Wang, Liu, Ma, & Wen, 2017) Sabe-se ainda que o exercício regular provoca respostas adaptativas que melhoram o metabolismo da glicose e dos lipídico nos músculos esqueléticos durante o estado de repouso. (Meo, Iossa, & Venditti, 2017)

Embora a prática de atividade física resulte em perdas de peso, a combinação de exercício físico e dieta provocam uma maior magnitude na redução de peso, além de promoverem um melhor estilo de vida. (Shaw, Gennat, O'Rourke, & Del Mar, 2009) Neste contexto, são necessárias estratégias eficazes para reduzir o peso corporal (Jakicic & Davis, 2011), bem como para a promover a perda de gordura excessiva. (Biddle et al., 2017) Dentro destas estratégias destacam-se as intervenções focadas na dieta ou atividade física, ou ambas, para indivíduos que já podem estar acima do peso ou obesos. A curto e a longo prazo, os programas baseados apenas em recomendações nutricionais revelaram ser menos eficazes do que aqueles que também incluem atividade física. (Biddle et al., 2016) Importará ainda referir que normalmente, as falhas nas intervenções do controlo de peso,

---

são atribuídas ao paciente, mesmo pelos profissionais da saúde. (Himmelstein, Puhl, & Quinn, 2017 & Rand et al., 2017 & Kirk et al., 2014)

O HIIT, método de treino escolhido para ser realizado no presente programa de treino, que é caracterizado por exercícios de explosão de curta duração, intercalados com períodos de recuperação de baixa intensidade ou até mesmo breves períodos de descanso, é um método cada vez mais utilizado pelas pessoas no dia-a-dia. (Stutts, 2002) Em uma sociedade cada vez mais agitada o HIIT surge como uma alternativa para as pessoas que alegam não ter tempo para praticar exercício físico. (Trost, Owen, Bauman, Sallis, & Brown, 2002) Além disto o HIIT ainda promove vários benefícios fisiológicos e metabólicos. (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012) O outro tipo de treino também utilizado no presente estudo foi o treino de força, que consiste em exercícios que mobilizam a contração voluntária do músculo esquelético contra uma resistência, podendo ser denominada através do peso do próprio corpo, pesos livre ou máquinas. O treino de força além de promover o ganho de força, (Powers & Howley, 2012) também ajuda na melhoria de outros fatores, tais como, na redução do índice glicémico, aumento de massa muscular, diminuição de massa gorda, melhoria do EPOC e entre outros, para uma melhor qualidade de vida. (Hottenrott, Ludyga, & Schulze, 2012) & (Little, Safdar, Wilkin, Tarnopolsky, & Gibala, 2010),

Deste modo, o presente estudo surge no âmbito da dissertação de Mestrado em Exercício e Saúde da Universidade de Évora, tendo como finalidade observar os efeitos de um programa de treino de HIIT e força a nível da composição corporal, antropometria, consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2</sub>max), força dos membros inferiores e resistência à insulina em estudantes, de todos os graus académicos, que tenham excesso de peso ou obesidade da UE.

Este trabalho está dividido em dez capítulos. No primeiro capítulo consta a introdução onde é feita uma pequena contextualização e iniciação à temática em estudo. No segundo capítulo é apresentada a revisão da literatura que está dividida por subcapítulos onde são abordadas diferentes temáticas como definição, classificação e prevalência da obesidade, patologias associadas à obesidade e metodologias de treino.

---

No terceiro e quarto capítulos é definido qual o objetivo e evidenciada a pertinência do estudo.

No quinto capítulo é descrita a metodologia relatando todo o processo de realização do estudo, como o desenho e o tipo de estudo, a caracterização da amostra, os procedimentos utilizados, as variáveis e os instrumentos de avaliação a utilizar e também o tratamento estatístico.

O sexto capítulo destina-se a descrição dos resultados obtidos do estudo, sendo a discussão dos mesmos apresentada no sétimo capítulo.

No oitavo capítulo são referidas as limitações do estudo, e no nono são apresentadas as conclusões do mesmo. Por fim, no décimo capítulo são feitas sugestões para futuros estudos ou programas que tenham como principal objetivo o controlo de peso.

# Capítulo II – Revisão da Literatura

---

## 1. Obesidade

A Obesidade é um dos principais problemas de saúde pública no mundo, (Fonseca-junior et al., 2013) é uma doença crônica que afeta a qualidade de vida a nível fisiológico, económico e psicológico, independentemente do contexto cultural, financeiro ou étnico. (Z. Zhang & Wang, 2012) Atualmente, 2,1 bilhões de indivíduos, (aproximadamente 30% da população mundial), têm excesso de peso ou são obesos. (Ng et al., 2014)

O Japão é o único país desenvolvido no mundo que nunca sofreu uma epidemia de obesidade, com uma taxa de obesidade de apenas 3,8%. (Ortega, Lavie, & Blair, 2016; Ng et al., 2014)

### 1.1 Definição de Obesidade

A obesidade é uma condição médica, principalmente devido a um desequilíbrio crónico entre a ingestão de alimentos e o gasto de energia, que causa ou exacerba várias doenças crónicas. (Kopelman, 2000)

### 1.2 Classificação da Obesidade

A obesidade é geralmente classificada pelo Índice de Massa Corporal (IMC). Este é calculado em função do peso, em quilogramas, e da altura, em metros. Outros métodos, como a circunferência/perímetro da cintura (CC), massa gorda central e periférica, também são utilizados para cálculo da obesidade, mas atualmente o IMC é o método para classificação de obesidade mais usado. (Engin, 2017)

A organização mundial de saúde (OMS) define o sobrepeso com um IMC de 25,0 kg/m<sup>2</sup> a 29,9 kg/m<sup>2</sup> e a obesidade com um IMC de  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>. (Sikaris, 2004) A classificação da obesidade divide-se em 3 subgrupos. Entre 30 kg/m<sup>2</sup> e 34,9 kg/m<sup>2</sup> é classificada como obesidade de grau I, entre 35kg/m<sup>2</sup> e 39,9 kg/m<sup>2</sup> é classificada como obesidade grau II e com um IMC acima de 40 kg/m<sup>2</sup>, os indivíduos são classificados como obesos de terceiro grau, ou de obesidade mórbida. (Fonseca-junior et al., 2013) No entanto o parâmetro IMC tem certas limitações, ao nível da distinção da composição corporal, pois

---

não consegue distinguir diferenças entre massa magra e massa gorda, nem identificar a distribuição/localização da gordura. (Prasenjit & Jain, 2015).

Outros métodos que incluem a absorciometria de raios X de dupla energia e análise de impedância bioelétrica estimam com mais certeza a quantidade de gordura corporal total. (Wagner & Heyward, 1999) Contudo, a utilização dos instrumentos, dos métodos mencionados anteriormente são pouco práticos para serem usados em pesquisas populacionais em larga escala, podendo ser as medidas antropométricas mais ajustadas, por ser de utilização simples e barata. (Wagner & Heyward, 1999)

### **1.2.1 Perímetro da Cintura e IMC**

Os atuais pontos de corte do IMC amplamente aceites para sobrepeso (IMC de 25,0 a 29,9 kg/m<sup>2</sup>) e obesidade (IMC  $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>) e completam-se com a medida da circunferência da cintura, que é considerada a medida mais prática para classificação da gordura abdominal. (Background, 2014) Para a circunferência da cintura os resultados acima de 102 cm para o sexo masculino e acima de 88 cm para o sexo feminino, que relacionados com um IMC  $\geq$  25,0 kg/m<sup>2</sup> são indicadores de uma maior probabilidade de contrair patologias associadas à obesidade. (Background, 2014) Estas diretrizes sobre avaliação e classificação dos indivíduos ao nível de obesidade permitiram aos profissionais da saúde identificar e tratar pacientes que se encontrem nesta situação. (Background, 2014)

No entanto, mesmo o IMC sendo um bom indicador de sobrepeso e obesidade, não é capaz de identificar a percentagens de gordura ou sua distribuição. (Zaki et al., 2016 & Pan et al., 2016) Portanto, a circunferência da cintura (CC) foi a mais recentemente evidência como melhor preditor de risco metabólico para adultos e crianças. (Ashwell & Gibson, 2016 & Mccarthy & Ashwell, 2006)

O excessivo acúmulo de gordura corporal, especialmente a gordura abdominal, tem sido associado ao desenvolvimento de uma série de distúrbios metabólicos, como hipertensão, dislipidemia, comprometimento do metabolismo da glicose ou doenças cardiovasculares, (Lopez-Legarrea et al., 2015) aumentando assim o risco de doenças e de mortalidade crónica. (Ismail, Keating, Baker, & Johnson, 2011 & Saris et al., 2003)

---

Deste modo, é necessário arranjar medidas para reverter estas complicações cardiometabólicas. Assim sendo, a prática de atividade física torna-se uma ferramenta essencial, em que apenas ao praticar exercício físico, indivíduos com sobrepeso e obesidade são capazes de melhorar os fatores de risco para doenças cardiometabólicas, (Shaw et al., 2009) e evidências recentes demonstram que o exercício aeróbio reduz de forma independente o tecido adiposo visceral. (Slentz et al., 2005 & Ross et al., 2004)

Assim sendo, métodos facilmente aplicáveis, baratos e confiáveis para detetar a presença de “obesidade abdominal” se tornaram essenciais. (Lopez-Legarrea et al., 2016)

Por outro lado, estudos publicados sobre adultos australianos, relataram que, de todos os indivíduos com CC de alto risco, ( $\geq 88$  cm para o sexo feminino e  $\geq 102$  cm para o sexo masculino) quase 40% tinham um IMC abaixo da faixa de obesos. (Lopez-Legarrea et al., 2015 & Pan et al., 2016) Uma discordância semelhante foi relatada em adultos chineses, onde um grande número de indivíduos com obesidade abdominal não tinha um IMC de obesidade, e que, entre pessoas com IMC não obeso, mas com um CC de alto risco tinham maior probabilidade de desenvolver hipertensão comparadas com aquelas com CC de baixo risco e sem obesidade. (Lopez-legarrea et al., 2015 & Ashwell & Gibson, 2016)

Esta discordância entre um IMC, abaixo do limiar da obesidade, mas com uma CC de alto risco é que existe um “subgrupo” da população, que pode estar em risco aumentado à saúde, devido ao excesso de adiposidade abdominal. (Lopez-Legarrea et al., 2015 & Arteaga, Maiz, Rigotti, & Cortés, 2014)

### **1.3 Prevalência da Obesidade**

A prevalência da obesidade quase triplicou desde 1975. (World Health Organization, 2017) Estima-se ainda que 17,3% dos jovens entre os 18 e 24 anos estão no limiar da obesidade. (Hawkins et al., 2019)

A crescente epidemia de obesidade coincidiu com profundas mudanças no nosso estilo de vida, como padrões alimentares não saudáveis, estilos de vida sedentários,

---

inatividade física, maus hábitos de sono, bem como mudanças no contexto demográfico e cultural. (Engin, 2017)

Na Europa, a prevalência da obesidade e do sobrepeso aumentou acentuadamente nas últimas duas décadas, embora tenham sido relatadas variações visíveis nas estimativas entre os países. (Ng et al., 2014 & Risk, N C D Collaboration, 2017) Segundo os últimos dados recolhidos por World Health Organization, 2016, a prevalência da obesidade em Portugal para o sexo masculino foi de 22,1%, inferior à do sexo feminino, 24,2%. A nível geral a percentagem de obesos em Portugal foi de 23,2%. (WHO)

#### **1.4 Implicações Económicas**

A população na sociedade de hoje, tem amplo acesso a alimentos com elevado teor energético e tem baixos níveis de atividade física, como tal correm um grande risco de ficarem com sobrepeso ou obesidade. (Anderson et al., 2009) Por outro lado, o aumento das taxas de obesidade leva a uma grande carga econômica e de gastos relacionados com saúde em todos os países. (Rtveladze et al., 2013)

Estima-se que uma redução de 5% nos índices do IMC, da população em 2030, resulte em uma redução de 495 milhões de euros nos gastos com cuidados de saúde relacionados com a obesidade ao longo de 20 anos. (Keaver et al., 2013)

O custo anual estimado de tratamentos médicos de doenças relacionadas com a obesidade nos EUA é superior a 200 bilhões de dólares. (Cawley & Meyerhoefer, 2010)

Epidemiologicamente, em países de baixos rendimentos, a obesidade afeta principalmente adultos de meia idade, enquanto que em países de altos rendimentos afeta ambos os sexos e todas as idades. (Swinburn et al., 2011)

Por outro lado, os locais de trabalho também são um ambiente sedentário para muitos trabalhadores, e também um local onde o acesso a alimentos e bebidas com elevado teor energético é comum. (Anderson et al., 2009)

Estudos epidemiológicos, sobre as características das condições de trabalho, mostraram que existe associação entre trabalhadores com obesidade e sobrepeso, com longas horas de trabalho, turnos e stress no trabalho. (Schulte et al., 2007) Contudo os

---

empregadores estão profundamente interessados em programas e políticas que visam melhorar a saúde dos seus trabalhadores, reduzindo assim os custos com a saúde. (Goetzel & Ozminkowski, 2006)

## **1.5 Patologias Associadas**

A obesidade está associada ao desenvolvimento de um grande número de patologias, incluindo os diabetes, doenças cardiovasculares, hipertensão, cancro, dificuldades respiratórias, dislipidemia, distúrbios no sono, disfunção hepática, disfunção renal, distúrbios psicopatológicos, como depressão e compulsão alimentar e infertilidade (Jung, 1997 & Pi-sunyer, 1991) o que pode contribuir para o aumento da morbidade e mortalidade. (Yusuf et al., 2004 & Adams et al., 2006)

Vários estudos demonstraram que, os fatores de risco associados à obesidade não dependem apenas do excesso de peso, mas também da distribuição regional do excesso de gordura no corpo. (Despres et al., 1990) Deste modo, é reconhecido que a gordura abdominal é um fator de risco significativo para doenças associada à obesidade.

Contudo, um dos efeitos mais prejudiciais da obesidade é a deposição lipídica em tecidos não adiposos, que ocorre quando a capacidade do tecido adiposo em armazenar lípidos é sobrecarregada, (Sethi & Vidal-Puig, 2007) que pode levar posteriormente à lipotoxicidade e desenvolvimento de resistência à insulina (RI). (Shulman, 2000)

### **1.5.1 Diabetes Mellitus Tipo II**

A obesidade e os Diabetes Mellitus tipo II (DM2) estão obviamente ligados, com mais de 80% das pessoas com DM2 classificados com sobrepeso ou obesidade com base nos parâmetros do IMC. (Wang et al., 2017) No século passados, a doença que mais aumentou em pessoas com obesidade, em comparação com pessoas com peso normal, foi a DM2, uma condição resultante das alterações metabólicas associadas ao excesso de gordura. (Meo et al., 2017)

---

Um papel central no desenvolvimento de DM2 é desempenhado pela RI, que é a redução da resposta dos tecidos alvos periféricos a uma concentração de insulina. (Meo et al., 2017) A insulina regula o transporte de glicose para o músculo, ativando a absorção de proteínas. (Zierath, Krook, & Wallberg-Henriksson, 2000)

Os pacientes com DM2 são caracterizados por níveis plasmáticos muito altos de glicose, e muitas vezes é o resultado da RI, ou seja, falha do tecido em responder à insulina, que é frequentemente acompanhada por uma variedade de anormalidades metabólicas e cardiovasculares. (Ralph A DeFronzo & Ferrannini, 1991)

As intervenções na dieta e atividade física são os pilares para a gestão da DM2 e da RI. (Zierath et al., 2000) Os efeitos do exercício sobre a DM2 e a sensibilidade à insulina estão bem estabelecidos. (Ciolac, Emmanuel Gomes Guimaraes, 2004) Sabendo-se que o exercício regular provoca respostas adaptativas que melhoram o metabolismo da glicose e dos lipídicos nos músculos esqueléticos durante o repouso. (Meo et al., 2017)

### **1.5.2 Resistência à Insulina**

Os mecanismos da RI permanecem amplamente desconhecidos, mas a captação diminuída de glicose, caracterizando a RI do músculo-esquelético, parece resultar de defeitos na sinalização do recetor de insulina. (Goodyear, Smith, & Dohm, 1995 & Bjornholm, Kawano, Lehtihet, & Zierath, 1997)

O músculo-esquelético desempenha um papel central na RI no corpo, de modo que a RI do músculo-esquelético seja um preditor no desenvolvimento da DM2 e na manutenção da redução da glicose muscular que pode ajudar a prevenir a diabetes. (Meo et al., 2017)

Recentemente, devido à observação de que a RI e os distúrbios relacionados estão a aumentar drasticamente em todo o mundo, os esforços para identificar e desenvolver abordagens eficazes para o seu tratamento foram intensificados. (Meo et al., 2017)

---

Além dos regimes alimentares destinados à perda de peso, outras duas principais abordagens não farmacológicas para melhorar a sensibilidade à insulina incluíram a suplementação antioxidante e o treino. (Meo et al., 2017)

Deste modo, a melhoria produzida pelo exercício, na ação da insulina no metabolismo da glicose no músculo esquelético em indivíduos com RI, pode diminuir as taxas de conversão para diabetes e reduzir a mortalidade por influência cardiovascular. (Meo et al., 2017)

### **1.5.3 Doenças Cardiovasculares**

Os principais fatores de risco cardiovasculares incluem o tabagismo, colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL), hipertensão e disfunções no metabolismo da glicose. (Van Gaal, Mertens, & De Block, 2006)

Contudo, estudos epidemiológicos, também chegaram à conclusão de que a obesidade está associada ao aumento da mortalidade, causada principalmente pelo aumento do risco de morte por doenças cardiovasculares. (Parto & Lavie, 2017) Além disso, a crescente prevalência da obesidade está mudando a causa das doenças cardiovasculares, que em muitos indivíduos pode ser vista como uma consequência das alterações disfuncionais nos tecidos adiposos. (Parto & Lavie, 2017)

A obesidade é um contribuinte para o desenvolvimento de insuficiência cardíaca (IC), dislipidemia, hipertensão, enfarte do miocárdio e fibrilação atrial. (Lavie et al., 2013 & Lavie et al., 2016) Numa recente meta análise de 28 estudos, de Aune et al., 2016, os investigadores encontraram evidências para a associação do aumento do risco de IC a um IMC elevado.

Os homens obesos apresentam 90% de risco aumentado de IC, (Shelley E Keating et al., 2014) enquanto que as mulheres com excesso de peso, em comparação com as mulheres com IMC normal apresentam um risco de 50% superior de IC, e as mulheres obesas apresentam um aumento duplo de risco de IC. (Sharman, Gerche, & Coombes, 2014)

---

A obesidade também apresenta efeitos significativos na estrutura cardíaca, na função sistólica e principalmente na função diastólica do ventrículo esquerdo. Curiosamente, a localização do excesso de gordura parece influenciar o tipo de alterações das estruturas cardíacas que ocorrem. (Lavie, Milani, & Ventura, 2009 & Parto, Lavie, & Ventura, 2016)

Indivíduos com elevado tecido adiposo na região abdominal têm maior probabilidade de desenvolver doenças cardiovasculares, enfarte do miocárdio, insuficiência cardíaca congestiva, AVC e falecer devido a doenças cardiovasculares, sendo independente a associação entre obesidade e outros fatores cardiovasculares. (Lakka, Lakka, Salonen, Kaplan, & Salonen, 2001 & Kenchaiah et al., 2002)

Muitas organizações, incluindo a American Heart Association e o American College of Sports Medicine, recomendam o aumento da atividade física ou treino aeróbio para aumentar os níveis de aptidão cardiorrespiratória na população em geral e em indivíduos com doenças cardiovasculares. (Franklin, Lavie, Squires, & Milani, 2013 & Swift et al., 2013)

Ao nível da prática de atividade física, a cada aumento de 1h na contagem de prática de atividade está associado a uma diminuição de 8% no risco de doenças coronárias. (Van Gaal et al., 2006)

Além disto, esta população com doenças cardiovasculares a PAS não é afetada pelo treino de força, contudo na PAD existe pequenas reduções (-3.1 (95% CI -5.1 to -1.2) mm Hg) (Meredith et al., 1991 & Grassi, Seravalle, Calhoun, & Mancia, 1994)

Tanto o treino aeróbio como o treino de força promovem melhorias em uma variedade de fatores gerais de risco para a saúde e para doenças cardiovasculares, no entanto a melhoria desses fatores difere entre o tipo de treino. (Sharman et al., 2014) Por exemplo, o treino aeróbio gera aumento no VO<sub>2</sub>max e maiores reduções de gordura corporal em comparação com o treino de força. Por outro lado, o treino de força gera aumentos significativos no metabolismo e na força. (Pollock et al., 2000)

O treino de força também parece ser mais seguro e eficaz para aumentar a capacidade funcional e a função hemodinâmica, mesmo em pacientes com problemas cardiovasculares de risco elevado. (Benton, 2005)

---

### **1.5.4 Hipertensão**

A hipertensão ocorre em cerca de metade dos pacientes com sobrepeso e obesidade, e está associada ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. (Lim et al., 2012) Além disso, existem inúmeros mecanismos que explicam o desenvolvimento da hipertensão na obesidade, incluindo o aumento da RI, retenção de sódio, reatividade vascular e ativação do sistema nervoso simpático. (Bertovic et al., 1999)

A redução do risco nesta população (obesos e sobrepeso) é semelhante à da população em geral, através de perda sustentada de peso, aumento da atividade física e através de fármacos que demonstraram diminuir significativamente os riscos a longo prazo associados à hipertensão. (Pattyn, Cornelissen, Eshghi, & Vanhees, 2013)

Alguns dados indicam que pessoas com hipertensão, são menos ativas do que aquelas sem hipertensão. (Churilla & Ford, 2009) Comprovou-se ainda que uma alta aptidão cardiovascular (VO<sub>2</sub>max) protege contra a progressão de pré-hipertensão para hipertensão. (Faselis et al., 2012)

O exercício físico regular é uma das atividades mais importantes para prevenção primária da hipertensão (Whelton et al., 2002) e melhoria da qualidade de vida a longo prazo. (Blair et al., 2018) O treino resistido de intensidade moderada é recomendado como um complemento ao treino aeróbio para a redução do risco de aumento da pressão arterial e doenças cardiovasculares em pacientes hipertensos. (Sharman & Stowasser, 2009 & Pescatello et al., 2004) mas também em indivíduos saudáveis e com doenças cardiovascular de baixo risco. (Pollock et al., 2000)

### **1.5.4 Dislipidemia**

Dislipidemia é um fator de risco bem conhecido e um dos principais contribuintes para doenças cardiovasculares e enfarte do miocárdio. (Parto et al., 2016 & Parto, Lavie, Swift, & Sui, 2015)

---

A dislipidemia na obesidade é caracterizada por níveis aumentados de colesterol de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), triglicerídeos e colesterol total, e níveis mais baixos de colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL). (Howard, Ruotolo, & Robbins, 2003)

Embora o exercício, normalmente, não seja suficiente para induzir a perda significativa de peso. A modificação do estilo de vida, que incluía adoção de um regime equilibrado de dieta e exercício, é uma abordagem necessária e recomendada para o tratamento de anormalidades lipídicas. (Parto et al., 2016 & Feingold & Grunfeld, 2000 & Eckel, Jakicic, Ard, & de Jesus, 2014 & Shaw et al., 2009)

O estudo de Johnson et al., (2009) e de Borsting Jordy et al., (2015), evidenciaram que o exercício produziu melhorias na dislipidemia de indivíduos afetados com obesidade, especialmente através da restauração da expressão genética de moléculas relacionadas à oxidação de gordura e lipogénese.

Tanto o “*American College of Cardiology*” como a “*American Heart Association*” recomendam fortemente modificações no estilo de vida como base para a redução dos riscos de doenças cardiovasculares, privilegiando o treino físico e a dieta adequada, a serem usadas em conjunto com a farmacoterapia para o tratamento da dislipidemia. (Eckel et al., 2014)

## **2. Atividade Física na Obesidade**

### **2.1 Recomendações de Atividade Física**

Atividade física (AF) é definida como qualquer tipo de movimento muscular que resulta em gasto de energia. (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985)

Os gasto energético durante a locomoção varia de 10% a 15% entre indivíduos de massa corporal semelhante. (G R Hunter, Weinsier, Zuckerman, & Darnell, 2004) Assim o gasto energético relacionado com a atividade física e o volume de atividade física são entidades diferentes, mas altamente relacionadas. (Gary R Hunter, Fisher, Neumeier, Carter, & Plaisance, 2015)

---

Os benefícios mais importantes da AF regular incluem uma redução da prevalência de muitas doenças, bem como a diminuição da mortalidade. (Williams, 2012 & Lollguen, Bockenhoff, & Knapp, 2009) De facto, todos os indivíduos podem obter uma variedade de benefícios tanto a nível físico, psicológico, social e emocional com a atividade física. (Michaelsson et al., 2007 & Warburton, Nicol, & Bredin, 2006)

A inatividade física é a quarta principal causa de mortalidade global e estima-se que cause 6% das mortes em todo o mundo. (World Health Organization, 2013) Estima-se ainda que cause cerca de 30% da carga global de doenças isquémicas do coração, 27% de diabetes e 21% do cancro da mama e colón. (Molanorouzi, Khoo, & Morris, 2015)

Apesar dos benefícios físicos e mentais da AF, uma grande quantidade de pessoas da Europa não pratica AF de uma forma adequada (Deci & Ryan, 1991) para obter benefícios para a saúde, não sendo suficientemente ativos ou mantendo um estilo de vida sedentário. (Molanorouzi et al., 2015) As barreiras mais frequentemente citadas para o envolvimento em atividade física são a falta de tempo e a falta de motivação. (Godin et al., 1994 & Reichert, Barros, Domingues, & Hallal, 2007)

O aumento dos níveis de AF para atender às diretrizes atuais, durante a vida adulta é uma prioridade para a saúde pública. Sendo as recomendações e diretrizes de AF elaboradas por organizações profissionais de saúde pública. (World Health Organization, 2013) As diretrizes da AF são documentos baseados em evidências que informam qual o tipo, intensidade, frequência e volume de AF necessária para manter e promover a saúde. (Brawley & Latimer, 2007)

Para adultos, ser fisicamente inativo, refere-se a não atingir as diretrizes de AF, que está estabelecido nos 150 minutos de AF moderada a vigorosa por semana. (Tremblay et al., 2011)

Contudo, algumas diretrizes sobre AF (Human, 2008) mas não a OMS, recomendam qualquer nível de AF, mesmo estando abaixo dos 150 minutos, pois o objetivo é concentrar em levar as pessoas inativas a realizar alguma atividade física.

Deste modo, em vez de definir metas de AF para a população, em termos de cumprimentos das diretrizes atuais, como o plano de ação global da OMS, para a prevenção

---

e controlo de doenças não transmissíveis 2013-2020, deve-se então incrementar pequenos aumentos na AF diária da população. (Barreto, 2015) Isto considerando que um dos motivos mais citados pela população, para a falta de exercício regular é a falta de tempo. (Bauman & Owen, 1999)

Um exemplo desta abordagem é o caso do “Guia Ativo” no Japão, que defende a adição de 10 minutos de AF sobre os atuais níveis de atividade (Barreto, 2015)

As intervenções de saúde pública, que promovem a atividade física de intensidade moderada (por exemplo, caminhada), (Biddle, Gorely, & Stensel, 2004 & Lubans, Morgan, & Tudor-locke, 2009) podem ser mais viáveis e realistas, para os indivíduos mais sedentários. Além disso, a atividade física de intensidade moderada pode ser mais facilmente incorporada à vida diária (Choi, Pak, Choi, & Choi, 2007) e sustentada ao longo da vida. (Ogilvie et al., 2007)

## **2.2 Nutrição e Atividade Física**

A melhoria dos hábitos alimentares, juntamente com o aumento da atividade física e de apoio comportamental são a “primeira linha” de tratamento eleito para combater a obesidade e o excesso de peso. Contudo a eficácia a longo prazo na população em geral é insignificante. (Mendonça & Anjos, 2004)

Intervenções nutricionais, como dietas de restrição calórica, são uma abordagem eficiente para promover a perda de peso em pacientes com sobrepeso ou obesidade. (Mendonça & Anjos, 2004). Numa revisão feita por Curioni and Lourenc (2005), concluíram que ao adicionar a prática de atividade física a uma dieta com restrição calórica resulta em uma perda de peso 20% superior em comparação com apenas a dieta com restrição calórica.

Uma boa forma para perda de peso é controlar a ingestão dos alimentos, tendo em conta a sua composição de macronutrientes, reduzindo assim o sentimento de que o paciente está restrito a uma determinada dieta, melhorando assim a performance do paciente durante o programa de perda de peso. (Prasenjit & Jain, 2015) Outra forma é o consumo de água, pois aumenta o peso dos alimentos sem aumentar as calorias dos mesmo. (Grunwald, Seagle, Peters, & Hill, 2001). Também o aumento do consumo de frutas e

---

vegetais é bastante importante na prevenção do sobrepeso e obesidade devido ao seu alto teor de água, alto teor de fibra e à densidade energética relativamente baixa. (Tetens & Alinia, 2009)

Além disto, Smeets, Soenen, Luscombe-Marsh, Ueland, & Westerterp-Plantenga (2008) mostraram que uma refeição com alto teor de proteína foi mais saciante e teve um maior efeito termogénico em comparação com refeições de baixo teor proteico.

### **2.3 Treino de Força**

O músculo-esquelético é um tecido plástico que se adapta rapidamente ao seu ambiente mecânico. (Goldberg, 1968) Com o aumento da carga em um músculo, como em exercícios de força, ocorre um aumento compensatório no tamanho do músculo.

O aumento do tamanho advém em grande parte do crescimento das células já existentes, e não do aumento do número de células, (Goodman et al., 2015) embora o treino de força, excêntrico, pareça ser capaz de causar neoformação nas fibras musculares. (Antonio & Gonyea, 1993) Contudo a resposta adaptativa ao treino de força não se limita ao aumento de massa e força muscular. (Meo et al., 2017)

Com o aumento da massa magra, também se observa um aumento da taxa metabólica em repouso, desencadeando assim um aumento na saúde metabólica. (Speakman & Selman, 2003)

Além disto, o treino de força também oferece outros benefícios relacionados com a saúde física, tal como a melhoria da composição corporal. (Pontiroli et al., 2004)

Outro estudo prospetivo recente, examinando o papel do treino de força na prevenção primária da DM2, sugere que o treino está associado a um risco significativamente menor de DM2, independentemente da execução de exercícios aeróbios. (Grontved, Rimm, Willett, Andersen, & Hu, 2012)

Esta modalidade de exercício é onde os adolescentes e jovens adultos com sobrepeso e obesidade podem se destacar em relação aos outros que não tem excesso de peso nem obesidade, devido à maior quantidade de massa muscular. (Poirier et al., 2006) Este sucesso tem o potencial de ter um efeito positivo na autoestima dos adolescentes e dos

---

jovens adultos, devido à sua confiança no exercício e na autoestima física (auto percepção da sua capacidade física e aparência) (Varela, Andrés, & Saldaña, 2019)

### **2.3 Treino Contínuo de Intensidade Moderada (MICT)**

Os protocolos do MICT são executados de forma contínua, num estado estacionário durante um determinado período, geralmente entre os 20 minutos e os 60 minutos. É uma atividade de intensidade moderada, que provoca uma resposta fisiológica de 55% a 69% da FC<sub>máx</sub> ou então uma taxa de consumo de oxigénio de 40 a 59% do VO<sub>2</sub><sub>máx</sub>. (S E Keating, Johnson, Mielke, & Coombes, 2017)

Tradicionalmente, o MICT tem sido o tipo de treino mais recomendado para promover melhorias na composição corporal, aptidão cardiorrespiratória, resistência à insulina (RI) e perfil lipídico. (Donnelly et al., 2009 & Duggan et al., 2011)

É recomendado pela ACSM a prática de 150 a 250 min na semana (Donnelly et al., 2009) ou até 60 minutos por dia, (Saris et al., 2003 & Trumbo, Schlicker, Yates, & Poos, 2002) de exercícios aeróbios de intensidade moderada para prevenção de ganho de peso ou para a redução de 2 a 3kg

Para maior perda de peso (5 a 7,5 kg), recomenda-se a prática de mais 420 minutos na semana, de exercícios aeróbicos de intensidade moderada, mais de 60 minutos. (Donnelly et al., 2009)

Existem fortes evidências de que o treino contínuo de intensidade moderada e alto volume, com sessões acima de 45 minutos, são eficazes na redução de gordura visceral, (Hong et al., 2014 & Ross et al., 2016 & Miyamoto-mikami et al., 2015), bem como na melhoria da composição corporal, da aptidão cardiovascular e de outros parâmetros relacionados com a saúde, incluindo a sensibilidade à insulina e o perfil lipídico em pessoas saudáveis e obesas. (McInnis, Sato & Rippe, 2003 & Donnelly et al., 2009)

### **2.4 Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT)**

Os protocolos de HIIT são direcionados para intensidades entre 80% a 100% da Frequência Cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) ou capacidade aeróbia. (Keating et al., 2017) A FC<sub>máx</sub> é a frequência cardíaca mais alta que um individuo pode atingir em um esforço até

---

ao ponto de exaustão, (Wilmore & Costill, 2005) sendo uma variável fisiológica importante para avaliar o exercício máximo durante um teste de esforço. (ACSM, 2000)

A FC<sub>máx</sub> é amplamente utilizada para prescrever a intensidade dos exercícios em programas de treino aeróbios de alta intensidade ou HIIT, pois está profundamente relacionado com a captação máxima de oxigênio. (Robergs & Landwehr, 2002) Alguns autores afirmam que a FC<sub>máx</sub> não muda significativamente com o treino. (Ekblom, Astrand, Saltin, Stenberg, & Efect, 1968)

Na tabela 1 é possível verificar a fórmula para cálculo da FC<sub>máx</sub>, que é utilizada para obtenção da Frequência Cardíaca de Reserva (FC<sub>res</sub>), sendo esta posteriormente utilizada para cálculo da FC de treino. A FC<sub>máx</sub> ainda é utilizada para o cálculo do VO<sub>2</sub><sub>máx</sub>, pelo teste de Astrand (1954), que é utilizado neste estudo.

**Tabela 1:** Cálculo da FC<sub>máx</sub> (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001)

---

<b>Fórmula da FC máx</b>
<b>FC máx</b> = 208(0,7-idade)

---

Na tabela 2 é possível verificar a fórmula para cálculo da FC treino, utilizada para determinar a intensidade de treino para o programa

**Tabela 2:** Cálculo da FC treino.

---

<b>Fórmula da FC treino</b>
<b>FC treino</b> = (intensidade do exercício) x FC reserva + FC repouso

---

**Tabela 2.1** Cálculo da FC reserva.

---

<b>Fórmula da FC reserva</b>
<b>FC reserva</b> = FC <sub>máx</sub> – FC repouso

---

O HIIT, que pode ser chamado de treino intervalado aeróbio de alta intensidade (Keating et al., 2017) consiste na alternância de curtos períodos de exercício de alta intensidade com períodos de recuperação de menor intensidade ou repouso. (Troost et al., 2002) Este método, por ser essencialmente de curta duração, tornou-se uma alternativa

---

popular principalmente pela sua eficiência em termos de tempo, pois a falta de tempo é uma barreira comum para a participação em exercício físico. (Trost et al., 2002)

O treino intervalado pode variar quanto ao número de séries, intensidade dos intervalos, duração e período de recuperação (ativo ou passivo). Contudo a duração de cada exercício só pode variar entre 60 a 240 segundos, que está dentro da capacidade aeróbia do indivíduo, mas extremamente cansativo.

O HIIT é promovido e usado regularmente entre os investigadores (Boutcher, 2010) e é apontado como sendo um método superior e eficiente em termos de tempo para perda de gordura. (Keating et al., 2017)

Além disso, o HIIT é eficaz na promoção da melhoria dos níveis de glicemia em jejum e em reduzir a pressão arterial em populações com sobrepeso ou obesidade. (Füzéki & Banzer, 2018) O HIIT é também considerado um método promissor para neutralizar os efeitos adversos dos distúrbios cardiometabólicos. (Azuma & Matsumoto, 2016)

Como já referido acima uma das principais vantagens do HIIT, em comparação com exercícios de menor intensidade, é que o HIIT exige menos tempo para se exercitar, proporcionando benefícios semelhantes ou maiores à saúde, em comparação com as recomendações estabelecidas de atividade física. (Keating et al., 2017) Como resultado, teorizou-se que o HIIT pode atenuar a barreira mais citada à atividade física que é a 'falta de tempo' (Trost et al., 2002) e é percebido como sendo mais agradável para prática, servindo como um fator mais forte de participação e adesão ao exercício. (Gaesser & Angadi, 2011)

## Capítulo III – Pertinência do Estudo

---

A realização deste estudo/programa deve-se ao facto de os estudantes ao entrarem na universidade, e da maioria deles mudar da casa dos pais para uma total independência residencial, ocorrerem mudanças no estilo de vida, tanto ao nível dos hábitos alimentares como na prática de atividade física (Booth, Gordon, Carlson, & Hamilton, 2000 & Rouse & Biddle, 2010), verificando-se assim um aumento de peso na transição do ensino secundário para a universidade. (Graham & Jones, 2002) Embora a literatura existente, seja limitada podemos observar que no estudo de Racette, Deusinger, Strube, Highstein, & Deusinger, (2005) que os estudantes (N=118), do sexo masculino e feminino, aumentaram cerca de 2,5kg durante 9 meses.

Deste modo, mesmo existindo pouca informação na literatura que relacione as mudanças no estilo de vida com a entrada na universidade e o aumento de peso, nós, profissionais de Ciências do Desporto e de Exercício e Saúde, achamos necessário criar estratégias para mudar e sensibilizar os estudantes sobre a necessidade de praticar atividade física, na saúde, na qualidade de vida e ao nível psicológico e físico (parâmetros de condição física).

## Capítulo IV – Objetivos

---

O principal objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de um programa de treino, HIIT e treino de força em jovens universitários com excesso de peso ou obesidade, ao nível do Peso, do IMC, do PC, da Composição Corporal (Quantidade de MG, %MG, Quantidade de MM, Quantidade de Gordura na Região Abdominal e % de Gordura na Região Abdominal, da Força dos Membros Inferiores (MI), membro dominante, (Peak Torque para a Extensão e Flexão e Rácio Agonista/Antagonista), da Aptidão Cardiovascular e da Resistência à Insulina, de acordo com a assiduidade/absentismo dos participantes ao programa de treino.

# Capítulo V – Metodologia

---

## 1.1 Tipo de Estudo

A presente investigação é um estudo quase – experimental, no qual participaram alunos com excesso de peso ou obesidade da Universidade de Évora. Todos os participantes integraram um programa de treino. Para análise dos dados considerou-se dois grupos em função da menor (G1) ou maior (G2) assiduidade ao programa dos participantes. Todos os participantes foram avaliados antes do início do programa de treino e após as 12 semanas de treino.

## 1.2 Amostra

A amostra foi constituída inicialmente por 18 indivíduos de ambos os sexos, (13 do sexo feminino e 5 do sexo masculino) com excesso de peso ou obesidade, todos eles estudantes da Universidade de Évora (Licenciaturas, Mestrados e Doutoramentos).

Foram critérios de inclusão: i) não ter problemas cardiovasculares, ii) ser alunos da UE, iii) ter excesso de peso ou obesidade, iv) ter disponibilidade para treinar 3 vezes por semana.

Foram critérios de exclusão: i) Absentismo às sessões de treino por um período superior a 3 semanas, ii) ter diabetes, iii) grávidas, iv) necessidades educativas especiais, v) traumas severos, vi) contra indicações médicas para a prática de exercício físico proposto.

Durante o decorrer da investigação, apenas 11 dos 18 indivíduos finalizaram o programa (figura 1). Três indivíduos abandonaram voluntariamente o programa, todos eles do sexo feminino, em que indicaram a falta de tempo como motivo para não concluírem o programa; um indivíduo, do sexo masculino desistiu, não participando em qualquer sessão de treino; e os outros três indivíduos, do sexo feminino, ausentaram-se por um período superior a 3 semanas do programa.

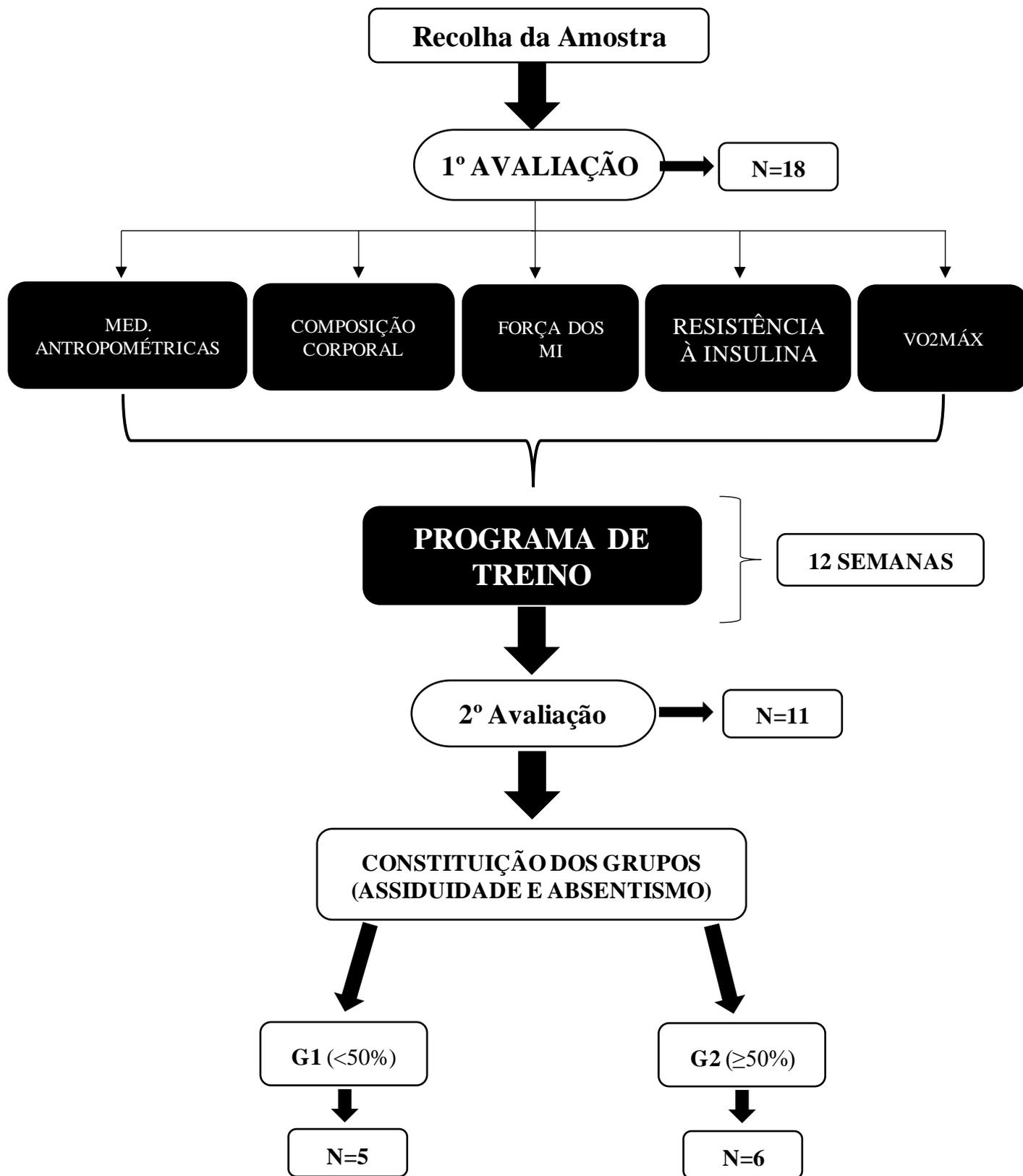


Figura 1: Diagrama de Flow, sobre o desenho do estudo.

Na tabela 3, caracterização da amostra, observa-se a idade e as principais variáveis da composição corporal, separadas pelo sexo e na sua totalidade. Os resultados referem a média e o desvio padrão e, ainda, o valor máximo e mínimo. Será de realçar o valor elevado do IMC dos participantes (masculino:  $29,6 \pm 1,50$ ; e feminino:  $29,5 \pm 1,00$ ).

**Tabela 3:** Caracterização da Amostra por género e total.

	<b>Género Masculino (n=4)</b>	<b>Género Feminino (n=7)</b>	<b>Total (n=11)</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
	<b>Média <math>\pm</math> DP</b>	<b>Média <math>\pm</math> DP</b>	<b>Média <math>\pm</math> DP</b>		
<b>Idade (anos)</b>	$36,75 \pm 3,74$	$33,34 \pm 5,61$	$34,64 \pm 3,90$	56	21
<b>Peso (kg)</b>	$87,52 \pm 3,75$	$75,87 \pm 3,84$	$80,1 \pm 3,20$	94,70	60,30
<b>Altura (m)</b>	$1,72 \pm 0,02$	$1,60 \pm 0,03$	$1,64 \pm 0,03$	1,760	1,51
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	$29,6 \pm 1,50$	$29,5 \pm 1,00$	$29,52 \pm 0,79$	33,29	26,17
<b>Perímetro da Cintura (cm)</b>	$97,3 \pm 3,10$	$86,31 \pm 4,00$	$90,29 \pm 3,16$	105	69

Este estudo foi aprovado pela comissão de Ética da Universidade de Évora e foi realizado obedecendo aos princípios da declaração de Helsínquia. A cada participante foi atribuído um código e os dados foram tratados anonimamente. Deste modo foi garantida a confidencialidade dos dados recolhidos, que foram somente utilizados para fins de carácter científico.

### 1.3 Procedimentos

Antes de iniciar qualquer tipo de atividade (avaliações ou treino) houve uma pequena apresentação do estudo aos indivíduos pelos investigadores, onde foi explicado como iria funcionar o presente estudo e qual seria o objetivo do programa de treino e ainda onde foi comunicado que a participação no presente estudo é de carácter voluntário. Também foi citado como seria a estrutura das sessões de treino e quais as variáveis que iriam ser estudadas. Além disso, durante a sessão foram veiculadas indicações nutricionais para ajudar os indivíduos a melhorar os seus hábitos alimentares. No final da apresentação e do

---

esclarecimento das dúvidas apresentadas pelos voluntários do estudo, foi entregue o consentimento informado (anexo I) a todos estes. O consentimento informado entregue foi assinado por todos os participantes na primeira sessão de treino.

O programa de exercício físico, para estudantes com excesso de peso ou obesidade decorreu em Évora, mais propriamente no pavilhão gimnodesportivo da Universidade. Teve uma duração de 12 semanas, sendo que a frequência de treino era de três vezes por semana, em que duas vezes os participantes treinavam acompanhados pelo profissional de atividade física (AF) (2ª e 3ª feira) e outra vez sem o acompanhamento do profissional de AF, (5ª feira) mas já com um plano de treino previamente delineado e explicado. A duração do treino era de 50 minutos.

Como exposto acima, a amostra foi dividida posteriormente em dois grupos, **G1** para o grupo de adesão inferior a 50% e **G2** para o grupo de adesão superior ou igual a 50% das sessões de treino do programa.

### **1.3.1 Programa de Treino (HIIT e Força)**

A estrutura de cada sessão de treino era organizada da seguinte forma:

**Aquecimento (10 min)** – Caminhada com mobilização articular durante aproximadamente 5 minutos. Nos outros 5 minutos realizava-se uma pequena atividade lúdica de interação entre os participantes.

**HIIT (21 minutos)** – Os participantes realizavam exercícios com o peso corporal (calisténicos), por exemplo, *Jumping Jacks*, *Mountain Climbers*, *Burpees*, *Wall Ball*, *Skiping*, *Jumping Squats*, *Step Up* e entre outros.

A intensidade deste tipo de treino era intervalada. Durante a realização deste protocolo de HIIT, os participantes oscilavam sempre entre duas intensidades de treino, entre 85% a 90% da FC de reserva (intensidade máxima) e entre 50% a 60% da FC de reserva (intensidade mínima). O protocolo iniciava com uma intensidade de 85% a 90% da FC de reserva, e finalizava a uma intensidade de 50% a 60% da FC de reserva, como demonstra a tabela 4.

---

Segundo ACSM (2006), para pessoas sedentárias ou que tenham excesso de peso ou obesidade é preferível trabalhar com valores da FCres

**Tabela 4:** Protocolo de HIIT

<b>TEMPO</b>	<b>HIIT (INTS)</b>	<b>REST (INTS)</b>
0'- 1'	85% a 90% da FCres	
1'- 2'		50% a 60% da FCres
2'- 3'	85% a 90% da FCres	
3'- 4'		50% a 60% da FCres
4' até 6' (durante 2 minutos)	85% a 90% da FCres	
6'- 7'		50% a 60% da FCres
7'- 8'	85% a 90% da FCres	
8'- 9'		50% a 60% da FCres
9' até 11' (durante 2 minutos)	85% a 90% da FCres	
11'- 12'		50% a 60% da FCres
12' – 13'	85% a 90% da FCres	
13'- 14'		50% a 60% da FCres
14' até 16' (durante 2 minutos)	85% a 90% da FCres	
16'- 17'		50% a 60% da FCres
17'- 18'	85% a 90% da FCres	
18'- 19'		50% a 60% da FCres
19'- 20'	85% a 90% da FCres	
20'- 21'		50% a 60% da FCres

---

' = a minuto; FCres = Frequência Cardíaca de Reserva

---

Foi pedido aos participantes que retirassem a FC de repouso após acordarem, de modo a esta ser mais exata e de se conseguir calcular a intensidade do treino.

No entanto, devido aos participantes terem excesso de peso ou obesidade e a sua capacidade aeróbica ser bastante reduzida tivemos que regular a intensidade do programa nas primeiras 4 semanas. Nas duas primeiras sessões de treino (primeira semana do programa) houve a necessidade de aumentar o repouso ativo, os participantes realizavam 1 minuto e 30 segundos de repouso ativo em vez do 1 minuto estipulado e apenas realizavam marcha durante esse 1 minuto e 30 segundos. Apenas dois participantes conseguiram atingir a intensidade pretendida no minuto de trabalho, os outros participantes tiveram dificuldade em atingir e permaneceram ligeiramente abaixo do estipulado (85% a 90% da FCres). Na terceira e quarta sessão de treino (segunda semana do programa) o repouso ativo teve a mesma duração da primeira semana, 1 minuto e trinta segundos de trabalho, no entanto os participantes já intercalavam a marcha com corrida lenta. Do mesmo modo da semana anterior, a maioria dos participantes ainda permaneceu abaixo na FCres pretendida no minuto de trabalho. Durante estas duas primeiras semanas do programa o tipo de exercícios foi bastante monótono, maioritariamente corrida, *jumping jacks*, *mountain climbers* e *Step Up*, pois os participantes tinham alguma dificuldade em realizar exercícios mais complexos.

Na Terceira semana (quinto e sexto treino) já conseguimos baixar o tempo do repouso ativo para 1 minuto e 15 segundos e os participantes durante esse tempo já mantinham uma corrida lenta, mas continua, sem intercalar com marcha. Todos os participantes nesta terceira semana já conseguiram atingir a FC pretendida para o minuto de trabalho (85% a 90% da FCres), contudo não ocorreu em todos os minutos.

Na quarta semana (sétimo e oitavo treino) o tempo do repouso ativo nos minutos iniciais já foi 1 minuto, conforme indicado no protocolo de HIIT, no entanto na parte final do treino de HIIT, como a fadiga já estava bastante acumulada, aumentou-se o tempo de descanso novamente para 1 minuto e 15 segundos. Nesta terceira e quarta semana, ainda houve necessidade de efetuar algumas alterações no tipo de exercício.

---

A partir da quinta semana até ao final do programa, os participantes já realizavam a maioria do protocolo de HIIT como pretendido, embora por vezes tenha sido necessário efetuar alguma alteração no tipo de exercício ou na duração do repouso ativo.

Para aqueles indivíduos que tiveram uma maior assiduidade notou-se uma grande evolução na qualidade de execução do protocolo de HIIT e numa maior resistência. Nos participantes que tiveram um maior absentismo houve necessidade de alterar mais vezes a metodologia do protocolo de HIIT, aumentando o tempo do repouso ativo e alterando o tipo de exercícios mesmo quando o programa já estava a meio.

**Treino de Força (15 minutos)** – Realizado no ginásio da Universidade de Évora.

Os participantes realizavam sempre seis exercícios de força em cada sessão de treino, os exercícios eram diversificados e alternando a solicitação entre o trem superior e o trem inferior. Os exercícios englobavam essencialmente os grandes grupos musculares. O número de séries e repetições de cada exercício teve um aumento gradual ao longo das 12 semanas. Nas primeiras 4 semanas os participantes realizaram os seguintes 6 exercícios:

- Supino plano (2x10 repetições); *Front Squat* (2x10 repetições); Puxador Frontal (2x10 repetições); Peso Morto (2x10 repetições); Press Militar com halteres (2x10 repetições); *Walking Lunge* (2x10 repetições);

Nas 4 semanas seguintes, os participantes realizaram diferentes exercícios comparativamente à primeira semana e aumentaram o número de séries e repetições;

- Supino Inclinado do halteres (3x12 repetições); *Back Squat* (3x12 repetições); Remada Baixa com barra (3x12 repetições); *Leg Press* (3x12 repetições); *Seated Pulley Row* (3x12 repetições); *Leg Curl* (3x12 repetições);

Nas últimas 4 semanas, houve novamente um aumento do número de séries e repetições, sendo o plano de treino mais uma vez alterado.

- Flexões (4x15 repetições); *Lunge* (4x15 repetições); *Thrusters* com barra (4x15 repetições); *Leg Extension* (4x15 repetições); Puxador Frontal com pega supinada (4x15 repetições); Abdominal *Crunch* (4x15 repetições);

---

Não foi estimada a carga adequada para cada participante através do teste de 1RM, apenas foi transmitida a informação aos participantes que teriam de encontrar uma carga forte para as repetições pretendidas.

O tempo de descanso entre repetições foi de 30 segundos e, entre séries, foi de 1 minuto.

**Retorno à calma/Alongamentos (5 minutos)** – Constituído por exercícios de alongamento muscular, que envolviam toda a musculatura corporal, iniciando no trem inferior e finalizando no trem superior.

No final de cada sessão de treino era ainda reservado um momento para recolha de *feedbacks* por parte dos participantes.

Assim sendo, **as sessões de treino tinham uma duração de aproximadamente 51 minutos**: 10 minutos para o Aquecimento, 21 minutos para o HIIT, 15 minutos para o Treino de Força e 5 minutos para o Retorno à calma.

**Materiais Utilizados** – Os materiais utilizados no HIIT foram pinos, colchões, bolas medicinais e steps. No treino de força foram utilizados *Dumbbells*, *Barbells* e máquinas de resistências com peso (*Multi-Station*, *Smith Machine*, *Peck Deck*, *Chest Press*, *Shoulder Press*, *Leg Press*, *Leg Extension*, *Leg Curl*).

#### **1.4 Variáveis e Instrumentos de Avaliação**

Seguidamente serão descritas as variáveis e respetivos instrumentos de avaliação do estudo. Importando referir que em todos os momentos de avaliações esteve presente um técnico responsável e devidamente conhecedor, para garantir a segurança dos participantes e proceder à recolha das variáveis. Previamente à sua aplicação, todos os protocolos de todos os teste foram devidamente ensaiados.

Todos os participantes foram instruídos que era necessário vestuário e calçado confortável para a aplicação de todos os testes de avaliação.

---

### 1.4.1 Avaliação Antropométrica

As medidas antropométricas avaliadas foram a altura (m), o peso (kg), o perímetro da cintura (cm) e o IMC (kg/m<sup>2</sup>), através da fórmula  $\frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Altura}^2 \text{ (m)}}$ .

A altura (m) foi medida através de um estadiómetro SECA, modelo 213, em que os participantes estavam descalços e com os calcanhares juntos e encostados à base vertical do estadiómetro, ombros descontraídos e braços estendidos ao longo do corpo, e cabeça orientada pelo plano horizontal de *Frankfort*. Durante a medição os participantes tinham de manter a posição ereta e inspirar.

Para aceder ao peso (kg) utilizou-se uma balança digital SECA, modelo 803. De modo a tornar-se uma medição mais exata os participantes encontravam-se sem calçado e com o mínimo de roupa possível. Durante a medição do peso (kg) os participantes estavam imóveis e com um olhar estático no plano horizontal.

Com estas duas variáveis foi possível calcular o IMC (kg/m<sup>2</sup>) de cada participante de modo a perceber se tinham o principal critério de inclusão, ter sobrepeso (IMC  $\geq 25,0$  kg/m<sup>2</sup> e  $\leq 29,9$  kg/m<sup>2</sup>) ou obesidade (IMC  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>)

Para a medição do perímetro da cintura (cm) foi utilizado uma fita métrica móvel, colocada no bordo superior da crista ilíaca. Os participantes não podiam ter qualquer roupa na zona abdominal nem executar qualquer tipo de contração. Foi executada duas medições e calculada a média.

Para a medição das três variáveis foi pedido aos participantes que tivessem no mínimo três hora em jejum e que não praticassem atividade física anteriormente.

### 1.4.2 Avaliação da Composição Corporal

A análise da composição corporal foi avaliada mediante absorptometria de raio X de dupla energia (DXA, Norland Excell Plus; Norland Inc., Fort Atkinson, USA). É considerada o modelo padrão para avaliar a composição corporal. Além de avaliar a composição corporal total, também fornece por regiões, como por exemplo da região abdominal.

---

Este método é simples e não-invasivo e têm uma duração de aproximadamente 7 minutos. Para executar esta avaliação são necessários alguns pré-requisitos, deste modo as recolhas foram feitas pela manhã, entre as 8 e as 10 horas, de maneira a que os participantes estejam num jejum de no mínimo 6 horas e sem praticar exercício físico anteriormente à avaliação. É necessário retirar todos os objetos metálicos.

As variáveis recolhidas foram % Massa Gorda (MG), MG (kg), Massa Magra (MM) (kg), % de MG na Região Abdominal e Quantidade de MG na Região Abdominal (kg)

### 1.4.3 Avaliação da Força dos Membros Inferiores

A força dos membros inferiores nos participantes foi avaliada através do *Biodex*, (*System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA*). Este é um instrumento fiável e válido que avalia a força Isocinética. Após a explicação dos procedimentos por parte dos investigadores, os participantes realizaram um aquecimento de 1 minuto e 3 repetições à velocidade do teste para se familiarizarem.

O membro avaliado foi o dominante, e as variáveis recolhidas foram o “*peak torque*” (momento de força máxima: N-M), a uma velocidade angular de 60°/s para a extensão e flexão do joelho e o rácio do par Agonista/Antagonista (%). (Figura 2)

Na figura abaixo observa-se um participante a preparar-se para realizar o teste de força dos membros inferiores, através do *Biodex*.



**Figura 2:** Preparação para a realização do Teste de Força para os Membros Inferiores

---

#### 1.4.4 Avaliação da Resistência à Insulina

A tolerância à glicose dos participantes e a respectiva predisposição para DM2 foi acedida através de análises bioquímicas.

O protocolo utilizado foi o OGTT (Teste Oral de Tolerância à Glicose). A colheita utilizando este protocolo foi realizada da parte da manhã, às 8 horas, em que os participantes estavam num jejum de pelo menos 8 horas e não superior a 16 horas. Após uma picada no dedo para anotar os valores de glicémia plasmática em jejum os participantes ingeriram glicose por via oral (75 gr de glicose em 200 ml de água) e repetiram as colheitas de sangue após 60 minutos e após 120 minutos. Assim, as variáveis foram a glicémia plasmática (mg/dl) em jejum, a glicémia plasmática (mg/dl) após 60 minutos da ingestão da glicose e a glicémia plasmática (mg/dl) após 120 minutos da ingestão da glicose.

Durante o decorrer da prova os participantes estiverem sentados confortavelmente, não podendo realizar qualquer tipo de atividade energética, sendo apenas permitido andar um pouco, como se pode observar na figura 2.

Não foi permitido fumar ou beber café antes e durante o exame.

Na figura seguinte é possível verificar dois participantes juntamente com o investigador a realizar as colheitas de sangue.



**Figura 3:** Avaliação da Resistência à Insulina

---

### 1.4.5 Avaliação do VO2max

Para a obtenção do VO2max, foi utilizado o teste sub maximal de *Astrand* no ciclo ergómetro (1954), com uma duração aproximada de 6 minutos.

Este teste tem como objetivo avaliar o rendimento físico dos participantes após um exercício de intensidade padronizada.

Antes de iniciar o protocolo de *Astrand* foi necessário calibrar o ciclo ergómetro (Monark Ergomedic 839E). Procedeu-se também ao exame da pressão arterial e da frequência cardíaca em repouso dos participantes, pois caso a PAS tivesse acima de 180 mmHg não se podia realizar o teste. Após isto, equipou-se cada participante com um cárdio frequencímetro para observar a FC a cada minuto durante o teste, como se observa na figura 3. Caso não exista aumento da FC durante o teste, este interrompe-se de imediato.

O teste submaximal de *Astrand* iniciou-se com uma carga de 75 watts para o sexo feminino e uma carga de 100 para o sexo masculino, durante 3 minutos, sempre a 50 rpm. Ao fim dos 3 minutos regista-se a FC e ajusta-se a carga conforme descrito na tabela 5:

**Tabela 5:** Regulação do Ciclo ergómetro de acordo com a FC ao terceiro minuto.

Frequência Cardíaca (bpm)	Carga (watts)
<120	+75
120 – 129	+50
130 – 139	+25
140 – 149	0
150 – 159	-25
>160	-50

Após o ajuste os participantes realizaram o teste durante mais 3 minutos e finalizaram ao sexto minuto quando a diferença entre o quinto e o sexto era inferior a 10 bpm. O cálculo do VO2máx foi calculado através de uma fórmula (anexo 2). Consoante a idade do participante, acima de 35 anos, multiplica-se o valor do VO2máx por um valor/fator (anexo 2).

---

Na figura 3 observamos um participante a realizar o teste de *Astrand* (1954), com a supervisão do investigador.



**Figura 4:** Realização do Teste de Astrand (1954)

## 1.5 Análise Estatística

Para a realização da análise estatística foi utilizado o *software SPSS (Statistical Package for Social Sciences)*, versão 25.0. Na organização dos dados recolhidos foi utilizado o *Microsoft Excel 2011*. Em todas as variáveis foi realizada uma análise descritiva, média  $\pm$  desvio padrão.

A normalidade das distribuições foi testada usando o teste de *Shapiro-Wilk*, para amostras reduzidas ( $N \leq 50$ ). Todas as variáveis seguem uma distribuição normal. Para realizar as comparações intra-grupo optou-se por utilizar o teste de Wilcoxon e para a comparação inter-grupos foi utilizada a técnica estatística não-paramétrica, o teste de Mann-Whitney, onde comparamos se existia diferenças significativas entre os dois grupos de trabalho nas variáveis estudadas.

O nível de significância estabelecido foi para  $p \leq 0,05$ , em todas as análises estatísticas.

## Capítulo VI – Resultados

Neste capítulo apresentamos os resultados obtidos neste programa de intervenção.

Os resultados apresentados estão tratados tendo em conta a assiduidade dos participantes nas sessões de treino. Assim sendo, como já explicado na metodologia, dividimos a amostra em dois grupos, **G1** (assiduidade <50%) e **G2** (assiduidade ≥50%). As seguintes tabelas apresentam as alterações que existiram dentro de cada grupo, antes e após o programa de intervenção, e quais as diferenças significativas que ocorreram em cada variável comparando os dois grupos de intervenção.

### 1.1 Variáveis Antropométricas

Na tabela 6 são apresentados os resultados referentes às avaliações antropométricas dos dois grupos (**G1 e G2**), antes e após o programa de treino.

**Tabela 6:** Análise das Variáveis Antropométricas antes e após o programa em ambos os grupos.

	G1 (n =5)		G2 (n=6)	
	Início Média ± DP	Fim Média ± DP	Início Média ± DP	Fim Média ± DP
<b>Peso (Kg)</b>	74,94 ± 5,30	71,78 ± 3,85	84,42 ±3,31	79,32 ±2,86 <sup>a</sup>
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	28,12 ± 0,76	27,03 ± 0,47	30,69 ±1,14	28,81 ± 0,91 <sup>a</sup>
<b>Perímetro da Cintura (cm)</b>	84,84 ± 5,15	85,44 ± 4,14	94,83 ±3,13	90,08 ± 3,52 <sup>a</sup>

Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>a</sup> –  $p \leq 0,05$ , teste de Wilcoxon para amostras relacionadas; G1: assiduidade inferior a 50 %; G2: assiduidade superior ou igual a 50%. IMC: Índice de massa corporal

Ao comparar os efeitos intra-grupo, entre o antes e o após programa, verificou-se que o G2 obteve resultados significativos nas três variáveis, peso ( $p=0,028$ ), IMC ( $p=0,028$ ) e PC ( $p=0,027$ ), apresentando diminuição dos seus valores. Em relação ao G1 não foram verificadas diferenças significativas, intra-grupo, nas variáveis antropométricas.

Na comparação inter-grupos, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre grupos, quer na avaliação pré-intervenção quer na avaliação pós-intervenção.

---

## 1.2 Variáveis da Composição Corporal

Na tabela 7 são apresentados os resultados referentes à avaliação da composição corporal entre os dois grupos (**G1 e G2**), antes e após o programa de treino.

**Tabela 7:** Análise das Variáveis da Composição Corporal antes e após o programa em ambos os grupos

	G1 (n =5)		G2 (n=6)	
	Início Média ± DP	Fim Média ± DP	Início Média ± DP	Fim Média ± DP
<b>MG (kg)</b>	24,73 ± 1,48	24,77 ± 1,55	30,60 ± 3,08	27,69 ± 2,65 <sup>a</sup>
<b>%MG</b>	32,68 ± 2,05	33,56 ± 1,83	36,38 ± 3,76	35,05 ± 3,69 <sup>a</sup>
<b>MM (kg)</b>	47,73 ± 4,68	47,25 ± 4,8	51,18 ± 3,83	49,35 ± 3,91 <sup>a</sup>
<b>Gordura Região ABS (kg)</b>	2,70 ± 0,29	2,67 ± 0,25	3,45 ± 0,33	2,96 ± 0,24 <sup>a</sup>
<b>% Gordura Região ABS</b>	35,76 ± 1,26	36,04 ± 1,65	40,07 ± 2,57	39,02 ± 2,30

Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>a</sup> –  $p \leq 0,05$ , teste de Wilcoxon para amostras relacionadas; G1: assiduidade inferior a 50 %; G2: assiduidade superior ou igual a 50%. MG: Massa Gorda, MM: Massa Muscular, ABS: Abdominal.

Na comparação intra-grupo, apenas no G2 se verificaram resultados significativos após o programa, nas variáveis MG (kg) ( $p=0,028$ ), %MG ( $p=0,043$ ), MM (kg) ( $p=0,046$ ) e Gordura na Região ABS (kg) ( $p=0,028$ ), tendo os seus valores melhorado. No G1 não foram observadas alterações significativas, intra-grupo, nas variáveis da composição corporal.

Na comparação inter-grupos, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre grupos, quer na avaliação pré-intervenção quer na avaliação pós-intervenção.

### 1.3 Variáveis da Força dos Membros Inferiores

Na tabela 8 são apresentados os resultados referentes à avaliação da força dos Membros Inferiores entre os dois grupos (**G1 e G2**), antes e após o programa de treino.

**Tabela 8:** Avaliação das Variáveis do Dinamómetro Isocinético antes e após o programa em ambos os grupos.

	<b>G1 (n =5)</b>		<b>G2 (n=6)</b>	
	Início Média ± DP	Fim Média ± DP	Início Média ± DP	Fim Média ± DP
<b>Peak Torque (Extensão) (N-M)</b>	161,42 ± 17,59	149,66 ± 14,89	174,15 ± 24,17	162,82 ± 20,67
<b>Peak Torque (Flexão) (N-M)</b>	75,72 ± 7,93	78,22 ± 8,77	82,73 ± 12,55	81,92 ± 11,64
<b>Rácio Agon/Antag (%)</b>	47,52 ± 2,83	52,06 ± 1,38	47,08 ± 1,09	50,12 ± 1,57

Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>a</sup> –  $p \leq 0,05$ , teste de Wilcoxon para amostras relacionadas; G1: assiduidade inferior a 50 %; G2: assiduidade superior ou igual a 50% . Rácio Agon/Antag: Rácio do par Agonista/Antagonista.

Ao observar os valores da força, obtidos através do dinamómetro isocinético, (*Bio-dex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA*), presentes na tabela 8, verifica-se que não foram encontradas diferenças significativas na comparação entre os dois grupos. Relativamente à comparação intra-grupo, não foram observados resultados estatisticamente significativos em nenhuma das variáveis da força dos membros inferiores, em ambos os grupos.

---

## 1.4 Variável Resistência à Insulina

Na tabela 9 são apresentados os resultados referentes à avaliação da resistência à insulina, pelo OGTT entre os dois grupos (**G1 e G2**), antes e após o programa de treino.

**Tabela 9:** Avaliação da Glicemia, em três momentos, antes e após o programa em ambos os grupos.

	G1 (n=5)		G2 (n=6)	
	Início Média ± DP	Fim Média ± DP	Início Média ± DP	Fim Média ± DP
<b>RI (mg/dl) (0')</b>	92,80 ± 3,79	98,60 ± 5,13	89,83 ± 3,22	89,83 ± 3,58
<b>RI (mg/dl) (60')</b>	163,00 ± 5,60	162,80 ± 13,76	140,05 ± 15,08	129,00 ± 8,83
<b>RI (mg/dl) (120')</b>	123,60 ± 7,78	126,20 ± 7,40	111,83 ± 5,18	102,33 ± 5,91 <sup>a</sup>

Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>a</sup> –  $p \leq 0,05$ , teste de Wilcoxon para amostras relacionadas; G1: assiduidade inferior a 50 %; G2: assiduidade superior ou igual a 50%. RI: Resistência à Insulina.

Ao comparar os dois grupos, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas três colheitas de sangue. Somente a colheita do minuto 120, para a avaliação pós-intervenção, é que esteve perto de ser significativa,  $p=0,068$ . Relativamente à comparação intra-grupo, apenas o G2 teve resultados estatisticamente significativos, na colheita do minuto 120 ( $p=0,043$ ), em que o seu valor diminuiu.

---

## 1.5 Variável VO2máx

Na tabela 10 são apresentados os resultados referentes à avaliação do consumo máximo de oxigênio (VO2máx) entre os dois grupos (**G1 e G2**), antes e após o programa de treino.

**Tabela 10:** Avaliação do VO2máx antes e após o programa em ambos os grupos.

	<b>G1 (n=5)</b>		<b>G2 (n=6)</b>	
	Início Média ± DP	Fim Média ± DP	Início Média ± DP	Fim Média ± DP
<b>VO2máx (ml/kg/min)</b>	26,01 ± 3,89	27,68 ± 2,81	30,35 ± 6,18	38,39 ± 6,40 <sup>a</sup>

Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>a</sup> –  $p \leq 0,05$ , teste de Wilcoxon para amostras relacionadas; G1: assiduidade inferior a 50 %; G2: assiduidade superior ou igual a 50%. VO2máx: Consumo Máximo de Oxigênio.

Relativamente aos resultados do VO2máx, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na comparação entre os grupos, quer na avaliação pré-intervenção quer na avaliação pós-intervenção.

Ao comparar os efeitos intra-grupo, apenas no G2 se verificou resultados estatisticamente significativos no VO2máx ( $p=0,028$ ), tendo o VO2máx aumentado

## Capítulo VII - Discussão

---

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de um programa de treino, HIIT e força, ao nível da composição corporal, medidas antropométricas, força dos membros inferiores, VO<sub>2</sub>máx e resistência à insulina. Neste contexto, foi também importante perceber o efeito do programa que durou 12 semanas em função da assiduidade/absentismo uma vez que a literatura aponta este aspeto como uma questão fundamental para o êxito e eficácias dos programas. (Harrison, McNair, & Dugdill, 2005 & Roger A. Harrison, Roberts, & Elton, 2005) Em acordo para a realização da análise dos dados considerou-se o grupo **G1**, constituído por participantes que tiveram uma adesão aos treinos inferior a 50% e outro grupo **G2**, constituído por participantes que tiveram uma adesão superior ou igual a 50%. Na análise intra-grupo, foram identificadas diferenças significativas (melhorias) nas variáveis antropométricas (Peso, IMC e PC), em algumas variáveis da composição corporal (%MG, MG, MM e quantidade de Gordura na Região Abdominal), na variável VO<sub>2</sub>máx e na Resistência à Insulina no minuto 120, para o G2. Enquanto que para o G1, não foram demonstradas diferenças significativas intra-grupo em nenhuma das variáveis.

Por fim, após a intervenção, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na comparação inter-grupos nas variáveis estudadas.

### 1.1 Variáveis Antropométricas

Embora não se tenha verificado diferenças estatisticamente significativas nas variáveis antropométricas (peso e IMC), entre os dois grupos após o programa, a análise descritiva demonstra que ambos os grupos (G1 e G2), diminuíram o peso e o IMC desde a avaliação inicial para a avaliação pós programa. O G1 teve uma variação de -3,16 kg no peso, desde o início do programa até ao fim, e o G2 teve uma variação de -5,1 kg. Deste modo é de salientar que os participantes que tiveram uma maior adesão ao programa de exercício físico registaram uma maior redução no peso desde o início do programa até ao fim. Que pode ser comprovado na análise intra-grupo, no G2, que tiveram resultado significativos no peso e IMC,  $p=0,028$  e  $p=0,028$  respetivamente. Um aumento do gasto de energia através do exercício, e aliado a uma diminuição na ingestão diária de calorias é eficaz na indução para perda de peso. (King, Hester, & Gately, 2007)

---

Os nossos resultados vão de encontro ao estudo de Gorostegi-Anduaga et al. (2018) que verificaram o efeito do HIIT de baixo volume (20 minutos), na perda de peso corporal, que foi cerca de -6,3kg. O programa teve a duração de 16 semanas e os participantes treinavam 2 vezes por semana, em dias não consecutivos. Deste modo, em ambos os estudos foram observados reduções no peso corporal.

No que toca ao IMC também existiu uma diminuição em ambos os grupos, G1 teve uma variação de -1,09 kg/m<sup>2</sup> e o G2 uma variação de -1,28 kg/m<sup>2</sup>, existindo uma relação direta entre estas variáveis de peso e IMC.

No perímetro da cintura ocorreram diferenças significativas, em que o grupo com menor assiduidade teve um ligeiro aumento, enquanto que o grupo com maior assiduidade teve uma diminuição considerável. Ao verificar novamente o estudo de Gorostegi-Anduaga et al. (2018), reparamos que os participantes além de diminuírem o peso também diminuíram o PC, verificando-se uma redução de 6,6 centímetros após as 16 semanas. Assim sendo verificamos que estes resultados vão de encontro com o presente estudo, em que também ocorreu uma redução do PC após o programa no G2, em cerca -4,75 centímetros.

Outro estudo de Martins et al. (2016), que comparou os efeitos de 2 programas de HIIT (longa (n=16) e curta (n=16) duração) e do MICT (N=14), durante 12 semanas, ao nível da composição corporal em indivíduos obesos concluiu que não ocorreram diferenças significativas entre estes 3 grupos de treino. No entanto o grupo de HIIT de curta duração teve uma redução de -1,8 kg no peso corporal e -4,7 cm no perímetro da cintura, resultados estes que vão de encontro aos do G2 do presente estudo. Ambos os protocolos de HIIT, de curta e longo duração, e do MICT foram realizados num cicloergómetro.

Um outro estudo, de Dias et al. (2015) que apenas comparou os efeitos do treino de força em jovens obesos, ao nível das medidas antropométricas, composição corporal e características laboratoriais também observou uma redução de -0,8kg no peso corporal e de -3 cm no perímetro da cintura. O programa teve a duração de 12 semanas e os participantes (n=44) treinavam 3 vezes por semanas em dias não consecutivos

---

## 1.2 Variáveis da Composição Corporal

Nas variáveis da composição corporal, ao comparar os dois grupos, G1 e G2, não foram observadas diferenças significativas da avaliação pré, para a avaliação pós programa. Na análise intra-grupo apenas o G2 obteve resultados estatisticamente significativos, nas variáveis MG (kg), %MG, MM (kg) e Gordura na Região Abdominal (kg).

No G2 ocorreu uma diminuição de 1,33% na percentagem de MG desde a primeira avaliação para a última avaliação, indo de encontro ao estudo de Maud et al. (2019), em que analisou os efeitos do treino de HIIT (n=21) *versus* treino contínuo de intensidade moderada (MICT) (n=22) durante 16 semanas, em adolescentes com obesidade, com e sem restrição calórica e concluiu que o programa de HIIT teve uma redução significativa na percentagem de massa gorda, cerca de -4,7%, ocorrendo em ambos os estudos uma diminuição na % de MG. No entanto é de referir que o estudo de Maud et al. (2019) teve uma maior duração e os participantes tiveram acompanhamento na parte alimentar. Outro estudo de Gorostegi-anduaga et al. (2018) que investigaram o efeito de três diferentes programas de exercício físico (grupo de HIIT de alto volume (45 minutos) (n=44), grupo de HIIT de baixo volume (20 minutos) (n=44) e MICT (45 minutos) (n=42)) ao nível da composição corporal durante 16 semanas. Os participantes dos diferentes grupos treinavam 2 vezes por semana, em dias não consecutivos. Observou-se no grupo de HIIT de baixo volume, que tinha duração similar ao do presente estudo, também uma redução estatisticamente significativa na % de MG, verificando-se o mesmo no G2 do presente estudo.

A quantidade de massa muscular no G2 teve uma redução estatisticamente significativa, em que os participantes diminuíram 1,83kg desde a primeira avaliação para a última avaliação. Num estudo recente de Maud et al. (2019), mencionando anteriormente, os participantes do grupo de HIIT também tiveram uma redução na quantidade de massa muscular, de -0,4kg desde a primeira avaliação para a última avaliação, indo estes resultados de encontro com os do G2 do presente estudo. Além deste estudo, os nossos resultados também vão de encontro ao estudo de Dias et al. (2015) em que observou os efeitos de um

---

programa de treino de força em adolescentes obesos (n=24), com uma duração de 12 semanas. Os participantes treinavam 3 vezes em dias não consecutivos. Verificou-se também uma redução de 0,3kg da primeira avaliação para a última avaliação.

Na nossa opinião os motivos que podem ter levado à diminuição da quantidade de massa magra serão o facto de não ter existido um acompanhamento nutricional durante a intervenção do presente estudo e, também, por não termos utilizado o teste de 1RM para determinar a carga ideal para cada participante na parte do treino de força.

A outra variável, quantidade de gordura na região abdominal (kg), teve reduções estatisticamente significativas novamente para o G2, desde a primeira avaliação para a última avaliação. A diminuição foi de -0,49 kg. Esta quantidade de gordura na região abdominal é reconhecida como grande fator de risco para doenças cardiovasculares, diabetes, dislipidemia e síndrome metabólica.(Olinto et al., 2006) Numa meta análise de Verheggen et al. (2016), confirmaram que uma dieta ou um treino isolado podem alterar significativamente a quantidade de gordura abdominal, mas geralmente em maior grau com o exercício. Exercícios com altas intensidades, parecem ser mais propensos a reduzir a % de gordura total e exercícios com intensidade mais baixas, sugerem ser mais bem-sucedidos para reduzir a massa gorda abdominal e visceral. (Maillard, Pereira, & Boisseau, 2017)

Os nossos resultados vão de encontro ao estudo de Zhang et al. (2017), que comparou os efeitos do treino de HIIT (n=15), do MICT (n=15) e de um grupo de controlo sem intervenção (n=13), na redução da gordura abdominal em mulheres obesas, durante 12 semanas e concluíram que não ocorreram diferenças significativas entre os dois métodos de treino, HIIT e MICT, na redução da gordura abdominal. No entanto houve uma diminuição de 0,3kg na quantidade de gordura na região abdominal para o grupo de HIIT, desde a avaliação inicial para a avaliação pós programa, indo de encontro com os resultados do G2 do presente estudo.

---

### 1.3 Variáveis da Força dos M.I

A obesidade está associada a distúrbios músculo-esqueléticos como sobrecarga mecânica, (Fabris et al., 2013) baixa condição muscular (Teasdale et al., 2007) e aumento da prevalência de dor músculo-esquelética. (Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills, 2006) A massa gorda excessiva, característica da obesidade, é considerada como determinante da força muscular relativa reduzida, (Slemenda et al., 1998) da dor nas articulações dos membros inferiores e das limitações funcionais, principalmente em indivíduos com obesidade grave. (Fabris et al., 2013)

A função muscular dos membros inferiores (flexores e extensores) é importante para a estabilidade postural das atividades do dia a dia e para a mobilidade, foi identificada como um preditor independente para o aumento do risco de queda, ocorrência de fraturas e, também, quando diminuída, está associado a um aumento da taxa de mortalidade. (Tinetti & Kumar, 2010) A força muscular será determinante para avaliar sobretudo o perfil da condição muscular de um indivíduo. (Dias et al., 2015)

Neste estudo foram analisadas três variáveis (*Peak Torque* para extensão e flexão a 60°/s e Rácio Agonista/Antagonista a 60°/s) para avaliar a força muscular do membro inferior dominante nos participantes.

Na variável *peak torque*, que representa a capacidade máxima de força dos músculos, (Dias et al., 2015) apenas foram observadas diferenças na análise descritiva, tanto para a extensão como para a flexão. Na análise intra-grupo, para o G1 e G2, não ocorreram diferenças significativas. No entanto na comparação entre os dois grupos, a variável *peak torque* para a extensão esteve bastante perto de ser significativa,  $p=0,057$ , para a flexão ao comparar os dois grupos, também não se observaram diferenças significativas.

Os resultados do presente estudo não vão de encontro ao estudo de Dias et al. (2015), que analisou os efeitos de um treino de força em adolescentes obesos (n=24), pois este observou um aumento no *peak torque*, para a extensão e flexão, desde o início do programa até ao fim do mesmo (12 semanas). De facto, estes resultados, contrariam os

---

resultados do presente estudo que evidenciaram uma diminuição dos valores de *peak torque* dos dois grupos, desde o início do programa até ao fim, exceto no G1 para o *peak torque* para a flexão, em que o G1 aumentou o seu resultado médio em apenas +2,5 N.M.

Um dos motivos que pode ter feito com que o *peak torque* diminui-se para a extensão (G1 e G2), e para a flexão no G2, poderá ser, a não utilização do teste de 1RM para cálculo da carga ideal para os participantes na parte do treino de força, teste este que é visto como um modelo padrão na avaliação da força muscular máxima e é bastante usado no desenvolvimento de programas de força e condição física para clientes, pacientes e atletas. (Urquhart, Moir, Graham, & Connaboy, 2015)

Outras razões que podem ter levado à diminuição do *peak torque* poderá ser a diferença de idades que existiu nos participantes do nosso estudo e a diminuição da sua quantidade de massa muscular pré-pos programa, que pode ter acontecido devido à não monitorização da ingestão calórica diária dos participantes, pois dietas com baixas calorias são bastante vezes utilizadas para tratamento da obesidade, e, uma das principais preocupações no uso de tais dietas é a quantidade de massa livre de gordura, que é perdida juntamente com a massa gorda. (Paoli, 2014) Deste modo é de interesse geral encontrar estratégias de perda de peso que promovam a perda de MG e preservação de massa muscular. (Jabekk, Moe, Meen, Tomten, & Høstmark, 2010 & Moreno et al., 2014)

A outra variável estudada, é o rácio agonista/antagonista, que normalmente é calculada através da razão entre os valores do *peak torque* na flexão do joelho e os valores do *peak torque* na extensão do joelho. (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998) Do mesmo modo como ocorreu alteração nas duas variáveis mencionadas acima também se verificou alterações no rácio agonista/antagonista da primeira avaliação para a última avaliação em ambos os grupos. A diferença da primeira avaliação para a última avaliação no G1 foi de +4,54% e de +3,04% para o G2, ocorrendo assim um maior equilíbrio entre os músculos flexores e extensores do joelho, pois segundo Croce, Pitetti, Horvat, & Miller. (1996) & Dias et al. (2004) que defendem, que para uma velocidade angular de 60°/s. os valores saudáveis tendem a estar próximos de 60% para o rácio agonista/antagonista, que vai assim de encontro com o nosso estudo, em que os participantes

---

de ambos os grupos se aproximaram mais deste valor desde a primeira avaliação para a última avaliação. No entanto, importa realçar que, relativamente a um valor normativo do rácio agonista/antagonista para uma velocidade angular de 60°/s parece haver pouco consenso. (Coombs & Garbutt, 2002)

De acordo com Américo, de Souza, Guimarães, & Rolla. (2011) quando o desequilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas é superior a 10% o risco de lesão é de 3 a 20 vezes superior ao do músculo que não apresenta desequilíbrios, existindo então uma maior suscetibilidade à lesão no grupo muscular mais fraco.

A comparação dos resultados do estudo ao nível do rácio agonista/antagonista foi dificultada devido à grande variabilidade encontrada na literatura nos protocolos de teste, nomeadamente a velocidade, a marca do dinamómetro, a amplitude de movimento e a referência da correção do efeito da gravidade no *peak torque* (Carvalho & Cabri, 2007). Contudo comparando o nosso estudo em que só participaram pessoas com excesso de peso e obesidade, com o estudo de Carvalho and Cabri (2007), em que participaram somente futebolistas profissionais de todas as posições, na avaliação isocinética da força dos membros inferiores, observou-se na variável rácio agonista/antagonista, para uma velocidade de execução de 60°/s, que todos os futebolistas (N=245) atingiram valores mais próximos dos recomendados pela literatura, próximo dos 60%, o que também vai de encontro com os resultados do presente estudo, em que ambos os grupos (G1 e G2) desde a primeira avaliação para a avaliação pós programa, aumentaram esta variável para valores mais próximos daqueles recomendados pela literatura, os 60%.

#### **1.4 Variável VO<sub>2</sub>máx**

O consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2</sub>máx) reflete a máxima capacidade de uma pessoa absorver, transportar e consumir oxigénio. (Albouaini, Egred, Alahmar, & Wright, 2007) e recomenda-se que seja expresso em ml/kg/min. (Weisman et al., 2003)

Os valores de VO<sub>2</sub>máx variam conforme a idade, sexo, peso, nível de atividade física diária e tipo de exercício. (Weisman et al., 2003) Tabagistas e sedentários apresentam valores menores de VO<sub>2</sub>máx. (Weisman et al., 2003) Todos os nossos participantes eram sedentários, não praticaram previamente ao programa qualquer tipo de atividade física.

---

No presente estudo foi evidenciado uma melhoria em ambos os grupos no que toca ao VO<sub>2</sub>máx acedido através do protocolo de *Astrand (1954)*, para cicloergómetro. No entanto foi apenas estatisticamente significativa no G2,  $p=0.028$ .

Estes resultados vão de encontro ao estudo de Gorostegi-Anduaga et al., (2018), que investigaram o efeito de um programa de exercício físico em 3 grupos (grupo de HIIT de alto volume, grupo de HIIT de baixo volume e grupo de treino contínuo de intensidade moderada), durante 16 semanas. Os participantes dos diferentes grupos treinavam 2 vezes por semana, em dias não consecutivos. Apenas o grupo HIIT de baixo volume treinava 20 minutos enquanto que os outros dois grupos treinavam 45 minutos. Foi verificado em ambos os grupos de HIIT um aumento nos níveis de VO<sub>2</sub>máx do pré para o pós programa, (7 a 8 ml/kg/min) com um valor de  $p=0,003$  inter-grupos. Os nossos resultados (+8 ml/kg/min para o G2), vão de encontro aos resultados encontrados no programa de treino de HIIT, sendo ambos os programas eficazes no aumento do VO<sub>2</sub>máx dos participantes.

Comparando agora o presente estudo com o estudo de Ghasemi and Nayebifar (2019), que investigou os benefícios de um programa de HIIT (n=30) com suplementação de chá verde, em mulheres com sobrepeso ao nível do VO<sub>2</sub>máx, durante 10 semanas verificou que ocorreu um aumento de cerca de 5 ml/kg/min da primeira avaliação para a última avaliação, e com um valor de  $p=0,007$ , intra-grupo. Assim sendo, embora os participantes do estudo serem apenas mulheres os resultados vão de encontro aos resultados obtidos no nosso estudo, mais propriamente no G2, que teve um aumento de 8 ml/kg/min e um valor de  $p=0,028$ , intra-grupo.

Outro estudo, (Martins et al., 2016), que teve a mesma duração que o nosso estudo (12 semanas) e com a mesma frequência semanal de treino (3x por semana) investigou o efeito de um programa de HIIT e de um Treino Contínuo de Intensidade Moderada no VO<sub>2</sub>máx de jovem-adultos obesos e sedentários (N=46). Foram observadas diferenças significativas ( $p<0,001$ ) intra-grupo no programa HIIT, que por sua vez vai de encontro aos resultados obtidos no nosso estudo, no G2 ( $p=0,028$ ).

---

## 1.5 Variável da Resistência à Insulina

O excesso de gordura corporal característico da obesidade está relacionado com diversas alterações cardio metabólicas, que incluem a resistência à insulina. A resistência à insulina está associada a um conjunto de distúrbios metabólicos e cardiovasculares (dislipidemia, hipertensão, obesidade visceral, intolerância à glicose e disfunção endotelial), que são fatores de risco independentes para doenças cardiovasculares. (R. A. DeFronzo, 2010) Além disto, reduzir a resistência à insulina impede o desenvolvimento de diabetes tipo II. (Azen et al., 1998)

Os benefícios do exercícios físico sobre a sensibilidade à insulina é demonstrado tanto em exercícios aeróbios como em exercícios de força, (Giancula et al., 2013) no entanto o mecanismo pela qual essas modalidades de exercício melhoram a sensibilidade à insulina parecem ser diferentes, (Pollock et al., 2000) o que sugere que a combinação destas duas modalidades (exercícios aeróbio e de força) seja a melhor solução. Assim sendo, ao combinarmos a metodologia de HIIT e de Treino de Força no programa do nosso estudo surgiu a hipótese de que usámos o método “ideal” para melhorar a sensibilidade à insulina dos nossos participantes.

Ao analisar o G1, observamos que não ocorreram grandes diferenças desde a primeira avaliação para a última avaliação, o que vai de encontro à informação de que o efeito do exercício físico sobre a sensibilidade à insulina terá efeitos durante 12 a 48 horas após as sessões de exercício, e de que, no entanto, os seus valores voltarão ao níveis “pré-exercício” em três a cinco dias após a última sessão de exercício físico. (Eriksson, Taimela & Koivisto, 1997) Esta constatação reforça a necessidade de praticar exercício com frequência e regularidade. Recordar-se que o G1 corresponde ao grupo de participantes que teve uma adesão ao programa inferior a 50%.

No G2, ocorreram diferenças significativas intra-grupo, desde a primeira avaliação para a última avaliação na colheita de sangue ao minuto 120 ( $p=0,043$ ), em que os participantes na primeira avaliação tinham um valor de glicémia plasmática ao minuto 120 de 111,83 mg/dl e na última avaliação um valor de 102,33 mg/dl ao minuto 120, ocorrendo uma diminuição de cerca 9,5 mg/dl. Estes resultados vão de encontro ao estudo de Álvarez,

---

Ramírez-Campillo, Ramírez-Vélez, & Izquierdo (2017), que investigou os efeitos de um programa de HIIT, com uma duração de 10 semanas, nos valores de glicémia plasmática em mulheres (N=40) com elevada resistência à insulina (N=20) e baixa resistência à insulina (N=20) e observou que o HIIT foi eficaz na redução da glicémia plasmática em ambos os grupos (elevada resistência à insulina e baixa resistência à insulina), cerca de -10 mg/dl no grupo de elevada resistência à insulina e -2 mg/dl no grupo de baixa resistência à insulina. Os protocolos utilizados para determinar a glicémia plasmática nos dois estudos foram diferentes, no entanto o que é importante concluir é que os valores de glicémia plasmática reduziram com a prática do treino intervalado de alta intensidade (HIIT).

Os mecanismos envolvidos nos efeitos do HIIT não estão bem compreendidos, no entanto o aumento na sensibilidade à insulina podem explicar um aumento na disposição periférica da glicose, o que provavelmente aumenta o conteúdo de proteína (Glut-4) e a capacidade mitocondrial (Little et al., 2011), podendo essas alterações aumentar a oxidação de gorduras.

Por fim, embora mesmo a maioria dos valores não sendo estatisticamente significativos, ao analisar a estatística descritiva de ambos os grupos, nos três momentos da coleta de sangue (0'; 60'; 120'), os participantes de ambos os grupos não estão diagnosticados como pré-diabéticos nem como diabéticos, pois para serem diagnósticos como pré-diabéticos teriam de ter um valor de glicémia plasmática entre 140 mg/dl a 199 mg/dl ao minuto 120 e para serem diagnosticados como diabéticos, os participantes teriam de ter valores de glicémia plasmática  $\geq 200$  mg/dl ao minuto 120 e caso isso ocorresse seria necessário repetir um segundo teste para confirmar. (Care, 2018)

## Capítulo VIII – Limitações do Estudo

---

Ao longo da realização deste trabalho, fomos debatendo com algumas limitações. A primeira limitação deve-se ao facto da não existência de um grupo de controlo e ao número reduzido da amostra, o, que pode contribuir para restringir a generalização das descobertas do estudo. Certamente que uma amostra representativa da população de maior dimensão permitiria uma maior generalização das descobertas.

A segunda limitação prende-se com a heterogeneidade da população, pois como o programa abrangia todos os estudantes da UE (licenciatura, mestrado e doutoramento), temos uma grande diferença de idades dentro da amostra. Sendo então interessante restringir a participação por uma faixa etária mais semelhante.

Por fim, a não utilização do teste de 1RM, para cálculo da carga ideal, para cada participante (princípio da individualidade), na parte do treino de força, de modo a realizarem as repetições pretendidas com a carga adequada. Contudo foi pedido aos participantes para realizarem os exercícios com uma carga forte.

## Capítulo IX - Conclusão

---

Após a aplicação de um programa de treino de HIIT e força em jovens universitários, podemos concluir que:

1. O programa teve alterações benéficas na redução do Peso (kg), IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), PC (cm), MG (kg), %MG, Gordura na Região Abdominal (kg), valores da glicemia ao minuto 120 (mg/dl) e no  $\text{VO}_2\text{máx}$  ( $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ ), para o grupo com maior assiduidade, G2. No entanto também se verificou uma diminuição, estatisticamente significativa, na quantidade de MM, para o G2.

2. Comparando os dois grupos (G1 e G2), verificamos diferenças estatisticamente significativas entre os grupos após a intervenção nas variáveis, PC (cm), MG (kg), %MG, Gordura na Região Abdominal (kg) e  $\text{VO}_2\text{máx}$  ( $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ ), com resultados favoráveis no G2.

De um modo geral, com base nos resultados obtidos podemos afirmar que o programa de HIIT e treino de força teve resultados benéficos e é adequado para estudantes universitários que queiram melhorar a sua composição corporal, valores da glicemia e aptidão cardiorrespiratória. Sendo a assiduidade ao programa fator fundamental para a sua eficácia.

## Capítulo X - Sugestões para Trabalhos Futuros

---

1. Acompanhamento nutricional durante todo o programa e, se possível, personalizado para cada participante.
2. Uma duração do programa superior às 12 semanas.
3. Dar mais ênfase/importância ao treino de força.

## Capítulo XI – Bibliografía

---

- American College of Sports Medicine. (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, SIXTH EDITION Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 91-114
- American College of Sports Medicine. (2006). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. SEVENTH EDITION Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 318-321
- Aagaard, P., Simonsen, E., Magnusson, P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A New Concept for Isokinetic Hamstring: Quadriceps Muscle Strength Ratio. *American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 231–237. <https://doi.org/10.1177/03635465980260021201>
- Adams, K. F., Schatzin, A., Harris, T. B., Kipnis, V., Mouw, T., Ballard-barbash, R., ... Leitzmann, M. F. (2006). Overweight, Obesity, and Mortality in a Large Prospective Cohort of Persons 50 to 71 Years Old. *The New England Journal of Medicine*, 355(8), 763–778.
- Albouaini, K., Egred, M., Alahmar, A., & Wright, D. J. (2007). Cardiopulmonary Exercise Testing and Its Application, 93, 1285–1292. <https://doi.org/10.1136/hrt.2007.121558>
- Álvarez, C., Ramírez-Campillo, R., Ramírez-Vélez, R., & Izquierdo, M. (2017). Prevalence of Non-Responders for Glucose Control Markers After 10 weeks of High-Intensity Interval Training in Adult Women With Higher and Lower Insulin Resistance. *Frontiers in Physiology*, 8(7), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00479>
- Américo, S., de Souza, V., Guimarães, C., & Rolla, A. (2011). Use of 1-RM Test in the Measurement of Knee Flexors and Extensors Ratio in Young Adults. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 17(2), 111–114. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922011000200008>
- Anderson, L. M., Quinn, T. A., Glanz, K., Ramirez, G., Kahwati, L. C., Johnson, D. B., ... Force, T. (2009). The Effectiveness of Worksite Nutrition and Physical Activity Interventions for Controlling Employee Overweight and Obesity: A Systematic Review. *American Journal of Preventive Medicine*, 37(4), 340–357. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.07.003>
- Antonio, J., & Gonyea, W. J. (1993). Skeletal muscle fiber hyperplasia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(12), 1333-1345.
- Arteaga, A., Maiz, A., Rigotti, A., & Cortés, V. (2014). Asociación entre Diabetes Mellitus y Patología Cardiovascular en la Población Adulta de Chile: Estudio de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. *Revista Médica de Chile*, 142(2), 175–183.
- Ashwell, M., & Gibson, S. (2016). Waist-to-Height Ratio as an Indicator of ' Early Health

---

Risk ’ : Simpler and More Predictive than Using a ‘ Matrix ’ based on BMI and Waist Circumference. *British Medical Journal (BMJ) Open*, 6, 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010159>

- Azen, S. P., Peters, R. K., Berkowitz, K., Kjos, S., Xiang, A., & Buchanan, T. A. (1998). TRIPOD (Troglitazone In the Prevention Of Diabetes): A Randomized, Placebo-Controlled Trial of Troglitazone in Women with Prior Gestational Diabetes Mellitus. *Controlled Clinical Trials*, 19(2), 217–231. [https://doi.org/10.1016/S0197-2456\(97\)00151-7](https://doi.org/10.1016/S0197-2456(97)00151-7)
- Azuma, K., & Matsumoto, H. (2016). Potential Universal Application of High-intensity Interval Training from Athletes and Sports Lovers to Patients. *J-Stage*, 1–6. <https://doi.org/10.2302/kjm.2016-0006-IR>
- Background, A. (2014). Expert Panel Report : Guidelines ( 2013 ) for the Management of Overweight and Obesity in Adults. 22(2), 41-409.
- Barreto, P. D. S. (2015). Global Health Agenda on Non-Communicable Diseases : has WHO Set a Smart Goal for Physical Activity? *British Medical Journal (BMJ)* , 23(1), 1–4. <https://doi.org/10.1136/bmj.h23>
- Bauman, A., & Owen, N. (1999). Physical Activity of Adult Australians : Epidemiological Evidence and Potential Strategies for Health Gain \*. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2, 1, 30–41.
- Behaviour, S. (2012). Letter to the Editor : Standardized Use of the Terms “ Sedentary ” and “ Sedentary Behaviours ,” 542(1), 540–542. <https://doi.org/10.1139/H2012-024>
- Benton, M. J. (2005). Safety and Efficacy of Resistance Training in Patients With Chronic Heart Failure : Research-Based Evidence, 17–23.
- Bertovic, D. A., Waddell, T. K., Gatzka, C. D., Cameron, J. D., Dart, A. M., & Kingwell, B. A. (1999). Muscular Strength Training Is Associated With Low Arterial Compliance and High Pulse Pressure. *American Heart Association*, 33(6), 1385–1391. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.33.6.1385>
- Biddle, S. J. H., Bennie, J. A., Bauman, A. E., Chau, J. Y., Dunstan, D., Owen, N., ... Uffelen, J. G. Z. Van. (2016). Too Much Sitting and All-Cause Mortality : Is There a Causal Link? *BioMed Central Public Health*, 635(16), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3307-3>
- Biddle, S. J. H., García, E. B., Pedisic, Z., Bennie, J., Vergeer, I., & Wiesner, G. (2017). Screen Time , Other Sedentary Behaviours , and Obesity Risk in Adults : A Review of Reviews. 1-14. <https://doi.org/10.1007/s13679-017-0256-9>
- Biddle, S. J. H., Gorely, T., & Stensel, D. J. (2004). Health-Enhancing Physical Activity

---

and Sedentary Behaviour in Children and Adolescents Health-Enhancing Physical Activity and Sedentary Behaviour in Children and Adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 22, 679–701. <https://doi.org/10.1080/02640410410001712412>

- Bjornholm, M., Kawano, Y., Lehtihet, M., & Zierath, J. R. (1997). Insulin Receptor Substrate-1 Phosphorylation and Phosphatidylinositol 3-Kinase Activity in Skeletal Muscle From NIDDM Subjects After In Vivo Insulin Stimulation, 46(3), 1–4.
- Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl Iii, H. W., Paffenbarger, R. S., Gibbons, L. W., Barlow, E., ... Gibbons, L. W. (2018). Influences of Cardiorespiratory Fitness and Other Precursors on Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality in Men and Women, 276(3), 205–210.
- Booth, F., Gordon, S., Carlson, C., & Hamilton, M. (2000). Waging War on Modern Chronic Diseases: Primary Prevention Through Exercise Biology. *Journal of Applied Physiology*, 88, 774–787. <https://doi.org/10.1093/her/cyl045>
- Boutcher, S. H. (2010). High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss: Review Article. *Journal of Obesity*, 2011, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2011/868305>
- Brawley, L. R., & Latimer, A. E. (2007). Physical Activity Guides for Canadians : Messaging Strategies, Realistic Expectations for Change , and Evaluation: Review. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 32, 170–185. <https://doi.org/10.1139/H07-105>
- Care, D. (2018). 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetesd-2018. *Diabetes Care*, 41(1), S13–S27. <https://doi.org/10.2337/dc18-S002>
- Carvalho, P., & Cabri, J. (2007). Avaliação Isocinética da Força dos Músculos da Coxa em Futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia No Desporto*, 1(2), 1–11. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/242093258>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical Activity , Exercise , and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research, 100(2), 126–131.
- Cawley, J., & Meyerhoefer, C. (2010). The Medical Care Costs of Obesity: and Instrumental Variables Approach. *NBER Working Paper Series*, 16467(10), 1-41. <https://doi.org/10.3386/w16467>
- Choi, B. C. K., Pak, A. W. P., Choi, J. C. L., & Choi, E. C. L. (2007). Daily Step Goal of 10,000 steps : A Literature Review. *Clinical and Investigative Medicine*, 30(3), 146–151.
- Churilla, J. R., & Ford, E. S. (2009). Comparing Physical Activity Patterns of Hypertensive and Nonhypertensive US Adults. *American Journal of Hypertension*, 23(9), 987–

---

993. <https://doi.org/10.1038/ajh.2010.88>

- Ciolac, Emmanuel Gomes Guimaraes, G. V. (2004). Exercício físico e síndrome metabólica, *10*(16), 319–324.
- Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in The Use of the Hamstring/Quadriceps Ratio for the Assessment of Muscle Balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, *1*(3), 56–62.
- Croce, R., Pitetti, K., Horvat, M., & Miller, J. (1996). Peak Torque, Average Power, and Hamstrings/Quadriceps Ratios in Nondisabled Adults and Adults with Mental Retardation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *77*(4), 369–372. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(96\)90086-6](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(96)90086-6)
- Curioni, C. C., & Lourenc, P. M. (2005). Long-term Weight Loss After Diet and Exercise: A Systematic Review. *International Journal of Obesity*, *29*, 1168–1174. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803015>
- DeFronzo, R. A. (2010). Insulin Resistance, Lipotoxicity, Type 2 Diabetes and Atherosclerosis: The Missing Links. The Claude Bernard Lecture 2009. *Diabetologia*, *53*(7), 1270–1287. <https://doi.org/10.1007/s00125-010-1684-1>
- DeFronzo, Ralph A., & Ferrannini, E. (1991). Insulin Resistance: A Multifaceted Syndrome Responsible for NIDDM, Obesity, Hypertension, Dyslipidemia, and Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Diabetes Care*, *14*(3), 173–194.
- Despres, J., Moorjani, S., Lupien, P. J., Tremblay, A., Nadeau, A., & Bouchard, C. (1990). Regional Distribution of Body Fat, Plasma Lipoproteins, and Cardiovascular Disease, *10*(4), 497–511.
- Dias, I., Farinatti, P., De Souza, M., Manhanini, D., Balthazar, E., Dantas, D., ... Kraemer-Aguiar, L. (2015). Effects of Resistance Training on Obese Adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *47*(12), 2636–2644. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000705>
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *American College Of Sports Medicine*, *109*(2), 459-471. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181949333>
- Duggan, G. E., Hittel, D. S., Sensen, C. W., Weljie, A. M., Vogel, H. J., & Shearer, J. (2011). Metabolomic Response to Exercise Training in Lean and Diet-Induced Obese Mice. *Journal of Applied Physiology*, *110*(5), 1311–1348. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00701.2010>
- Eckel, R. H., Jakicic, J. M., Ard, J. D., & de Jesus, J. M. (2014). 2013 AHA / ACC

---

Guideline on Lifestyle Management to Reduce Cardiovascular Risk, 63(25), 2960–2984. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.11.003>

Eklblom, B., Astrand, P.-O., Saltin, B., Stenberg, J., & Effect, B. W. (1968). Effect of Training on Circulatory Response to Exercise. *Applied Physiology*, 24(4), 518–528.

Engin, A. (2017). The Definition and Prevalence of Obesity and Metabolic Syndrome. 960, 1–17. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48382-5>

Fabris, S. M., Faintuch, J., Brienze, S. L. A., Brito, G. B., Sitta, I. S., Mendes, E. L. P., ... Ceconello, I. (2013). Are Knee and Foot Orthopedic Problems More Disabling in the Superobese? *Obesity Surgery*, 23(2), 201–204. <https://doi.org/10.1007/s11695-012-0778-x>

Faselis, C., Doumas, M., Kokkinos, J. P., Panagiotakos, D., Kheirbek, R., Sherif, H. M., ... Kokkinos, P. (2012). Exercise Capacity and Progression From Prehypertension to Hypertension. *American Heart Association*, 60, 333–338. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.196493>

Fonseca-junior, S. J., Gabriel, C., Bustamante, A. De, Augusto, P., Rodrigues, F., Oliveira, A. J., & Fernandes-filho, J. (2013). Physical Exercise and Morbid Obesity: A Systematic Review, 26(1), 67–73.

Franklin, B. A., Lavie, C. J., Squires, R. W., & Milani, R. V. (2013). Exercise-Based Cardiac Rehabilitation and Improvements in Cardiorespiratory Fitness: Implications Regarding Patient Benefit. *Mayo Clinic Proceedings*. 88(5), 431–437. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.03.009>

Füzéki, E., & Banzer, W. (2018). Physical Activity Recommendations for Health and Beyond in Currently Inactive Populations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph15051042>

Gaesser, G. A., & Angadi, S. S. (2011). High-Intensity Interval Training for Health and Fitness: Can Less be More? *Journal of Applied Physiology*, 111, 1540–1541. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00921.2011.7>

Ghasemi, E., & Nayebifar, S. (2019). Benefits of 10 Weeks of High-Intensity Interval Training and Green Tea Supplementation on Cardiovascular Risk Factors and VO<sub>2</sub>max in Overweight Women. *Journal of Research in Medical Sciences*, 24(1), 1–7. <https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS>

Giancola, P., Price, T. B., Petersen, K. F., Roden, M., Cline, G. W., Gerow, K., ... Shulman, G. I. (2013). Increased Glucose Transport – Phosphorylation and Muscle Glycogen Synthesis After Exercise Training in Insulin-Resistant. *The New England Journal of Medicine*, 335(18), 1357–1362.

- 
- 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. *Journal of Physiology*, 590(5), 1077–1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>
- Godin, G., Desharnais, R., Valois, P., Lepage, L., Jobin, J., & Bradet, R. (1994). Differences in Perceived Barriers to Exercise Between High and Low Intenders: Observations Among Different Populations. *American Journal of Health Promotion*, 8(4), 279–285.
- Goetzel, R. Z., & Ozminkowski, R. J. (2006). What's Holding You Back: Why Should (or Shouldn't) Employers Invest in Health Promotion Programs for Their Workers? *North Carolina Medical Journal*, 67(6), 428–430.
- Goldberg, A. I. (1968). Protein Synthesis During Work-Induced Growth of Skeletal Muscle, 653–658.
- Goodman, C. A., Frey, J. W., Mabrey, D. M., Jacobs, B. L., Lincoln, H. C., You, J., & Hornberger, T. A. (2015). The Role of Skeletal Muscle mTOR in the Regulation of Mechanical Load-Induced Growth. *The Journal of Physiology*, 22(2001), 5485–5501. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.218255>
- Goodyear, L. J., Smith, R. J., & Dohm, G. L. (1995). Insulin Receptor Phosphorylation , Insulin Receptor Substrate-1 Phosphorylation , and Phosphatidylinositol 3-kinase Activity are Decreased in Intact Skeletal Muscle Strips from Obese Subjects . Find the Latest Version : *The Journal of Clinical Investigation*, 5, 2195–2204. <https://doi.org/doi.org/10.1172/JCI117909>.
- Gorostegi-anduaga, I., Corres, P., MartinezAguirre-Betolaza, A., Pérez-Asenjo, J., Aispuru, G. R., Fryer, S. M., & Maldonado-Martí, S. (2018). Effects of Different Aerobic Exercise Programmes with Nutritional Intervention in Sedentary Adults with Overweight / Obesity and Hypertension : Exerdiet-Htastudy. *European Journal of Preventive Cardiology*, 1–11. <https://doi.org/10.1177/2047487317749956>
- Graham, M. A., & Jones, A. L. (2002). Freshman 15: Valid Theory or Harmful Myth? *Journal of the American College Health Association*, 50(4), 171–173. <https://doi.org/10.1080/07448480209596023>
- Grassi, G., Seravalle, G., Calhoun, D. A., & Mancia, G. (1994). Physical Training and Baroreceptor Control of Sympathetic Nerve Activity in Humans. *American Heart Association*, 23(3), 294–301.
- Grontved, A., Rimm, E. B., Willett, W. C., Andersen, L. B., & Hu, F. b. (2012). A Prospective Study of Weight Training and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus in Men. *Journal of the Medical Association*, 172(17), 1306–1312. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2012.3138>

- 
- Grunwald, G. K., Seagle, H. M., Peters, J. C., & Hill, J. O. (2001). Quantifying and Separating the Effects of Macronutrient Composition and Non-Macronutrients on Energy Density. *British Journal of Nutrition*, 86, 265–276. <https://doi.org/10.1079/BJN2001404>
- Harrison, R. A., McNair, F., & Dugdill, L. (2005). Access to Exercise Referral Schemes - A Population Based Analysis. *Journal of Public Health*, 27(4), 326–330. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdi048>
- Harrison, Roger A., Roberts, C., & Elton, P. J. (2005). Does Primary Care Referral to an Exercise Programme Increase Physical Activity 1 year later? A Randomized Controlled Trial. *Journal of Public Health*, 27(1), 25–32. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdh197>
- Hawkins, M. A. W., Clawson, A. H., Smith, C. E., Stout, M. E., Keirns, N. G., Ruppe, N. M., ... Stout, M. E. (2019). Psychological Distress and Substance Use Among Young Adults with Comorbid Asthma and Obesity. *Journal of American College Health*, 0(0), 1–8. <https://doi.org/10.1080/07448481.2019.1643353>
- Himmelstein, M. S., Puhl, R. M., & Quinn, D. M. (2017). Weight Stigma and Health : The Mediating Role of Coping Responses. *American Psychological Association*, 1–9.
- Hong, H., Jeong, J., Kong, J., Lee, S., Yang, S., Ha, C., & Kang, H.-S. (2014). Effect of Walking Exercise on Abdominal Fat , Insulin Resistance and Serum Cytokines in Obese Women. *Journal Exercise Nutrition & Biochemistry*, 18(3), 277–285.
- Hottenrott, K., Ludyga, S., & Schulze, S. (2012). Effects of High Intensity Training and Continuous Endurance Training on Aerobic Capacity and Body Composition in Recreationally Active Runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(3), 483–488.
- Howard, B. V, Ruotolo, G., & Robbins, D. C. (2003). Obesity and Dyslipidemia. *Endocrinol Metabolism Clinics of North American*, 32, 855–867. [https://doi.org/10.1016/S0889-8529\(03\)00073-2](https://doi.org/10.1016/S0889-8529(03)00073-2)
- Human, U. S. D. of H. and. (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report ,.
- Hunter, G R, Weinsier, R. L., Zuckerman, P. A., & Darnell, B. E. (2004). Aerobic Fitness , Physiologic Difficulty and Physical Activity in Black and White Women. *International Journal of Obesity*, 28, 1111–1117. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802724>
- Hunter, Gary R, Fisher, G., Neumeier, W. H., Carter, S. J., & Plaisance, E. P. (2015). Exercise Training and Energy Expenditure following Weight Loss. *Medicine Science*

---

*Sports Exercise*, 1950–1957. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000622>

- Ismail, I., Keating, S. E., Baker, M. K., & Johnson, N. A. (2011). A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effect of Aerobic vs. Resistance Exercise Training on Visceral Fat. *13*(4), 68–91. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00931.x>
- Jabekk, P., Moe, I., Meen, H., Tomten, S., & Høstmark, A. (2010). Resistance Training in Overweight Women on a Ketogenic Diet Conserved Lean Body Mass While Reducing Body Fat. *Nutrition and Metabolism*, *7*(17), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-17>
- Jakicic, J. M., & Davis, K. K. (2011). Obesity and Physical Activity. *Psychiatric Clinics of North American*, *34*(4), 829–840. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2011.08.009>
- Keating, S E, Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A Systematic Review and Meta-Analysis of Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Body Adiposity, (1), 1–22. <https://doi.org/10.1111/obr.12536>
- Keating, Shelley E, Machan, E. A., Connor, H. T. O., Gerofi, J. A., Sainsbury, A., Caterson, I. D., & Johnson, N. A. (2014). Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. *Journal of Obesity*, 1–12.
- Keaver, L., Webber, L., Dee, A., Shiely, F., Marsh, T., Balanda, K., & Perry, I. (2013). Application of the UK Foresight Obesity Model in Ireland: The Health and Economic Consequences of Projected Obesity Trends in Ireland. *Public Library of Science*, *8*(11), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079827>
- Kenchaiah, S., Evans, J. C., Levy, D., Wilson, P. W. F., Benjamin, E. J., Larson, M. G., ... Vasan, R. S. (2002). Obesity and Risk of Heart Failure. *Journal of Medicine*, *347*(5), 305–313.
- King, N. A., Hester, J., & Gately, P. J. (2007). The Effect of a Medium-Term Activity- and Diet-Induced Energy Deficit on Subjective Appetite Sensations in Obese Children. *International Journal of Obesity*, *31*(2), 334–339. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803391>
- Kirk, S. F. L., Price, S. L., Penney, T. L., Rehman, L., Lyons, R. F., Piccinini-vallis, H., ... Aston, M. (2014). Blame , Shame , and Lack of Support : A Multilevel Study on Obesity Management. *Qualitative Health Research*, *24*(6), 790–800. <https://doi.org/10.1177/1049732314529667>
- Kopelman, P. G. (2000). Obesity as a Medical Problem. *404*, 635–643. <https://doi.org/10.1038/35007508>
- Lakka, T. A., Lakka, H.-M., Salonen, R., Kaplan, G. A., & Salonen, J. T. (2001). Abdominal Obesity is Associated with Accelerated Progression of Carotid

---

Atherosclerosis in Men. *Atherosclerosis*, 154, 497–504.

- Lavie, C. J., Alpert, M. A., Arena, R., Mehra, M. R., Milani, R. V., & Ventura, H. O. (2013). Impact of Obesity and the Obesity Paradox on Prevalence and Prognosis in Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology*, 1(2), 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2013.01.006>
- Lavie, C. J., Milani, R. V., & Ventura, H. O. (2009). Obesity and Cardiovascular Disease: Risk Factor, Paradox, and Impact of Weight Loss. *Journal of the American College of Cardiology*, 53(21), 1925–1932. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.12.068>
- Lavie, C. J., Schutter, A. De, Parto, P., Jahangir, E., Ortega, F. B., Arena, R., & Milani, R. V. (2016). Obesity and Prevalence of Cardiovascular Diseases and Prognosis – the Obesity Paradox Updated. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 537-547. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2016.01.008>
- Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-rohani, H., ... Ezzati, M. (2012). A Comparative Risk Assessment of Burden of Disease and Injury Attributable to 67 Risk Factors and Risk Factor Clusters in 21 Regions, 1990–2010: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2010, 380(12), 2224–2260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M. E., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., ... Gibala, M. J. (2011). Low-Volume High-Intensity Interval Training Reduces Hyperglycemia and Increases Muscle Mitochondrial Capacity in Patients With Type 2 Diabetes. *Journal of Applied Physiology*, 111(6), 1554–1560. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00921.2011>
- Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2010). A Practical Model of Low-Volume High-Intensity Interval Training Induces Mitochondrial Biogenesis in Human Skeletal Muscle: Potential Mechanisms. *Journal of Physiology*, 588(6), 1011–1022. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.181743>
- Lollguen, H., Bockenhoff, A., & Knapp, G. (2009). Physical Activity and All-cause Mortality: An Updated Meta-analysis with Different Intensity Categories. *American Journal of Sports Medicine*, 30, 213–224. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1128150>
- Lopez-legarrea, P., Garcia-Rubio, J., Oviedo-Silva, F., Collado-Mateo, D., Merellano-Navarro, E., & Olivares, P. R. (2016). Waist Circumference and Waist Height Ratio Percentiles Using LMS Method in Chilean Population. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2016.09.010>
- Lopez-legarrea, P., Olivares, P. R., Almonacid-fierro, A., Gomez-campos, R., Cossio-bolaños, M., & Garcia-rubio, J. (2015). Association Between Dietary Habits and the Presence of Overweight / Obesity in a Sample of 21,385 Chilean Adolescents.

- Lubans, D. R., Morgan, P. J., & Tudor-locke, C. (2009). A Systematic Review of Studies Using Pedometers to Promote Physical Activity Among Youth. *Preventive Medicine*, 48(4), 307–315. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.02.014>
- Maillard, F., Pereira, B., & Boisseau, N. (2017). Effect of High-Intensity Interval Training on Total , Abdominal and Visceral Fat Mass : A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(2), 269-288. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0807-y>
- Martins, C., Kazakova, I., Ludviksen, M., Mehus, I., Wisloff, U., Kulseng, B., ... King, N. (2016). High-Intensity Interval Training and Isocaloric Moderate-Intensity Continuous Training Result in Similar Improvements in Body Composition and Fitness in Obese Individuals. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(3), 197–204. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0078>
- Maud, M., Nicole, F. S., Lore, M., Marwa, K., Valérie, J., Charlotte, C., ... David, T. (2019). Effect of HIIT versus MICT on Body Composition and Energy Intake in Dietary Rstrained and Unrestrained Adolescents with Obesity. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 1–25.
- Mccarthy, H.D., & Ashwell, M. (2006). A Study of Central Fatness Using Waist-to-Height Ratios in UK Children and Adolescents Over Two Decades Supports the Simple Message – “Keep Your Waist Circumference to Less Than Half Your Height.” *Internation Journal of Obesity*, 30(6), 988–992. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803226>
- Mendonça, C. P., & Anjos, L. A. dos. (2004). Aspectos das Práticas Alimentares e da Atividade Física como Determinantes do Crescimento do Sobrepeso/Obesidade no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 20(3), 698–709. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2004000300006>
- Meo, S. Di, Iossa, S., & Venditti, P. (2017). Improvement of Obesity-Linked Skeletal Muscle Insulin Resistance by Strength and Endurance Training. *Journal of Endocrinology*, 234(3), 159–181. <https://doi.org/10.1530/JOE-17-0186>
- Meredith, I. T., Friberg, P., Jennings, G. L., Dewar, E. M., Fazio, V. A., Lambert, G. W., & Esler, M. D. (1991). Exercise Training Lowers Resting Renal But Not Cardiac Sympathetic Activity in Humans. *American Hearth Association*, 18(5), 575–582.
- Michaelsson, K., Molofsson, H., Jensevik, K., Larsson, S., Mallmin, H., Berglund, L., ... Melhus, H. (2007). Leisure Physical Activity and the Risk of Fracture in Men. *Public Library of Science Medicine*, 4(6), 1094–1100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040199>

- 
- Miyamoto-mikami, E., Sato, K., Kurihara, T., Hasegawa, N., Fujie, S., Fujita, S., ... Iemitsu, M. (2015). Endurance Training-Induced Increase in Circulating Irisin Levels Is Associated with Reduction of Abdominal Visceral Fat in Middle-Aged and Older Adults. *Public Library of Science ONE*, 10(3), 2–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120354>
- Molanorouzi, K., Khoo, S., & Morris, T. (2015). Motives for Adult Participation in Physical Activity: Type of Activity, Age, and Gender. *BioMed Central Public Health*, 15(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1429-7>
- Moreno, B., Bellido, D., Sajoux, I., Goday, A., Saavedra, D., Crujeiras, A., & Casanueva, F. (2014). Comparison of a Very Low-Calorie-Ketogenic Diet with a Standard Low-Calorie Diet in the Treatment of Obesity. *Endocrine*, 54(1), 111–122. <https://doi.org/10.1007/s12020-016-0964-z>
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., ... Yatsuya, H. (2014). Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults During 1980 – 2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 384(9945), 766–781. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8)
- Ogilvie, D., Foster, C. E., Rothnie, H., Cavill, N., Hamilton, V., Fitzsimons, C. F., & Mutrie, N. (2007). Interventions to Promote Walking: Systematic Review. *British Medical Journal*, 334(7605), 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmj.39198.722720.BE>
- Olinto, M., Nácúl, L., Dias-da-Costa, J., Gigante, D., Menezes, A., & Macedo, S. (2006). Níveis de Intervenção para Obesidade Abdominal: Prevalência e Fatores Associados. *Caderno Saúde Pública*, 22(6), 1207–1215.
- Ortega, F. B., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2016). Obesity, Diabetes, and Cardiovascular Disease Compendium. *Circulation Research*, 118(11), 1752–1770. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.115.306883>
- Pan, J., Wang, M., Ye, Z., Yu, M., Shen, Y., He, Q., ... Hu, R. (2016). Optimal Cut-Off Levels of Obesity Indices by Different Definitions of Metabolic Syndrome in a Southeast Rural Chinese Population. *Journal of Diabetes Investigation*, 7(4), 594–600. <https://doi.org/10.1111/jdi.12440>
- Paoli, A. (2014). Ketogenic Diet for Obesity: Friend or Foe? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(2), 2092–2107. <https://doi.org/10.3390/ijerph110202092>
- Parto, P., & Lavie, C. J. (2017). Obesity and Cardiovascular Diseases. *Current Problems in Cardiology*. 42(11), 376-394. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2017.04.004>

- 
- Parto, P., Lavie, C. J., Swift, D., & Sui, X. (2015). The Role of Cardiorespiratory Fitness on Plasma Lipid Levels. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 13(11), 1177–1183. <https://doi.org/10.1586/14779072.2015.1092384>
- Parto, P., Lavie, C. J., & Ventura, H. O. (2016). Reducing Heart Failure Risks in Obese Patients. *Current Cardiovascular Risk Reports*, 10(4), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s12170-016-0498-1>
- Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R. T., & Vanhees, L. (2013). The Effect of Exercise on the Cardiovascular Risk Factors Constituting the Metabolic Syndrome. *Sports Medicine*, 43(2), 121–133. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z>
- Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., & Ray, C. A. (2004). Exercise and Hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 533–553. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A>
- Pi-sunyer, X. f. (1991). Health Implications of Obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 1595–1603. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-59651-3>
- Poirier, P., Giles, T. D., Bray, G. A., Hong, Y., Stern, J. S., Pi-sunyer, F. X., & Eckel, R. H. (2006). Obesity and Cardiovascular Disease : Pathophysiology , Evaluation , and Effect of Weight Loss An Update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease From the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. *American Heart Association*, 113(6), 898–918. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.171016>
- Pontiroli, A. E., Pizzocri, P., Koprivec, D., Vedani, P., Marchi, M., Arcelloni, C., ... Giugliano, D. (2004). Body Weight and Glucose Metabolism Have a Different Effect on Circulating Levels of ICAM-1 , E-selectin , and Endothelin-1 in Humans. *Journal of Endocrinology*, 150, 195–200.
- Popkin, B. M., Adair, L. S., & Ng, S. W. (2011). Global Nutrition Transition and The Pandemic of Obesity in Developing Countries. *Nutrition Reviews*, 70(1), 3–21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x>
- Prasenjtit, M., & Jain, S. K. (2015). Obesity , Oxidative Stress , Adipose Tissue Dysfunction ,and the Associated Health Risks: Causes and Therapeutic Strategies. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 13(10), 423–444. <https://doi.org/10.1089/met.2015.0095>
- Prentice, A. M. (2005). The Emerging Epidemic of Obesity in Developing Countries, *International Journal of Epidemiology*, 35(1) 93–99. <https://doi.org/10.1093/ije/dyi272>
- Racette, S. B., Deusinger, S. S., Strube, M. J., Highstein, G. R., & Deusinger, R. H. (2005). Weight Changes, Exercise, and Dietary Patterns During Freshman and Sophomore

---

Years of College. *Journal of American College Health*, 53(6), 245–251.  
<https://doi.org/10.3200/JACH.53.6.245-251>

Rand, K., Vallis, M., Aston, M., Price, S., Piccinini-Vallis, H., Rehman, L., & Kirk, S. F. L. (2017). “It is not the diet ; it is the mental part we need help with .” A Multilevel Analysis of Psychological, Emotional, and Social Well-Being in Obesity. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 12(1), 1–14.  
<https://doi.org/10.1080/17482631.2017.1306421>

Reichert, F. F., Barros, A. J. D., Domingues, M. R., & Hallal, P. C. (2007). The Role of Perceived Personal Barriers to Engagement in Leisure-Time Physical Activity. *American Journal of Public Health*, 97(3), 515–519.  
<https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.070144>

Risk, N C D Collaboration, F. (2017). Worldwide Trends in Body-Mass Index, Underweight, Overweight, and Obesity from 1975 to 2016: A Pooled Analysis of 2416 Population-Based Measurement Studies in 128·9 Million Children, Adolescents, and Adults. *The Lancet*, 390(10113), 1–16.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)

Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). The Surprising History of the “HRmax=220-age” Equation. *Journal of Exercise Physiology*, 5(2), 1–10.

Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J. H., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., & Janssen, I. (2016). Article Diet-Induced Weight Loss or Exercise-Induced Weight Loss in Men, 133, 92–103.

Ross, R., Janssen, I., Dawson, J., Kungl, A., Kuk, J. L., Wong, S. L., ... Hudson, R. (2004). Exercise-Induced Reduction in Obesity and Insulin Resistance in Women: a Randomized Controlled Trial. *Obesity Research*, 12(5), 789–798.

Rouse, P. C., & Biddle, S. T. H. (2010). An Ecological Momentary Assessment of the Physical Activity and Sedentary Behaviour Patterns of University Students. *Health Education Journal*, 69(1), 116–125. <https://doi.org/10.1177/0017896910363145>

Rtveladze, K., Marsh, T., Barquera, S., Maria, L., Romero, S., Levy, D., ... Brown, M. (2013). Obesity Prevalence in Mexico: Impact on Health and Economic Burden. *Public Health Nutrition*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.1017/S1368980013000086>

Santiago, S., Sayon-orea, C., Babio, N., Ruiz-Canela, M., Martí, A., Corella, D., ... Martínez, J. . (2015). Yogurt Consumption and Abdominal Obesity Reversion in the PREDIMED study. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 26(6). 468-475  
<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2015.11.012>

Saris, W. H. M., Blair, S. N., Baak, M. A. Van, Eaton, S. B., Davies, P. S. W., Pietro, L.

- 
- Di, ... Wyatt, H. (2003). How Much Physical Activity is Enough to Prevent Unhealthy Weight Gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity Reviews*, 4(2), 101–114. <https://doi.org/10.1046/j.1467-789X.2003.00101.x>
- Schulte, P. A., Wagner, G. R., Ostry, A., Blanciforti, L. A., Cutlip, R. G., Krajnak, K. M., ... Miller, D. B. (2007). Work, Obesity, and Occupational Safety and Health. *American Journal of Public Health*, 97(3), 428–436. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2006.086900>
- Sethi, J. K., & Vidal-puig, A. J. (2007). Thematic Review Series: Adipose Tissue Function and Plasticity Orchestrate Nutritional Adaptation. *Journal of Lipid Research*, 48(6), 1253–1262. <https://doi.org/10.1194/jlr.R700005-JLR200>
- Sharman, J. E., Gerche, A. La, & Coombes, J. S. (2014). Exercise and Cardiovascular Risk in Patients With Hypertension. *American Journal of Hypertension*, 28(2) 1–12. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpu191>
- Sharman, J. E., & Stowasser, M. (2009). Australian Association for Exercise and Sports Science Position Statement on Exercise and Hypertension. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 252–257. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.10.009>
- Shaw, K. A., Gennat, H. C., O'Rourke, P., & Del Mar, C. (2009). Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), 1–108. [https://doi.org/DOI: 10.1002/14651858.CD003817.pub3](https://doi.org/DOI:10.1002/14651858.CD003817.pub3).
- Shulman, G. I. (2000). Cellular Mechanisms of Insulin Resistance. *The Journal of Clinical Investigation*, 106(2), 171–176.
- Slemenda, C., Heilman, D., Brandt, K., Katz, B., Mazzuca, S., Braunstein, E., & Byrd, D. (1998). Reduced Quadriceps Strength Relative to Body Weight: A Risk Factor for Knee Osteoarthritis in Women? *Arthritis & Rheumatism*, 41(11), 1951–1959. [https://doi.org/10.1002/1529-0131\(199811\)41:11<1951::aid-art9>3.3.co;2-0](https://doi.org/10.1002/1529-0131(199811)41:11<1951::aid-art9>3.3.co;2-0)
- Slentz, C. A., Aiken, L. B., Houmard, J. A., Bales, C. W., Johanna, L., Tanner, C. J., ... Kraus, W. E. (2005). Inactivity, Exercise, and Visceral Fat. STRRIDE: a Randomized, Controlled Study of Exercise Intensity and Amount. *Journal of Applied Physiology*, 99(11), 1613–1618. <https://doi.org/doi:10.1152/jappphysiol.00124.2005>.
- Smeets, A. J., Soenen, S., Luscombe-Marsh, N., Ueland, O., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2008). Energy Expenditure, Satiety, and Plasma Ghrelin, Glucagon-Like Peptide 1, and Peptide Tyrosine-Tyrosine Concentrations following a Single High-Protein Lunch. *The Journal of Nutrition*, 138, 698–702.
- Speakman, J. R., & Selman, C. (2003). Physical Activity and Resting Metabolic Rate.

---

*Proceedings of the Nutrition Society*, 62(3) 621–634.  
<https://doi.org/10.1079/PNS2003282>

Stutts, W. C. (2002). Physical Activity Determinants in Adults. *Workplace Health and Safety*, 50(11), 499–507. <https://doi.org/10.1177/216507990205001106>

Swift, D. L., Lavie, C. J., Johannsen, N. M., Arena, R., Earnest, C. P., Keefe, J. H. O., ... Church, T. S. (2013). Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and Exercise Training in Primary and Secondary Coronary Prevention. *Circulation Journal*, 77(2), 281–292. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-13-0007>

Swinburn, B. A., Sacks, G., Hall, K. D., Mcpherson, K., Finegood, D. T., Moodie, M. L., & Gortmaker, S. L. (2011). The Global Obesity Pandemic: Shaped by Global Drivers and Local Environments. *The Lancet*, 378(8), 804–814. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60813-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60813-1)

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)

Teasdale, N., Hue, O., Marcotte, J., Berrigan, F., Simoneau, M., Doré, J., ... Tremblay, A. (2007). Reducing Weight Increases Postural Stability in Obese and Morbid Obese Men. *International Journal of Obesity*, 31(1), 153–160. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803360>

Tetens, I., & Alinia, S. (2009). The Role of Fruit Consumption in the Prevention of Obesity. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 84(6) 47–51. <https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512594>

Tinetti, M., & Kumar, C. (2010). The Patient Who Falls. *Journal of the American Medical Association*, 303(3), 258–266. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.2024>

Tremblay, M. S., Warburton, D. E. R., Janssen, I., Paterson, D. H., Latimer, A. E., Rhodes, R. E., ... Duggan, M. (2011). New Canadian Physical Activity Guidelines: Review. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 36(1), 36–46. <https://doi.org/10.1139/H11-009>

Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A. E., Sallis, J. F., & Brown, W. (2002). Correlates of Adults Participation in Physical Activity: Review and Update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 1996–2001. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000038974.76900.92>

Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., & Poos, M. (2002). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids.

- 
- Urquhart, B., Moir, G., Graham, S., & Connaboy, C. (2015). Reliability of 1RM Split-Squat Performance and the Efficacy of Assessing Both Bilateral Squat and Split-Squat 1RM in a Single Session for Non-Resistance-Trained Recreationally Active Men, *29*(7), 1991–1998.
- Van Gaal, L. F., Mertens, I. L., & De Block, C. E. (2006). Mechanisms Linking Obesity with Cardiovascular Disease. *Nature*, *444*(7121), 875–880. <https://doi.org/10.1038/nature05487>
- Varela, C., Andrés, A., & Saldaña, C. (2019). The Behavioral Pathway Model to Overweight and Obesity: Coping Strategies, Eating Behaviors and Body Mass Index. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 1–7. <https://doi.org/10.1007/s40519-019-00760-2>
- Verheggen, R., Maessen, M., Green, D., Hermus, A., Hopman, M., & Thijssen, D. (2016). A Systematic Review and Meta-Analysis on the Effects of Exercise Training Versus Hypocaloric Diet: Distinct Effects on Body Weight and Visceral Adipose Tissue, 1–41.
- Wagner, D. R., & Heyward, V. H. (1999). Techniques of Body Composition Assessment: A Review of Laboratory and Field Methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *70*(2), 135–149. <https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608031>
- Wang, N., Liu, Y., Ma, Y., & Wen, D. (2017). High-Intensity Interval Versus Moderate-Intensity Continuous Training: Superior Metabolic Benefits in Diet-Induced Obesity Mice. *Life Sciences*, *191*(77), 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2017.08.023>
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health Benefits of Physical Activity: The Evidence. *Canadian Medical Association Journal*, *174*(6), 801–809.
- Wearing, S., Hennig, E., Byrne, N., Steele, J., & Hills, A. (2006). Musculoskeletal Disorders Associated with Obesity: A Biomechanical Perspective. *Obesity Reviews*, *7*(3), 239–250. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00251.x>
- Weisman, I. M., Weisman, I. M., Marciniuk, D., Martinez, F. J., Scieurba, F., Sue, D., ... Sietsema, K. (2003). ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *167*(2), 211–277. <https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211>
- Whelton, P. K., He, J., Appel, L. J., Cutler, J. A., Havas, S., Kotchen, T. A., ... Karimbakas, J. (2002). Primary Prevention of Hypertension - Clinical and Public Health Advisory From the National High Blood Pressure Education Program, *288*(15), 1882–1888.
- Williams, P. T. (2012). Attenuating Effect of Vigorous Physical Activity on the Risk for Inherited Obesity: A Study of 47,691 Runners. *Public Library of Science ONE*, *7*(2), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031436>

- 
- World Health Organization. (2004). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health, (3).
- Yusuf, S., Hawken, S., Ôunpuu, S., Dans, T., Avezum, A., Lanas, F., ... Pais, P. (2004). Effect of Potentially Modifiable Risk Factors Associated with Myocardial Infarction in 52 Countries (the InterHeart study): Case-Control Study. *The Lancet*, 1–23.
- Zhang, H., Tong, T. K., Qiu, W., Zhang, X., Zhou, S., Liu, Y., & He, Y. (2017). Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. *Journals of Diabetes*, 2017, 1–9.
- Zhang, Z., & Wang, M. (2012). Obesity, a Health Burden of a Global Nature. *Acta Pharmacologica Sinica*, 33(2), 145–147. <https://doi.org/10.1038/aps.2011.185>
- Zierath, J. R., Krook, A., & Wallberg-Henriksson, H. (2000). Insulin Action and Insulin Resistance in Human Skeletal Muscle. *Diabetologia*, 43, 821–835.

## Capítulo XII – Anexos

### ANEXO I – Consentimento Informado

#### Consentimento Informado

**Título do Projeto:** "Efeito de um programa de intervenção de 12 semanas, de alta intensidade (Hiit), em jovens universitários com excesso de peso e obesidade"

O propósito deste documento é o de solicitar a sua colaboração para uma investigação, que pretende comprovar os efeitos de um programa de treino (Hiit), com a duração de 12 semanas, nas seguintes variáveis (composição corporal, força máxima dos membros inferiores, VO<sub>2</sub>máx, sensibilidade gustativa e resistência à insulina). O Projeto enquadra-se nos trabalhos conducentes à tese de mestrado do aluno Cláudio Lopes do Mestrado em Exercício e Saúde, contando com a orientação do Prof.º Dr.º Armando Raimundo, da Prof.ª Dr.ª Catarina Pereira e do Prof.º Dr.º José Parraça.

Este estudo é do tipo experimental, em que iremos avaliar os participantes durante 12 semanas.

Antecedendo a qualquer tipo de investigação, será realizada uma reunião com todos os participantes, explicando tudo de forma concisa e clara de como irá decorrer o processo de recolha de dados e programa de treino.

No início e fim da investigação os participantes irão ser submetidos a uma avaliação em que será analisado as percentagens de massa gorda, massa magra e gordura corporal (DXA), uma avaliação antropométrica (Peso, Altura, IMC e Perímetro Abdominal), força máxima dos membros inferiores (Biodex), resistência à insulina (picada no dedo para colheita de uma gota de sangue) e sensibilidade gustativa (recolha de saliva)

Durante a realização das avaliações estará sempre presente o responsável pela investigação e durante o programa de treino estará presente o responsável da investigação ou técnicos auxiliares, de modo a proceder aos exercícios de maneira correta e eficaz.

Todos os participantes terão um número a caracterizá-los, de modo a garantir o anonimato, e todos os dados recolhidos serão apenas utilizados para a realização deste mesmo estudo. Nenhuma informação desnecessária será perguntada.

A investigação irá decorrer no pavilhão gimnodesportivo da Universidade de Évora, a partir do mês de janeiro, estendendo-se durante 12 semanas.

A realização deste estudo não terá nenhum custo associado. Ficando tudo ao cargo dos responsáveis pela investigação. Os participantes a qualquer momento poderão desistir sem que exista qualquer consequência para o mesmo.

#### Assinatura do Investigador:

\_\_\_\_\_

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como a reunião em que estive presente, comandada pela pessoa que acima assina. Foi-me garantido ainda a possibilidade de, em qualquer altura me retirar do estudo, sem qualquer tipo de consequências. Assim sendo aceito participar neste estudo.

Assinatura:

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

---

## ANEXO II – Fórmula do VO2máx

$$\text{VO2máx (ml/min)} = \text{VO2submáx} \times \left[ \frac{(\text{FCmáx} - F \text{ ou } M)}{(\text{FCsubmáx} - F \text{ ou } M)} \right]$$

$$F = 72$$

$$M = 61$$

$$\text{VO2máx (ml/kg/min)} = \left( \frac{\text{VO2máx (ml/min)}}{\text{Peso (Kg)}} \right)$$

Idade	Factor
25	1,00
35	0,87
40	0,83
45	0,78
50	0,75
55	0,71
60	0,68
65	0,65