



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Pedro Jorge Figueiredo Domingos

Actividade física de alta intensidade na população universitária de Coimbra: efeito do tempo de prática

Dissertação de Mestrado em Actividade Física em Contexto Escolar, orientado pelo Professor Doutor Raúl Martins e pelo Professor Doutor António Figueiredo, apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Setembro 2014

Domingos, P. (2014). *Actividade física de alta intensidade na população universitária de Coimbra: efeito do tempo de prática*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

Pedro Jorge Figueiredo Domingos

Actividade física de alta intensidade na população universitária de Coimbra: efeito do tempo de prática

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

Orientadores:

Professor Doutor Raul Martins

Professor Doutor António Figueiredo

Coimbra, 2014

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores do meu mestrado, Professor Doutor Raúl Martins e Professor Doutor António Figueiredo, pela inspiração e conhecimento transmitido ao longo destes anos.

Aos participantes da investigação que durante quatro semanas deram o seu melhor e abdicaram de parte do seu tempo para me ajudar nesta caminhada.

Aos meus colegas de Mestrado, pelo conhecimento e experiências partilhadas.

Ao colega e amigo Patrício Duarte, que desde início partilhou comigo o gosto pelo tema e juntos conseguimos desenvolver trabalhos de grande qualidade.

Aos meus pais, irmã e Diana, por todo o apoio e incentivo que me deram, desde e para sempre.

Resumo

Comportamentos sedentários e tempo passado sentado é um problema de saúde pública emergente que está relacionado com o aparecimento de doenças crónicas, incapacidade e morte prematura (Chastin et al. 2014).

A prática de actividade física está associada tanto a um menor risco de doenças cardiovasculares, como a uma redução na mortalidade por todas as causas, na população em geral (Paffenbarger et al. 1986 e Manson et al. 2002) e ainda em populações com diabetes tipo 2 (Tanasescu et al. 2003; Hu et al. 2004 e Gregg et al. 2003). Mais do que apenas actividade física, o exercício físico é uma forma estruturada e supervisionada de prática da mesma, e foi comprovado como sendo eficaz na melhoria da condição cardiorrespiratória (Boulé et al. 2003), bem como no controlo glicémico e redução do risco de doenças cardiovasculares (Boulé et al. 2001 e Snowling & Hopkins 2006). No entanto, a especificidade, frequência e duração de exercício necessárias para que acumule benefícios para a saúde e previna doenças relacionadas com o sedentarismo não é consensual (Gibala et al. 2012).

Um crescente conjunto de investigações tem vindo a demonstrar que o treino intervalado de alta intensidade (HIIT) induz melhorias equivalentes, ou até mesmo superiores, aos tradicionais métodos contínuos de *endurance*, em parâmetros fisiológicos, tanto em populações saudáveis como em populações com doenças (Gibala et al. 2012). Este é um factor importante, visto que a falta de tempo continua a ser uma das principais causas apontadas para a integração num plano de actividade física regular (Fernandes & Lázaro 2005).

O objectivo desta investigação é avaliar o efeito da participação em dois treinos intervalados de alta intensidade (HIIT) com durações de séries diferentes (30 ou 45 segundos) na composição corporal, condição cardiorrespiratória, variáveis hemodinâmicas e variáveis sanguíneas.

Na presente investigação participaram 21 estudantes da Universidade de Coimbra, todos eles do sexo masculino, fisicamente activos e com idades compreendidas entre os 19 e os 26 anos ($23,43 \pm 1,57$), distribuídos aleatoriamente por três grupos, de sete elementos cada: grupo de controlo, HIIT₃₀ e HIIT₄₅.

Os resultados demonstram que ambos os protocolos HIIT promovem benefícios bastante grandes nos parâmetros analisados, com aplicações quer no desempenho desportivo, quer na promoção da saúde pública.

Palavras-chave: Treino Intervalado; Condição Cardiorrespiratória; Saúde Pública; Desempenho; Variáveis sanguíneas.

SUMÁRIO

Título	Pág
1. Introdução	1
1.1. Preâmbulo	1
1.2. Apresentação do problema	1
1.3. Pertinência do estudo	2
1.4. Pressupostos e delimitações da investigação	2
2. Revisão de Literatura	3
2.1. Treino Contínuo de <i>Endurance</i>	3
2.2. Treino Intervalado	3
2.3. Treino Intervalado vs. Treino Contínuo	5
2.4. Impacto do treino intervalado na performance	7
2.5. Impacto do treino intervalado na dinâmica de VO ₂	7
2.5.1. Treino intervalado em atletas de elite	9
2.6. Aplicabilidade de protocolos de treino intervalado	10
2.7. Impacto do treino intervalado na saúde pública	11
2.8. Treino intervalado nos parâmetros analisados na presente investigação	14
2.8.1. Impacto do treino intervalado na composição corporal	14
2.8.2. Impacto do treino intervalado na capacidade aeróbia	15
2.8.3. Impacto do treino intervalado na pressão arterial, sistólica e frequência cardíaca de repouso	16
2.8.4. Impacto do treino intervalado nos parâmetros sanguíneos	17
3. Metodologia	18
3.1. Introdução	18
3.2. Amostra	18
3.3. Variáveis	18
3.3.1. Variáveis Antropométricas	18
3.3.2. Condição Cardiorrespiratória	20
3.3.3. Variáveis Hemodinâmicas	20
3.3.4. Variáveis Sanguíneas	20
3.3.5. Instrumentos utilizados	21
3.3.6. Administração dos Testes	22
3.3.7. Procedimentos precedentes à avaliação	22
3.3.8. Equipa de Avaliadores	22
3.3.9. Protocolos Utilizados	23
3.3.10. Administração dos testes	25
3.3.11. Análise dos dados	27
4. Apresentação dos Resultados	28
4.1. Introdução	28
4.2. Apresentação e discussão dos resultados	29
5. Discussão dos Resultados	62
5.1. Variáveis Antropométricas	62
5.2. Condição Cardiorrespiratória	63
5.3. Variáveis Hemodinâmicas	63

5.4. Variáveis Sanguíneas	63
6. Conclusão	65
7. Recomendações para estudos futuros	65
8. Bibliografia	66
9. Anexos	73
9.1. Consentimento para participação no estudo	74
9.2. Ficha de Avaliação	75

1. INTRODUÇÃO

1.1. Preâmbulo

Um crescente conjunto de investigações tem vindo a demonstrar que o treino intervalado de alta intensidade (HIIT) induz melhorias equivalentes, ou até mesmo superiores, aos tradicionais métodos contínuos de *endurance*, em parâmetros fisiológicos, tanto em populações saudáveis como em populações com doenças (Gibala et al. 2012). Este é um factor importante, visto que a falta de tempo continua a ser uma das principais causas apontadas para a não integração num plano de actividade física regular (Fernandes & Lázaro 2005).

A definição de treino intervalado não é consensual, refere-se geralmente a uma repetição de séries, curtas ou longas, de exercício a alta intensidade, intercaladas com períodos de recuperação, activa ou passiva. No entanto, a especificidade, frequência e duração de exercício necessárias para que acumule benefícios para a saúde e previna doenças relacionadas com o sedentarismo não é consensual (Gibala et al. 2012).

1.2. Apresentação do problema

A presente investigação tem como objectivo comparar dois protocolos de treino intervalado com durações de séries diferentes e analisar a magnitude dos benefícios por eles trazidos. Mais especificamente:

- a. Será analisado o impacto de dois protocolos de treino HIIT, com durações de 30 ou 45 segundos em cada série, na composição corporal, condição cardiorrespiratória, variáveis hemodinâmicas e sanguíneas;
- b. Determinar qual a duração de série mais vantajosa para obtenção de resultados, se existir uma, ou determinar qual a duração mais indicada para melhorar determinada variável;
- c. Estudar uma possibilidade de treino eficiente que possa ser usado em qualquer lado, com o devido acompanhamento.

Foram colocadas as seguintes hipóteses:

- 1) Ambos os treinos HIIT trarão benefícios significativos em relação às variáveis sanguíneas, reduzindo significativamente os triglicéridos e o colesterol LDL;
- 2) O protocolo HIIT₄₅ resultará em melhores resultados no seguimento da hipótese 1.

1.3. Pertinência do estudo

O treino contínuo de *endurance* é percebido como sendo monótono e desmotivante, o que torna as pessoas reticentes quanto à prática de exercício físico. Com o treino intervalado conseguem obter-se resultados bastante semelhantes e, muitas vezes, até melhores com um compromisso bastante menor, pois a duração é bastante mais reduzida, e com maior satisfação, pois este é percebido como desafiante e mais atractivo.

Apesar de já terem sido realizados muitos estudos no âmbito do treino intervalado, não existe um consenso acerca de qual a duração das séries que será mais indicada para desenvolver melhor as capacidades metabólicas e funcionais de cada um. Nesse sentido, pretende-se estudar dois protocolos de HIIT com diferentes durações, os seus resultados, para que seja mais fácil a prescrição deste tipo de treino a diferentes populações, consoante o seu objectivo.

1.4. Pressupostos e delimitações da investigação

Pressupostos desta investigação:

- a. Os materiais utilizados para as diferentes avaliações são válidos – medem o que se pretende medir e produzem resultados fiáveis e são utilizados correctamente;
- b. As análises sanguíneas são feitas em jejum de 12 horas;
- c. Os avaliadores têm a mesma formação e medem as mesmas variáveis em todos os sujeitos, de modo a diminuir o erro associado.

Delimitações desta investigação:

- a. Número reduzido da amostra;
- b. Amostra composta apenas por elementos do sexo masculino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Treino Contínuo de Endurance

O treino contínuo de *endurance* é geralmente caracterizado por ser um treino de intensidade baixa a moderada, de média a longa duração. Este tipo de protocolo foi até há relativamente pouco tempo (e em muitos casos ainda é) privilegiado em relação a outros protocolos de treino, por ser seguro para a grande maioria da população. No entanto, nos últimos anos, cada vez mais têm surgido estudos envolvendo outros protocolos de treino, nomeadamente com intensidades mais elevadas, que se têm mostrado equivalentes, ou até mesmo superiores, no que diz respeito a adaptações fisiológicas relacionadas com a saúde e desempenho desportivo, bem como se têm mostrado, também, com relativa segurança em um largo espectro da população saudável e com alguns tipos de doença.

Para além disso, o treino contínuo de *endurance* é percecionado como pouco motivante, levando a uma não integração da população sedentária em programas de actividade física regulares (Bartlett et al. 2011).

2.2. Treino Intervalado

O treino intervalado consiste na repetição de séries, curtas ou longas, de exercício a alta intensidade, intercaladas com períodos de recuperação. Este tipo de treino foi primeiramente descrito por Reindell and Roskamni e foi popularizado, em 1950, pelo campeão olímpico Emil Zatopek (Billat 2001).

No treino intervalado é possível identificar várias características, segundo Saltin et al. (cit. por Billat 2001): 1) intensidade; 2) rácio-duração; 3) amplitude; 4) e duração e distâncias. Para uma mais fácil compreensão destas características, tomemos como exemplo um treino intervalado com 3 séries de 1 minuto a uma intensidade de 100% à velocidade mínima necessária para atingir o $VO_{2máx}$ ($vVO_{2máx}$), intercaladas com 3 séries de 1 minuto a 50% $vVO_{2máx}$. Este treino, segundo os referidos autores, tem as seguintes características (Billat 2001):

1. Intensidade – a intensidade média deste treino é igual $(100+50)/2=75\%$, ou seja, o treino é realizado a uma intensidade média de 75% $VO_{2máx}$;

2. Rácio-duração – rácio da duração nas diferentes intensidades é igual $3/3=1$;
3. Amplitude – corresponde ao rácio da diferença entre as intensidades dos diferentes períodos com a velocidade média, o que significa que neste caso, sendo a velocidade média igual a $75\% vVO_{2máx}$, a amplitude é igual a $100-75/75=33\%$;
4. Duração e distâncias percorridas nas séries de alta intensidade e nas séries de recuperação.

Mais especificamente, dentro dos vários protocolos de treino intervalado existentes, os mais frequentemente aplicados são:

- a. Treino de *sprint's* intervalado (*Sprint Interval Training* – SIT) consiste em séries repetidas a uma intensidade correspondente à capacidade máxima de trabalho – como por exemplo, a repetição de séries de trabalho do teste *Wingate* (Scribbans et al. 2014);
- b. Treino intervalado de alta intensidade (*High-intensity Interval Training* – HIIT) consiste em séries curtas, intermitentes e de intensidade vigorosa, no entanto abaixo da capacidade de trabalho máximo, intercaladas com períodos de descanso ou actividade física ligeira (Scribbans et al. 2014 e Gibala et al. 2012).

A velocidade mantida durante um treino intervalado está relacionada significativamente com o VO_2 e com o aumento do $VO_{2máx}$ depois de um período de treino, dependendo da intensidade de trabalho, em detrimento da frequência ou duração de treino (Assadi & Lepers 2012). Posto isto, a determinação da velocidade de corrida adequada mostra-se fundamental.

Num protocolo HIIT cuja duração das séries seja 30'' a alta intensidade para 30'' de recuperação, a velocidade a que o sujeito treina, com o objectivo de aumentar o VO_2 durante uma sessão de treino, varia entre os 100%, 105%, 110%, 120% e 140% da sua velocidade aeróbia máxima – VAM (Assadi & Lepers 2012).

Vários autores que nos últimos anos se têm dedicado à investigação com base no treino intervalado de alta intensidade reportam que este tipo de protocolo é uma estratégia eficiente temporalmente de forma a induzir rápidas adaptações no músculo-esquelético, como demonstrado através de alterações na actividade da proteína enzimática oxidativa, bem como na sensibilidade à insulina (Bartlett et al. 2011).

Para além dos benefícios já mencionados, o treino intervalado de alta intensidade é percebido como menos monótono e menos aborrecido que o tradicional treino contínuo de *endurance* (Bartlett et al. 2011 e Tjonna et al. 2008). Assim, este tipo de treino será uma estratégia interessante para a motivação da população em geral para a prática de exercício físico, num período mais prolongado.

2.3. Treino intervalado vs. Treino Contínuo

O treino contínuo de *endurance* e o treino intervalado, quer seja através de protocolos SIT ou HIIT, resultam em adaptações comparáveis tanto no desempenho desportivo, como no metabolismo do músculo-esquelético. Estas adaptações incluem: 1) melhoria na captação máxima de oxigénio ($VO_{2máx}$); 2) melhoria do desempenho aeróbio; 3) aumento no conteúdo dos marcadores mitocondriais, capacidade oxidativa, reservas de glicogénio e triglicérides intramuscular, densidade capilar e oxidação lipídica; e 4) redução no nível de substrato da fosforilação – fosfocreatina e glicogénio (Scribbans et al. 2014).

Numa investigação levada a cabo por Hazell et al. (2012) envolvendo jovens ($23 \pm 2,3$ anos) fisicamente activos, que integraram dois protocolos de treino distintos, em cicloergómetro – *sprint interval training* (4 *sprints* de 30 segundos a um esforço máximo estacionário, intercalado com 4 minutos de recuperação activa) e treino contínuo de *endurance* (esforço constante com uma intensidade igual a 70% $VO_{2máx}$) – foi demonstrado que apesar do maior consumo de O_2 durante a sessão de treino contínuo ($87,6 \pm 13L O_2$ vs. $35,1 \pm 4,4L O_2$ no treino SIT), o aumento do metabolismo, durante o resto do dia, com a sessão SIT resultou em consumos de O_2 idênticos, no total das 24h: $498,0 \pm 29,4L O_2$, no treino SIT; e $500,2 \pm 49,2L O_2$ no treino contínuo. Especificamente, o VO_2 de recuperação foi cerca de 50L superior com o SIT do que com o treino contínuo, sendo que 26% dos quais foram consumidos durante as primeiras 6h pós-exercício. Apesar de não ter existido nenhuma diferença estatisticamente significativa no consumo de O_2 pós-exercício entre ambas as sessões de treino, o facto de o VO_2 ser constantemente mais elevado após a sessão SIT, levou a que o consumo total de oxigénio se aproximasse ao registado após a sessão de treino contínuo. Na referida investigação, a EPOC induzida pelo treino contínuo foi menor que a induzida pelo SIT ($12L$ vs. $62,8L O_2$), o que se revela bastante interessante no ponto de vista metabólico, visto ser uma forma de aumentar o metabolismo aeróbio pós-exercício.

Com o objectivo de analisar as adaptações ao treino intervalado quando comparado com o treino contínuo de *endurance* nos marcadores de hidratos de carbono músculo-esqueléticos, metabolismo lipídico e controlo metabólico, antes, durante e depois do exercício, 20 jovens (23 ± 1 ano) foram envolvidos em dois protocolos de treino, em cicloergómetro (SIT e contínuo de *endurance*), durante 6 semanas. No final do período experimental, os resultados foram semelhantes em ambos os grupos (à excepção dos valores de potência média que aumentaram 7% no grupo SIT e no grupo de corrida contínua não registaram alterações), não existindo diferenças estatisticamente significativas nos resultados obtidos com o treino intervalado quando comparado com o treino contínuo de *endurance*, sendo que ambos conduziram a um aumento do pico de potência, do $VO_{2\text{máx}}$ e do metabolismo dos lípidos, bem como uma diminuição das frequências cardíaca e ventilatória, quociente respiratório e metabolismo dos hidratos de carbono (Burgomaster et al. 2008a). As principais conclusões retiradas deste estudo são que 6 semanas de treino intervalado (SIT) induzem adaptações similares nos marcadores seleccionados de HC do músculo-esquelético, metabolismo lipídico e controlo metabólico durante o exercício, comparado com as adaptações obtidas com um treino contínuo de *endurance*, apesar do muito menor volume de treino e tempo despendido. Nesse seguimento, o volume de treino semanal do protocolo SIT era aproximadamente 90% inferior (~ 225 vs. ~ 2250 kJ.semana⁻¹ para o treino contínuo) e o tempo de treino gasto foi 1/3 do treino contínuo ($\sim 1,5$ vs. 4,5 h). A maior parte do tempo de treino no grupo SIT foi passado na recuperação entre *sprints* e o tempo real de exercício semanal foi de aproximadamente 10 minutos, comparando com aproximadamente 4 horas e 30 minutos de treino contínuo moderado a intenso, no grupo de treino contínuo de *endurance*.

Hottenrott et al. (2012), num outro estudo envolvendo pessoas fisicamente activas, de forma recreacional, foi comparada a aplicação, durante 12 semanas, de um protocolo de treino misto (4 sessões semanais de treino intervalado de alta intensidade, de 30 minutos, e uma sessão de 30 minutos de corrida contínua de *endurance*) e um protocolo de treino de corrida contínua de *endurance* (2 sessões semanais de 30-60 minutos a uma intensidade de 85% da velocidade ao limiar de lactato e de 60-120 minutos a uma intensidade de 75% da velocidade ao limiar de lactato). Ambos os protocolos totalizavam, semanalmente, uma duração de 2 horas e 30 minutos de treino e foi possível verificar em ambos uma redução da massa corporal, massa isenta de gordura e massa gorda visceral, sendo que este último parâmetro registou uma diferença estatisticamente significativa no grupo HIIT. Estes autores concluem que embora se verifiquem melhorias no pico de VO_2 relativo em ambos os treinos,

este aumento é consideravelmente superior no treino SIT e que, embora ambos os tipos de treino sejam benéficos para a saúde, os benefícios são ligeiramente superiores após o treino intervalado.

Mais recentemente, Scribbans et al. (2014) compararam a aplicação de um protocolo de treino contínuo de *endurance* (30 minutos a uma intensidade de 65% $VO_{2máx}$) com um treino HIIT (8 séries de 20 segundos a 170% $VO_{2máx}$, intercalado com descansos de 10 segundos) concluindo que ambos resultam em adaptações semelhantes (adaptação de fibras musculares, depleção de glicogénio, recrutamento muscular e marcadores intramusculares). No entanto, o treino HIIT tem uma maior capacidade de desenvolver a capacidade anaeróbia máxima, o que se deve ao facto de a intensidade inerente ao HIIT ser capaz de activar os mesmos mecanismos, mais cedo.

2.4. Impacto do treino intervalado na performance

Numa investigação envolvendo adultos recreacionalmente activos, foram aplicados protocolos de treino misto (4 dias de treino HIIT e um dia de treino contínuo de *endurance*, semanalmente) e de treino contínuo de *endurance* (duas sessões com durações entre os 30 e os 120 minutos, a uma intensidade entre 75 e 85% da velocidade ao limiar de lactato), totalizando duas horas e trinta minutos semanais, em cada um dos grupos. Após a aplicação dos protocolos, durante 12 semanas, a velocidade a que se atinge o limiar aeróbio melhorou 20,5% no treino intervalado e 12,9% no treino contínuo, conduzindo a uma melhor condição aeróbia (Hottenrott et al. 2012).

2.5. Impacto do treino intervalado na dinâmica de VO_2

Quando o exercício é iniciado é exigido um aumento imediato do *turnover* de ATP nas células musculares recrutadas. Esta diferença de necessidade de ATP é suprimida através da degradação de fosfocreatina intramuscular e do catabolismo anaeróbio do glicogénio, levando a um défice de oxigénio, em simultâneo com um aumento do consumo de oxigénio (Krogh e Lindhard cit. por Bailey et al. 2009). Em relação a este aumento do consumo de oxigénio (VO_2) podem ser observados dois comportamentos: 1) o VO_2 atinge um patamar em que fica estabilizado (*steady-state*), o que ocorre quando a intensidade do exercício não atinge o primeiro limiar anaeróbio; ou 2) o VO_2 não estabiliza por a intensidade do exercício ser

superior a esse primeiro limiar anaeróbio (Silva & Oliveira 2004 e Da Boit et al. 2014), levando a um aumento contínuo do consumo de oxigénio até que este estabilize ou até que sejam atingidos valores máximos ou supramáximos – componente lenta do VO_2 (Silva et al. 2006 e Da Boit et al. 2014). A escala a que o VO_2 aumenta tem implicações directas na magnitude do défice de oxigénio e está associado proporcionalmente a uma diminuição na concentração de fosfocreatina muscular (Rossiter et al. 2001; Rossiter et al. 2002 e Da Boit et al. 2014) e a um maior consumo de glicogénio (Laughlin & Roseguini 2008 e Da Boit et al. 2014). Estas alterações conduzem, conseqüentemente, a uma maior fadiga muscular pela acumulação de iões de hidrogénio e de fosfato inorgânico. Assim, se conseguirmos acelerar a componente lenta do VO_2 , será possível diminuir a fadiga muscular e, conseqüentemente, aumentar o desempenho (Da Boit et al. 2014).

Tendo isto em consideração e visto no treino intervalado de alta intensidade serem utilizados muitas vezes protocolos com intensidades máximas e supramáximas, é de grande importância compreender também a sua influência na componente lenta do VO_2 .

Para uma melhor compreensão disso mesmo, Bailey et al. (2009) realizaram um estudo com o objectivo de avaliar o efeito de trabalho similar com dois protocolos de treino SIT (intensidade moderada e intensidade elevada) e contínuo de *endurance* na dinâmica do VO_2 , FC e na desoxigenação muscular durante os dois tipos de treino em sujeitos recreacionalmente activos, além do impacto destes métodos de treino na tolerância ao exercício de alta intensidade. Foram conduzidas 6 sessões de treino, com os referidos protocolos, com uma amostra de 24 jovens (21 ± 4 anos) e, após as mesmas, podemos retirar as seguintes conclusões:

- a. O grupo SIT demonstrou um aumento significativo no $VO_{2máx}$, tanto em termos relativos como absolutos, após treino, o que não se verificou no treino contínuo de *endurance*;
- b. A taxa do pico de trabalho só melhorou significativamente após os protocolos intervalados;
- c. Variação do lactato, tempo médio de resposta e défice de O_2 foram significativamente reduzidos após o treino SIT, o que não se verificou nos grupos contínuos ou grupo de controlo;
- d. O treino intervalado induziu a uma diminuição do tempo médio de resposta ao exercício;

- e. A amplitude da componente lenta do VO_2 e o seu desenvolvimento foram significativamente reduzidos após o treino SIT, o que não se verificou nos outros grupos;
- f. O aumento do pico de VO_2 (8%) e da capacidade máxima de trabalho foi somente observado no treino SIT;
- g. O grupo SIT foi o único que demonstrou aumentos significativos no tempo até à exaustão, durante exercícios de intensidade severa, posteriormente corroborado por Bayati et al. (2011);
- h. As alterações na tolerância ao exercício não estão significativamente correlacionadas com as alterações do pico VO_2 ($r=0,13$) ou com o QR ($r=0,68$);
- i. O treino intervalado é mais económico no respeitante ao tempo despendido – o grupo de treino contínuo completou aproximadamente 126 min de treino e o grupo SIT completou aproximadamente 17,5 min de treino, durante um período de 2 semanas.

No seguimento destas conclusões, os autores constataam que o aumento da dinâmica do VO_2 e a tolerância ao exercício no treino SIT se deve a um aumento da fase II na dinâmica do VO_2 , após o treino SIT, que está significativamente correlacionado com as alterações na dinâmica da desoxihemoglobina, sugerindo que este treino teve impacto na dinâmica pelo aumento da extracção de oxigénio muscular. Para além disso, uma mais rápida obtenção do *steady-state* resulta na redução do défice de oxigénio e numa correspondente redução do fornecimento de energia da fosforilação de substrato e na acumulação de metabolitos associados à fadiga. Por último, no que diz respeito ao tempo de resposta ao exercício e à amplitude da componente lenta do VO_2 , verificaram-se reduções entre 20 e 25% para o treino intervalado, o que atenua a depleção da fosfocreatina muscular, bem como das reservas de glicogénio.

2.5.1. Treino intervalado em atletas de elite

Mesmo com atletas altamente treinados, conseguem produzir-se alterações fisiológicas interessantes, nomeadamente o aumento da potência anaeróbia média e máxima. Com esse tipo de população, uma forma de eficaz de aplicabilidade de treino intervalado é no período transitório, já que conseguindo ter um maior tempo de repouso é possível não se perder valores fisiológicos importantes para o atleta. Incluir na periodização do treino de

atletas de alta competição um período de treino intervalado, poderá ser benéfico para evitar o *overtraining*, sem perder as capacidades já adquiridas (Kim et al. 2011).

O treino SIT pode ser uma excelente ferramenta para o treino com atletas de elite. Um exemplo é o *polarized-training* que utiliza treino intervalado de alta intensidade nos momentos anteriores à competição, pois este treino tem menor desgaste dos substratos, já que tem um volume muito menor.

2.6. Aplicabilidade de protocolos de treino intervalado

O treino intervalado foi muitas vezes aplicado com base em repetições do teste *wingate*, requerendo por isso equipamento especializado e um esforço bastante elevado, sendo assim, muitas vezes, considerado como impraticável. No entanto, muitos protocolos HIIT foram já aplicados com algumas adaptações, ajustando a intensidades submaximais embora elevadas, o que permite uma aplicabilidade mais abrangente (Skelly et al. 2014). Exemplos disso são protocolos HIIT aplicados em jovens com obesidade (Corte de Araujo et al. 2012), pessoas com doenças cardiovasculares (Keteyian et al. 2014; Currie et al. 2013), adultos sedentários (Matsuo, Saotome, Seino, Eto, et al. 2014), adultos sedentários hipertensos (Guimarães et al. 2010), entre outros.

A aplicação de um protocolo de treino intervalado em sujeitos com doença arterial periférica revelou que a prática de exercício de um protocolo HIIT, levando-os até ao limiar isquémico, estimula eficazmente respostas adaptativas na doença vascular. Este estudo vem também corroborar as evidências anteriormente determinadas, de que pessoas envolvidas num programa de exercício de reabilitação vascular podem praticar exercício de alta intensidade, de forma segura (Adams et al. 2006).

Embora sejam adaptados, estes protocolos não perderam validade. Este facto é comprovado através de uma investigação em que os resultados obtidos através da aplicação de um protocolo HIIT (10 séries de 30 segundos a uma intensidade de 90% da frequência cardíaca máxima, intercalados com 1 minuto de recuperação) são comparáveis com os resultados em testes baseados no *wingate* (Little et al. 2011).

2.7. Impacto do treino intervalado na saúde pública

Vários estudos comprovam que níveis mais elevados de actividade física reduzem a mortalidade por todas as causas e a mortalidade por doença cardiovascular, sendo por isso fortemente recomendada a prática de exercício físico na prevenção primária e secundária deste tipo de doença (Rognmo et al. 2004). Foi já documentado também que profissões mais sedentárias, principalmente se não forem acompanhadas por um estilo de vida activo fora do horário de trabalho, são de maior risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e morte súbita (Joyner & Green 2009).

O Colégio Americano de Medicina Desportiva (*American College of Sports Medicine – ACSM*) considera como o mínimo recomendável para a população adulta a prática de exercício físico aeróbio de intensidade moderada durante 150 minutos semanais, para obter benefícios na saúde (Donnelly et al. 2009). Estas recomendações exigem 30 minutos diários de exercício aeróbio, no caso de os treinos serem divididos por 5 ao longo da semana.

A inclusão de treino aeróbio em atletas de recreação, pessoas sedentárias e populações doentes foi muito limitada ao treino contínuo de *endurance* (Gist et al. 2014), no entanto, visto uma das razões mais frequentes para a não-prática de exercício físico ser a falta de tempo (Fernandes & Lázaro 2005 e Chastin et al. 2014), este tipo de treino poderá causar alguma renitência à prática de actividade física.

Como tal, vários investigadores têm vindo a estudar a aplicação do treino intervalado no âmbito da saúde, visto este permitir compromissos muito menores no que diz respeito ao tempo de prática.

Nesse seguimento, foi já comprovado que exercício físico vigoroso e regular pode diminuir o risco de doença cardiovascular entre um terço e metade, pois uma boa condição cardiorrespiratória (níveis elevados de $VO_{2máx}$) permite que esse risco seja reduzido entre 60 e 70% (Joyner & Green 2009). Tendo isto em conta, até mesmo pequenos aumentos na condição cardiorrespiratória poderão ter benefícios substanciais na saúde (Bacon et al. 2013).

Um estudo levado a cabo por Matsuo, Saotome, Seino, Shimojo, et al. (2014) em jovens adultos sedentários, utilizou a medida de referência para a massa do ventrículo esquerdo (*Cardiac Magnetic Resonance Imaging – MRI*) de forma a conseguir avaliar os efeitos do treino intervalado (SIT e HIIT) no ventrículo esquerdo, quando comparados com o treino contínuo de *endurance*. Os protocolos foram realizados em cicloergómetros e consistiam do seguinte: 1) SIT – 7 *sprints* de 30 segundos, a uma intensidade de 120% $VO_{2máx}$,

intercalado com 15 segundos de descanso; 2) HIIT – 3 séries de 3 minutos a uma intensidade de 85-90% $VO_{2máx}$, intercalado com uma recuperação activa de 2 minutos, a baixa intensidade; 3) treino contínuo de *endurance* – 40 minutos contínuos a uma intensidade de 60-65% $VO_{2máx}$ e 3 minutos de recuperação activa no final.

Após 8 semanas de treino contínuo de *endurance*, com uma frequência de 5 treinos semanais, a massa musculo-esquelética do ventrículo esquerdo não sofreu alterações significativas, sendo colocada a possibilidade de se dever ao curto período de treino, já que estudos anteriores citados pelos autores demonstram aumentos significativos, no entanto os períodos de treino eram mais prolongados. Contrastando com estes resultados, nos sujeitos de ambos os grupos SIT e HIIT foram verificadas alterações significativas tanto na massa muscular do ventrículo esquerdo (SIT aumento de $6,5\pm 8,3\%$; HIIT aumento de $8\pm 8,3\%$), bem como o volume sistólico (SIT aumento de $5,3\pm 8,3\%$; HIIT aumento de $12,1\pm 9,8\%$) e frequência cardíaca de repouso (SIT diminuição de $-7,3\pm 11\%$; HIIT diminuição de $12,7\pm 12,2\%$). Os resultados obtidos vão de encontro a algumas outras investigações em que foram encontradas associações fortes entre o aumento do $VO_{2máx}$ e o aumento do volume sistólico e redução da frequência cardíaca de repouso (Triik et al. 2011).

Estes resultados contrastam com alguns anteriores em que o aumento do $VO_{2máx}$ é atribuído a alterações na capacidade oxidativa periférica, através de uma maior estimulação da PGC1- α – proteína que influencia a determinação do tipo de fibra muscular (Gibala & McGee 2008). Contrastando também com este estudo, não foram encontradas alterações significativas na frequência cardíaca de repouso associadas ao tipo de treino (HIIT vs. contínuo de *endurance*) (Drigny et al. 2013).

Num estudo posterior, o protocolo utilizado foi idêntico ao descrito nos parágrafos anteriores para Matsuo et al. (2014), no entanto a frequência semanal foi reduzida para dois treinos (Matsuo, Saotome, Seino, Eto, et al. 2014). Apesar de uma redução de 3 treinos semanais, os resultados foram consonantes, diminuindo a frequência cardíaca de repouso, através de uma influência positiva no sistema nervos parassimpático, bem como semelhanças nas variações dos valores do volume sistólico e da massa miocárdica.

Os resultados apontados por Matsuo, Saotome, Seino, Shimojo, et al. (2014) mostram que o treino intervalado é mais eficiente que o treino contínuo de *endurance* na obtenção de melhorias cardíacas centrais, nomeadamente na hipertrofia do ventrículo esquerdo, aumento do volume sistólico e diminuição da frequência cardíaca. Mais especificamente, é possível verificar que não são necessárias intensidades demasiado severas como as utilizadas em

protocolos SIT, pois o grupo que realizou o protocolo HIIT obteve resultados superiores a esse grupo em todos estes três parâmetros mencionados. Isto é bastante importante, na medida em que um protocolo de treino de volume reduzido poderá vir a ser aplicado de forma mais abrangente, pois não é necessário, pelo contrário, realizar exercício a intensidades supramaximais. No entanto, outras investigações terão de ser realizadas para que conclusões sejam elaboradas sobre este tema, visto não haver consenso, apesar do grande potencial mostrado pelos protocolos HIIT no desenvolvimento de marcadores de saúde cardíaca.

Numa investigação com o objectivo de comparar a resposta hemodinâmica aguda em pacientes com falência cardíaca, durante uma sessão de treino HIIT e uma sessão de treino contínuo de *endurance*, foi analisada a variação no volume sistólico, débito cardíaco e diferença arterio-venosa. Durante os seguintes protocolos: 1) HIIT (8 séries de 30 segundos a uma intensidade de 100% pico de potência, intercalados com recuperação passiva de 4 minutos entre a 4.ª e 5.ª série e de 30 segundos entre as restantes séries); e 2) treino contínuo de *endurance* (22 minutos a uma intensidade de 60% do pico de potência); foram obtidos os seguintes resultados (Gayda et al. 2012):

- a. Os três parâmetros analisados foram idênticos durante uma sessão de cada um dos tipos de treino;
- b. O VO_2 e a frequência ventilatória tenderam a ser mais reduzidos durante o protocolo HIIT, sendo que também a percepção de esforço tendeu a ser menor;
- c. O protocolo HIIT provocou respostas hemodinâmicas centrais moderadas que tenderam a ser estáveis.

Os autores concluem que, durante o HIIT, os sujeitos têm adaptações centrais e periféricas semelhantes às observadas durante o treino contínuo, no entanto com uma exigência metabólica e ventilatória significativamente mais reduzida. O facto de a frequência ventilatória média ser mais reduzida é bastante importante, no sentido que a dificuldade em controlar a respiração durante o exercício é a principal causa para a paragem e desistência do mesmo. Assim, através de protocolos HIIT, este tipo de população poderá sentir-se mais confortável, ser mais tolerante e vir a manter-se durante mais tempo em programas de reabilitação cardíaca.

2.8. Treino intervalado nos parâmetros analisados na presente investigação

Seguidamente serão apresentados alguns resultados já conhecidos acerca do efeito que o treino intervalado tem nos parâmetros observados no estudo realizado para a elaboração da presente dissertação. Nomeadamente será analisado o treino intervalado no que diz respeito à sua influência em: 1) variáveis antropométricas como a composição corporal, circunferência da cintura e da anca e relação cintura/anca; 2) capacidade aeróbia; 3) pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca de repouso; 4) parâmetros sanguíneos como C-HDL, C-LDL, C-Total, glicémia em jejum, insulinémia, triglicérideos e HOMA.

2.8.1. Impacto do treino intervalado na composição corporal

Burgomaster et al. (2008b) desmistificaram a ideia de que o treino intervalado não tem implicações na oxidação lipídica, já que encontraram melhorias na concentração de β -HAD (envolvida no metabolismo lipídico), num protocolo de treino com 6 semanas. Complementarmente, verificou-se que o treino intervalado aumenta o conteúdo enzimático mitocondrial, melhorando assim o metabolismo lipídico e reduzindo a depleção de glicogénio (Hottenrott et al. 2012). Portanto, o treino SIT é uma boa forma de aumentar esta oxidação, beneficiando de um volume de treino significativamente mais reduzido que os protocolos de treino contínuo. Posto isto, um protocolo HIIT pode ser apropriado como parte integrante de um programa de perda de massa gorda.

Este tipo de treino foi já demonstrado como eficiente na perda de massa gorda (absoluta e percentual) por variadíssimos autores (Corte de Araujo et al. 2012; Boutcher 2011; Whyte et al. 2010; Lau et al. 2014).

O controlo da massa corporal é muitas vezes realizado através do cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC), no entanto outros marcadores têm surgido para a alguns marcadores associados a um maior risco de doenças cardiovasculares, como por exemplo a circunferência da cintura, relação cintura/anca e ainda a relação entre o perímetro da cintura e a estatura. Esta última medida está intimamente relacionada com a hipertensão e tem vindo a ser consecutivamente comprovada como melhor preditor de doenças cardiovasculares que o IMC e a circunferência da cintura (Ashwell et al. 2012). O treino intervalado revelou já, também, conseguir impor reduções significativas no perímetro da cintura (Whyte et al. 2010 e Kessler et al. 2012) que influencia directamente o índice cintura/estatura.

2.8.2. Impacto do treino intervalado na capacidade aeróbia

O indicador independente tido em conta como sendo o mais fiável na predição da mortalidade por doença cardiovascular é o pico de capacidade aeróbia, medido através do valor de pico de captação de oxigénio – $VO_{2máx}$ (Rognmo et al. 2004).

Alguns indivíduos poderão ter dificuldades em obter melhorias na condição cardiorrespiratória (aumento do $VO_{2máx}$) através dos métodos tradicionais de treino de *endurance*, possivelmente por causas genéticas (Bacon et al. 2013 e Bouchard et al. 2011), dados que contrastam com outros estudos em que o $VO_{2máx}$ aumenta após intervenções com protocolos de treino intervalado ou protocolos de treino misto, envolvendo treino intervalado complementado com treino contínuo (Bacon et al. 2013).

Através de uma meta-análise realizada por Bacon et al. (2013) acerca da potencialidade do treino intervalado ou misto para o aumento do $VO_{2máx}$ foram registadas as seguintes características de investigação:

- a. Amostras com de 3 a 19 sujeitos saudáveis, com idades variáveis entre 18 e 42 anos e valores de $VO_{2máx}$ pré-treino entre os 26 e 52 mL.Kg⁻¹.min⁻¹;
- b. Protocolos com uma duração entre 6 e 12 semanas;
- c. Protocolos de corrida, em cicloergómetro ou em ambos;
- d. Protocolos com rácios de duração entre 1:1 e 5:2 (tempo de trabalho:tempo de recuperação);
- e. Em praticamente todos os estudos analisados o tempo de trabalho a alta intensidade foi igual ou superior a 10 minutos.

A principal conclusão desta meta-análise é que, apesar da curta duração e número limitado de sessões por semana, o treino intervalado de alta intensidade leva a aumentos mais significativos no desenvolvimento do $VO_{2máx}$, quando comparados com treinos contínuos de *endurance*. Como resultado desta análise, pode verificar-se um aumento significativo ($p<0,001$) do $VO_{2máx}$, sendo que esse aumento variou entre 0,43 e 0,60 L.min⁻¹ (valor médio de 0,51 L.min⁻¹). Alguns factores associados ao aumento do $VO_{2máx}$ (aumento do volume sanguíneo, da densidade capilar ou conteúdo mitocondrial muscular, entre outros) podem variar consoante características individuais dos sujeitos, bem como características de cada protocolo de treino.

Num estudo posterior à meta-análise anteriormente referida, os resultados voltaram a ser consonantes com os obtidos, sendo que o $VO_{2máx}$, após 5 treinos semanais num período de 8 semanas de treino, aumentou 22,5% ($\pm 12,2\%$) no grupo HIIT (3 séries de 3 minutos a uma

intensidade de 85-90% $VO_{2máx}$, recuperação activa de 2 minutos) em comparação com um aumento de 10% ($\pm 8,9\%$) no grupo de treino contínuo (Matsuo, Saotome, Seino, Shimojo, et al. 2014).

Um ponto bastante importante na prescrição de protocolos de treino intervalado é a intensidade a que este é realizado, bem como a duração das séries de trabalho/recuperação. Através desta meta-análise, conclui-se que intensidades elevadas mantidas durante intervalos mais longos elevadas são passíveis de promover o aumento do $VO_{2máx}$ na generalidade dos jovens adultos. Para além disso, a generalidade dos estudos produziu efeitos em todos os sujeitos que neles participaram, o que sugere que a incapacidade de alguns indivíduos demonstram em aumentar a condição cardiorrespiratória, quando envolvidos em programas de treino de *endurance*, não se verifica quando se trata de protocolos de treino intervalado.

2.8.3. Impacto do treino intervalado na pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca de repouso

A hipertensão arterial é o principal factor de risco para a morbilidade e mortalidade por doença cardiovascular, afectando aproximadamente 1 bilião de pessoas em todo o mundo. Um dos factores associados à sua prevenção é uma boa condição cardiorrespiratória (Lawes et al. 2008), que já foi provado e mencionado várias vezes, em várias investigações, que melhora substancialmente após períodos de treino com protocolos HIIT. Mais especificamente, vários protocolos HIIT levaram já à normalização do sistema nervoso autónomo (normalização da norepinefrina em descanso e durante o exercício, com valores iniciais aumentados), diminuição da pressão sanguínea, normalização da rigidez arterial e melhorias na função endotelial (Ciolac 2012). Protocolos HIIT foram já eficazes na redução da pressão arterial sistólica e diastólica em jovens raparigas normotensas com risco familiar elevado para desenvolvimento de hipertensão (Ciolac et al. 2010).

A frequência cardíaca de repouso é um indicador de risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo um factor independente que contribui para um risco aumentado de desenvolvimento de hipertensão arterial (Wang et al. 2014). Além disso, valores elevados de frequência cardíaca de repouso aumentam significativamente o risco de mortalidade por todas as causas, ao longo da vida (Hartaigh et al. 2014).

Como mencionado anteriormente, a frequência cardíaca de repouso é bastante influenciada por protocolos HIIT, podendo obter-se diminuições significativas em relação a protocolos de treino contínuo e até mesmo SIT (Matsuo, Saotome, Seino, Shimojo, et al. 2014).

2.8.4. Impacto do treino intervalado nos parâmetros sanguíneos

Os parâmetros analisados neste capítulo estão essencialmente relacionados com doenças cardiovasculares, diabetes, dependência de medicação diária e, conseqüentemente, menor qualidade de vida, maior morbidade e maior risco de mortalidade. A sensibilidade à insulina é um factor importante no estudo de algumas dessas doenças, tais como a síndrome metabólica, diabetes tipo 2 ou hipertensão. Uma forma de conseguirmos avaliar este parâmetro é através de um modelo de avaliação da homeostasia da resistência à insulina (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance – HOMA-IR*), a partir dos níveis de glicose plasmática e insulina em jejum. Baixos valores de HOMA indicam alta sensibilidade à insulina, e altos valores de HOMA indicam baixa a sensibilidade à insulina (Matthews et al. 1985).

Um estudo realizado com raparigas jovens e saudáveis, com histórico familiar de hipertensão arterial, integradas num protocolo de treino HIIT, mostrou que este tipo de exercício é capaz de diminuir significativamente os níveis de insulina e de sensibilidade à insulina, resultante da acumulação intracelular de triglicéridos e levando a uma oxidação de ácidos gordos aumentada (Ciolac et al. 2010). No mesmo estudo, foi possível observar um aumento no colesterol HDL (3%) e uma redução do colesterol LDL (11,7%) e dos triglicéridos (0,7%), embora nenhuma das alterações registadas tenha sido estatisticamente significativa. Em relação à glicose, não se registaram alterações significativas. Num outro estudo, com mulheres com obesidade, após 18 meses integradas num protocolo de treino intervalado, a redução da massa corporal foi bastante pequena (cerca de 1%), no entanto registaram-se alterações significativas no C-HDL, triglicéridos e sensibilidade à insulina (Donnelly et al. 2009).

3. METODOLOGIA

3.1. Introdução

Neste capítulo serão apresentados os métodos utilizados na presente investigação, mais especificamente, procedimentos pré-testes, quais os protocolos e testes utilizados e os procedimentos seguidos na aplicação dos mesmos, procedimentos e instrumentos utilizados na recolha de dados para todas as variáveis em estudo, caracterização da amostra e equipa de observadores.

3.2. Amostra

Esta investigação é composta por uma amostra de 21 participantes, todos eles do sexo masculino, alunos da Universidade de Coimbra, fisicamente activos e com idades compreendidas entre os 19 e os 26 anos ($23,43 \pm 1,57$). No seguimento do referido no parágrafo anterior, os participantes foram distribuídos aleatoriamente por três grupos, de sete elementos cada: grupo de controlo, grupo HIIT₃₀ e grupo HIIT₄₅. Durante o período experimental, o grupo de controlo não realizou qualquer protocolo de treino, enquanto os dois grupos experimentais participaram em 12 sessões de treino, ao longo de 4 semanas, com séries de duração correspondente ao grupo em que estão inseridos.

3.3. Variáveis

Na presente investigação, as variáveis em estudo podem ser divididas em quatro grupos: 1) variáveis antropométricas; 2) condição cardiorrespiratória; 3) variáveis hemodinâmicas; 4) variáveis sanguíneas.

3.3.1. Variáveis Antropométricas

Foi seleccionado um conjunto de variáveis antropométricas com vista a estudar os caracteres mensuráveis da morfologia dos participantes. Estas variáveis foram classificadas como medidas antropométricas simples, quando se tratam de uma medição directa da variável, ou como medidas antropométricas compostas, quando se trata da relação entre duas das anteriores para dar origem a uma terceira medida, através de fórmulas científicas comprovadas.

3.3.1.1. Medidas antropométricas simples

- a. Massa corporal, medida em quilogramas (Kg) através de balança acoplada ao pletismógrafo de ar.
- b. Estatura, medida compreendida entre o plano plantar e o *vertex*, expressa em centímetros (cm) com aproximação às décimas, através de um estadiómetro.
- c. Circunferência da cintura, medida em centímetros (cm), no ponto de menor circunferência do tronco, entre o apêndice xifóide e a cicatriz umbilical.
- d. Circunferência da anca, medida em centímetros (cm), no plano horizontal que passa pela sínfise púbica.
- e. Composição corporal (massa gorda absoluta, percentagem de massa gorda e massa isenta de gordura), realizada através de pletismografia de ar (BOD POD®, *Life Measurement Instrument Concord, USA*), utilizando o *software* do equipamento (versão 4.2.4), avaliando a densitometria através da fórmula *Siri* e o volume torácico de forma predita.

3.3.1.2. Medidas antropométricas compostas

Medidas obtidas através da relação entre duas medidas simples.

- a. Índice de Massa Corporal (IMC) – medida composta calculada através da divisão da massa corporal, em quilogramas, pelo quadrado do valor da estatura, em metros. Resultado expresso em quilogramas por metro quadrado (Kg/m^2). Esta é uma medida que foi estabelecida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como sendo uma medida padrão para a identificação de pessoas com excesso de peso e obesidade (Dobbelsteyn et al. 2001).
- b. Índice cintura-anca – relação obtida através da divisão da circunferência da cintura pela circunferência da anca. Esta é uma medida que pode ser utilizada para estimar a gordura abdominal, que é um factor de risco de doença cardiovascular (de Koning et al. 2007).
- c. Índice anca-estatura – relação obtida através da divisão entre a circunferência da anca e a estatura e pode ser utilizado como um instrumento para estimar a distribuição da gordura corporal. Este é um instrumento com bastante potencial como preditor de doenças cardiovasculares, num vasto leque populacional (Ashwell et al. 2012).

3.3.2. Condição cardiorrespiratória

- a. VO_2 máximo, medido através de um protocolo indirecto e expresso em termos relativos (mL.Kg.min^{-1}).

3.3.3. Variáveis hemodinâmicas

- a. Pressão arterial sistólica e diastólica, medidas através do método auscultatório e expressa em milímetros de mercúrio (mmHg).
- b. Frequência cardíaca de repouso, monitorizada através de um cardiofrequencímetro *Polar S810*, com precisão de medição da frequência cardíaca de $\pm 1\%$ ou ± 1 batimento por minuto. O registo procedeu-se ao fim de, aproximadamente, 5 minutos, sendo lido no relógio receptor, em batimentos por minuto (bpm.min^{-1}).

3.3.4. Variáveis sanguíneas

As variáveis sanguíneas foram mensuradas de forma directa, recorrendo a um laboratório de análises clínicas. Todos os participantes foram instruídos a fazer as análises com 12 horas de jejum.

3.3.4.1. Perfil lipídico

- a. Colesterol das lipoproteínas de baixa densidade (C-LDL), medido em miligramas por decilitro (mg.dL^{-1}).
- b. Colesterol das lipoproteínas de alta densidade (C-HDL), medido em miligramas por decilitro (mg. dL^{-1}).
- c. Colesterol total (C-Total), medido em miligramas por decilitro (mg. dL^{-1}).
- d. Triglicéridos, medido em miligramas por decilitro (mg. dL^{-1}).

3.3.4.2. Perfil glicémico

- a. Glicémia em jejum, medida em miligramas por decilitro (mg.dL^{-1}).
- b. Insulinémia, medida em unidades por mililitro (uUI.mL^{-1}).

c. HOMA, calculada através da seguinte fórmula: $HOMA-IR = \text{insulinemia em jejum (mU/L)} \times \text{glicemia de jejum (mmol/L)} / 22,5$.

c.1.) O cálculo da variável HOMA envolve os parâmetros sanguíneos glicémia em jejum e insulinémia, respectivamente calculados nas unidades mmol.L e mU.L. Para a conversão das unidades dos resultados das análises sanguíneas (de mg.dL – glicémia – e $\mu\text{U.mL}$ – insulinémia) para as unidades anteriormente referidas, foi utilizada a seguinte fórmula de cálculo: $\text{mg/dl} \times 0,0555 = \text{mmol/l}$ – no caso dos valores de glicémia; e o valor 6 como factor de conversão de $\mu\text{U.mL}$ para pmol.L ($\mu\text{U.ml} \times 6 = \text{pmol.L}$) como referido por Heinemann (Heinemann 2010) e posteriormente a multiplicação desse resultado pelo factor de conversão 0,139372822, de forma a obter o resultado em mU.L, como referenciado em *The Liphook Equine Hospital Lab Book*.

3.3.5. Instrumentos utilizados

3.3.5.1. Variáveis Antropométricas

Na medição destas variáveis foram adoptados os métodos descritos pelo manual do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2006).

a. Massa corporal, medida através da balança acoplada ao pletismógrafo de ar (*BOD POD*[®]).

b. Estatura, medida com recurso a um estadiómetro portátil *Harpender* – modelo 98.603.

c. Circunferências, medidas com a utilização de uma fita métrica.

f. Composição corporal, medidas auferidas através de um pletismógrafo de ar (*BOD POD*[®]), utilizando o *software* do equipamento (versão 4.2.4), avaliando a densitometria através da fórmula *Siri* e o volume torácico de forma predita.

3.3.5.2. Condição Cardiorrespiratória

a. $\text{VO}_{2\text{máx}}$ – Na determinação desta variável foi utilizado um tapete rolante h/p/cosmos Mercury[®] e um cardiofrequencímetro *Polar*[®] S810.

3.3.5.3. Variáveis hemodinâmicas

- a. Pressão arterial (sistólica e diastólica), medida obedecendo ao protocolo definido pelo ACSM (2005), sendo utilizado um esfigmomanómetro *Welsh Allyn* referência 52-09-189 e um estetoscópio *Welsh Allyn* referência 83-11-080.
- b. Frequência cardíaca de repouso e em esforço (teste VO₂), determinada por monitorização, com cardiofrequencímetro *Polar® S810*.

3.3.5.4. Variáveis sanguíneas

- a. As análises sanguíneas foram realizadas com a colaboração de um laboratório de análises clínicas, após recolha de sangue no mesmo local.

3.3.6. Administração dos testes

A recolha de dados foi realizada no mesmo dia da semana (terça-feira), no mesmo período do dia (manhã), sob as mesmas condições, de modo a diminuir ao máximo o erro inerente a questões do quotidiano dos participantes. Todos os participantes deram o seu consentimento por escrito para a participação no estudo, com fins académicos e de investigação.

3.3.7. Procedimentos precedentes à avaliação

Para além da explicação de tudo em que consiste a avaliação, foi apresentado o cronograma de actividades, bem como o grupo em que cada participante estava incluído.

Aos participantes foi instruído que, durante o período de tempo da investigação, não alterassem o seu padrão de alimentação ou de actividade física.

3.3.8. Equipa de avaliadores

A equipa de avaliadores é composta por dois licenciados em Ciências do Desporto e Educação Física, pela Universidade de Coimbra, que são os responsáveis por toda a avaliação anterior e posterior à aplicação dos protocolos de treino, bem como pelo controlo e aplicação

dos mesmos. Em relação às análises sanguíneas, os responsáveis pela colheita sanguínea e elaboração do relatório são os técnicos do corpo clínico de um laboratório de análises clínicas.

3.3.9. Protocolos utilizados

3.3.9.1. Variáveis Antropométricas

Para avaliar as variáveis antropométricas foram seguidos os procedimentos descritos no manual do *ACSM* (2006).

a. Massa corporal – Participantes apresentavam-se descalços, em calções e sem t-shirt, mantendo-se numa posição estática, com os braços ao longo do corpo e olhar na horizontal.

b. Estatura – Sujeitos apresentavam-se com o mesmo vestuário usado para medição da massa corporal, encostados ao estadiómetro na posição de pé e com os calcanhares encostados um no outro e no plano do estadiómetro, com os braços naturalmente ao longo do corpo e a cabeça a ser ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o *Plano Horizontal de Frankfurt*. Por fim, foi pedido ao participante para inspirar o máximo volume de ar, mantendo a posição erecta, conforme a técnica descrita por Ross et. al (1991). Após tudo isto ser garantido, o cursor do estadiómetro é deslocado até encostar no *vertex* do observado, sendo o resultado lido e registado pelo observador.

a. Circunferência da cintura – Sujeito mantém-se de pé, com os braços relaxados ao longo do corpo e o avaliador de frente para o sujeito. A fita é colocada na horizontal e a medição feita no ponto máximo de expiração normal.

c. Circunferência da anca – Sujeito mantém-se de pé com ambos os apoios juntos e o avaliador posiciona-se lateralmente em relação ao observado. Fita colocada na horizontal no plano horizontal que passa pela sínfise púbica (*symphysis*).

d. Composição corporal – Para esta variável foram seguidas as normas de utilização do pletismógrafo de ar, ficando os sujeitos apenas em roupa interior, desprovidos de qualquer adereço e utilizando uma touca, permanecendo sentados, imóveis e com a respiração normal, durante as duas ou três medições.

3.3.9.2. Condição cardiorrespiratória

a. $VO_{2m\acute{a}x}$ – O $VO_{2m\acute{a}x}$ foi calculado de forma indirecta através do modelo multinível, como descrito por Heyward (2006):

$$a.1.) \quad VO_{2m\acute{a}x} = VO_2 SM_2 + (VO_2 SM_2 - VO_2 SM_1 / FC_2 - FC_1) * (FC_{m\acute{a}x} - FC_2).$$

$$VO_2 SM_1 = 3,5 + 150m/min * 0,2.$$

$$VO_2 SM_2 = 3,5 + 200m/min * 0,2.$$

$VO_2 SM_1$, VO_2 sub-máximo atingido no nível 1; $VO_2 SM_2$, VO_2 sub-máximo atingido no nível 2; FC, frequência cardíaca.

a.2.) A frequência cardíaca máxima é calculada através da fórmula $208 - idade * 0,7$ (Tanaka et al. 2001).

a.3.) Para o cálculo do $VO_{2m\acute{a}x}$ através do modelo descrito são assumidos os seguintes pressupostos: 1) todos os participantes correram em dois níveis, atingindo o *steady-state* em cada um deles; 2) existe uma relação linear entre a frequência cardíaca, aporte de oxigénio e intensidade de trabalho (Heyward, 2006).

a.4.) Teste composto por dois patamares com 0% de inclinação, velocidades de $150m \cdot min^{-1}$ e $200m \cdot min^{-1}$, sendo que em cada um deles a frequência cardíaca atingida aquando do *steady-state* é diferente e a segunda superior à primeira.

b. Este protocolo foi seleccionado em detrimento de outros, pois é de aplicação mais cómoda e mais segura, em qualquer que seja o contexto (desporto federado ou *health clubs*, em que poderá não ser prudente estimular as pessoas a atingir a VAM numa primeira avaliação), bem como mais simples em termos de equipamento, pois só necessita de um cardiofrequencímetro, ao passo que o teste de *Luc-Leger* (que leva o indivíduo a atingir a VAM – teste máximo) envolve a necessidade de maior logística.

3.3.9.3. Variáveis hemodinâmicas

a. Pressão arterial (sistólica e diastólica):

a.1.) Os participantes foram instruídos para se absterem de ingerir estimulantes como nicotina, cafeína, álcool ou outros nos 30 minutos que antecedem a avaliação, bem como o não envolvimento em exercícios físicos de intensidade elevada pelo menos nos 60 minutos anteriores à avaliação.

a.2.) O participante permaneceu sentado numa cadeira com apoio de costas, pelo menos durante 5 minutos, antes de efectuar a medição; os braços apoiados à altura do coração, os pés apoiados no solo e as pernas descruzadas.

a.3.) A braçadeira foi colocada firmemente à volta do braço, sobre a artéria braquial, com o bordo inferior cerca de 2,5 centímetros acima da fossa cubital anterior. As medições foram sempre efectuadas no braço esquerdo.

a.4.) A campânula do estetoscópio foi colocada imediatamente abaixo do bordo inferior da braçadeira, acima da fossa cubital anterior, sobre a artéria braquial.

a.5.) A braçadeira foi insuflada rapidamente até atingir uma pressão cerca de 150 a 180 mmHg ou 20 mmHg da pressão arterial sistólica esperada.

a.6.) A pressão foi libertada gradualmente a uma taxa de cerca de 2-5mmHg.s⁻¹ até ser obtida a pressão arterial diastólica, após o que a válvula será completamente aberta.

a.7.) Foram sempre efectuadas 2 medições com um intervalo mínimo de 1 minuto.

a.8.) No caso de apresentarem uma diferença superior a 5 mmHg foi efectuada uma terceira determinação.

c. Frequência cardíaca de repouso – O sujeito permanece em decúbito dorsal, num ambiente propício ao relaxamento, durante aproximadamente 5 minutos, tendo previamente sido colocada a fita transmissora sobre o apêndice xifóide, de forma confortável e ajustada à morfologia de cada um. O registo procedeu-se ao fim do referido tempo, sendo lido no relógio receptor, em batimentos por minuto (bpm.min⁻¹).

3.3.10. Administração dos testes

Todas as sessões de treino foram executadas num tapete rolante h/p/cosmos Mercury®.

3.3.10.1. VAM

A velocidade aeróbia máxima (VAM) corresponde à velocidade a que o indivíduo atinge o seu VO_{2máx}. Assim, foi determinado o VO₂ atingido em cada patamar através da

equação da corrida – vVO_2 (ml/kg/min) = velocidade (m.min⁻¹) * 0,2 + velocidade (m.min⁻¹) * inclinação * 0,9 + 3,5 (ACSM, 2006 cit. por Billat & Koralsztein, 1996) – como descrito por Billat & Koralsztein (1996), seguido de uma relação entre estes valores de VO_2 , a velocidade a que foram atingidos e qual a velocidade mínima necessária para atingir o $VO_{2máx}$ (vVO_2).

3.3.10.2. Protocolos HIIT

Em ambos os grupos (HIIT₃₀ e HIIT₄₅), as fases de aquecimento, recuperação activa e retorno à calma são iguais, obedecendo ambos os protocolos à seguinte ordem:

- a. Aquecimento – Todos os participantes de ambos os grupos efectuem em cada sessão de treino um aquecimento de 2 minutos a uma velocidade de 60% VAM, seguido de 2 minutos a 75% VAM e 1 minuto a 90% VAM; seguido de 1 minuto a uma velocidade de 6km/h.
- b. Supersérie 1 – Fase composta por 4 séries de intensidade igual a 100% da VAM, intercaladas com 3 séries de caminhada a 6km/h, tendo cada série uma duração correspondente ao grupo em causa;
- c. Recuperação activa – Esta fase situa-se a meio da parte fundamental do treino e é uma série de 90 segundos a caminhar a uma velocidade de 6km/h, entre a primeira e a segunda supersérie de exercício.
- d. Supersérie 2 – Fase composta por 4 séries de intensidade igual a 100% da VAM, intercaladas com 3 séries de caminhada a 6km/h, tendo cada série uma duração correspondente ao grupo em causa;
- e. Retorno à calma – Nesta fase os participantes caminham durante 90 segundos a 6 km/h, 2 minutos a 5 km/h e 1 minuto a 4 km/h.

3.3.10.3. Grupo HIIT₃₀

Na parte fundamental do treino, os participantes deste grupo participam de um treino intervalado de alta intensidade, composto por todas as fases descritas no ponto anterior, sendo que a supersérie 1 e 2 são compostas, cada uma, por 4 séries de duração igual a 30 segundos, intercaladas com séries de 30 segundos a uma velocidade de 6km/h.

No total são executadas 8 séries de 30 segundos de corrida a alta intensidade, tendo este protocolo a duração total de 17 minutos e 30 segundos.

3.3.10.4. Grupo HIIT₄₅

Na parte fundamental do treino, os participantes deste grupo participam de um treino intervalado de alta intensidade, composto por todas as fases descritas no ponto anterior, sendo que a supersérie 1 e 2 são compostas, cada uma, por 4 séries de duração igual a 45 segundos, intercaladas com séries de 45 segundos a uma velocidade de 6km/h.

No total são executadas 8 séries de 45 segundos de corrida a alta intensidade, tendo este protocolo a duração total de 19 minutos e 30 segundos.

3.3.10.5. Grupo de controlo

Os sujeitos que compõem este grupo foram instruídos para não alterar os seus hábitos alimentares ou de actividade física, durante o período de investigação. Estes não integraram nenhum protocolo de treino.

3.3.11. Análise dos dados

Anteriormente à análise dos dados recolhidos, estes foram submetidos a um controlo através de uma análise exploratória dos mesmos, com o objectivo de examinar a normalidade das variáveis em estudo, identificando *outliers* (valores que fujam à norma) e para averiguar a fiabilidade e correspondência de dados a participantes com os requisitos mínimos para integrarem a investigação (p.e. assiduidade às sessões de treino).

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o *software SPSS*[®] versão 20.0. Inicialmente foi analisada a estatística descritiva dos dados, o teste-*t de medidas repetidas* e comparações feitas através da *MANOVA* e, posteriormente, testes *post-hoc* (comparações múltiplas *a posteriori*, utilizando o teste *Least Square Differences – LSD*). Na análise dos dados foi definido um nível de confiança de 95%, correspondente a um nível de significância de 5%.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução

A presente investigação tem como objectivo determinar, num treino HIIT, qual a duração das séries mais adequada na prescrição de um protocolo de treino, bem como o seu impacto na composição corporal, condição física e parâmetros sanguíneos dos sujeitos.

Na presente investigação participaram 21 estudantes da Universidade de Coimbra, todos eles do sexo masculino, fisicamente activos e com idades compreendidas entre os 19 e os 26 anos ($23,43 \pm 1,57$), distribuídos aleatoriamente por três grupos, de sete elementos cada: grupo de controlo, HIIT₃₀ e HIIT₄₅.

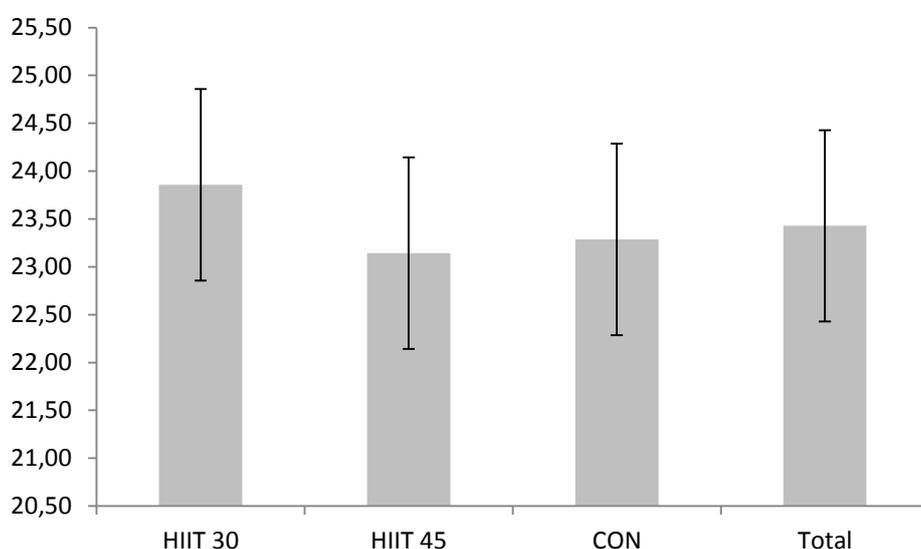


Figura 1. Média de idade dos participantes nos diferentes grupos experimentais.

Nos vários períodos de avaliação, os dados foram recolhidos pelo avaliador e registados em ficha elaborada para o efeito.

Ao proceder à análise estatística dos dados recolhidos foi testada a normalidade da distribuição e homogeneidade da variância, sendo definido para análise estatística o nível de confiança de 95%.

Para uma análise facilitada dos resultados obtidos, as variáveis foram divididas em quatro grupos: variáveis antropométricas (massa corporal; índice de massa corporal; circunferência da cintura; circunferência da anca; relação cintura/anca; relação cintura/estatura; massa gorda; massa isenta de gordura; percentagem massa gorda); variáveis cardiovasculares ($VO_{2máx}$); variáveis hemodinâmicas (pressão arterial sistólica; pressão arterial

diastólica; frequência cardíaca de repouso); e variáveis sanguíneas (colesterol-HDL; colesterol-LDL; colesterol total; triglicerídeos; glicemia; insulinemia, HOMA).

A análise dos resultados obtidos irá ser feita da seguinte forma:

1. Comparação das variáveis analisadas entre os vários grupos de estudo, antes da aplicação dos protocolos de treino;
2. Análise das variáveis em estudo, antes da aplicação dos protocolos de treino, e comparação com os valores das mesmas imediatamente após a aplicação dos mesmos, de modo a perceber qual o impacto que o treino teve nas variáveis em estudo;
3. Comparação das variáveis analisadas entre os vários grupos de estudo, após da aplicação dos protocolos de treino;
4. Comparação das diferenças obtidas entre grupos, nas variáveis em estudo, de modo a determinar o impacto dos protocolos de treino, pretendendo responder ao propósito da presente investigação sobre qual a intensidade adequada aquando da prescrição de um protocolo HIIT.

4.2. Apresentação e discussão dos resultados

4.2.1. Comparação inicial das variáveis entre grupos

4.2.1.1. Variáveis antropométricas

Tabela 4.a) Comparação inicial das variáveis antropométricas (média \pm desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
Massa Corporal (Kg)	79,19 \pm 4,66	74,33 \pm 7,70	75,74 \pm 8,15	0,428
Índice de massa corporal (Kg/m ²)	25,03 \pm 1,68	24,42 \pm 2,22	24,40 \pm 1,67	0,778
Circunferência da cintura (cm)	81,96 \pm 2,93	83,43 \pm 5,11	81,14 \pm 3,82	0,575
Circunferência da anca (cm)	99,97 \pm 4,11	95,47 \pm 4,91	96,16 \pm 5,51	0,206
Relação Cintura/anca	0,82 \pm 0,02	0,88 \pm 0,04	0,85 \pm 0,04	0,034*
Relação cintura/estatura	0,46 \pm 0,03	0,48 \pm 0,03	0,46 \pm 0,03	0,454
Massa gorda (Kg)	15,22 \pm 7,80	13,17 \pm 6,16	11,64 \pm 4,88	0,586
Massa isenta de gordura (Kg)	63,94 \pm 6,18	61,05 \pm 3,76	64,10 \pm 7,17	0,562
% Massa gorda	18,99 \pm 9,08	17,27 \pm 6,37	17,16 \pm 7,06	0,632

*Significativo para $p \leq 0,05$

Tabela 4.b) Teste *a posteriori* (LSD) – comparações múltiplas – apresentação dos valores estatisticamente significativos.

		Diferença média	Erro Padrão	<i>p</i>
Relação Cintura/anca	HIIT ₃₀ HIIT ₄₅	-0,055	0,019	0,01**
	CON	-0,025	0,019	0,137
	HIIT ₄₅ HIIT ₃₀	0,055	0,019	0,01**
	CON	0,03	0,019	0,137

**Significativo para $p \leq 0,01$

Através da análise da estatística descritiva apresentada na tabela 4.a) relativa às variáveis antropométricas, numa fase pré aplicação dos protocolos de treino, é possível verificar que, entre os vários grupos da amostra, não existem diferenças estatisticamente significativas para nenhuma variável, à excepção da relação cintura/anca que apresenta valores superiores no grupo HIIT₄₅ ($0,88 \pm 0,04$). Numa análise *a posteriori* realizada com recurso ao teste *Least Square Differences* (LSD) – tabela 4.b) – é possível verificar que essa diferença se regista entre os grupos HIIT₃₀ e HIIT₄₅, apresentando valores superiores para este último, com significado estatístico para $p \leq 0,01$.

4.2.1.2. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.c) Comparação inicial da variável cardiorrespiratória, VO_{2máx} (média ± desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
VO _{2máx} (mL.Kg.min ⁻¹)	51,63±4,7	51,19±2,61	58,02±5,72	0,019*

*Significativo para $p \leq 0,05$

Tabela 4.d) Teste *a posteriori* (LSD) – comparações múltiplas – apresentação dos valores estatisticamente significativos.

		Diferença média	Erro Padrão	<i>p</i>
VO _{2máx}	HIIT ₃₀ HIIT ₄₅	0,43	2,42	0,86
	CON HIIT ₃₀	6,39	2,42	0,017*
	HIIT ₄₅	6,83	2,42	0,011*

*Significativo para $p \leq 0,05$

Com base na análise da estatística descritiva apresentada na tabela 4.c), é possível verificar que existem diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os vários grupos no que diz respeito à condição cardiorrespiratória, numa fase pré aplicação dos protocolos de treino, com valores superiores para o grupo de controlo. Numa análise *a posteriori* realizada com recurso ao teste *Least Square Differences* (LSD) – tabela 4.d) – é possível verificar que essa diferença se regista entre o grupo de controlo e o grupo HIIT₃₀ ($p=0,017$) e entre o grupo de controlo e o grupo HIIT₄₅ ($p=0,011$).

4.2.1.3. Variáveis Hemodinâmicas

Tabela 4.e) Comparação inicial das variáveis hemodinâmicas (média \pm desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica	118,14 \pm 7,22	123,43 \pm 10,05	121,29 \pm 7,5	0,505
Pressão arterial diastólica	68,14 \pm 6,94	66 \pm 12,17	64,42 \pm 10,77	0,794
Frequência cardíaca de repouso	62,86 \pm 5,98	62,86 \pm 7,58	61,29 \pm 8,2	0,898

*Significativo para $p \leq 0,05$

Na tabela 4.e) é apresentada a estatística descritiva relativa às variáveis hemodinâmicas, numa fase pré aplicação dos protocolos de treino, e não se verificam quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre os vários grupos. Apesar disso, verifica-se que o grupo HIIT₃₀ tem, em média, valores de pressão arterial sistólica mais reduzidos que os outros dois grupos, ao passo que o grupo de controlo tem, em média, valores de pressão arterial diastólica mais reduzidos que os restantes. No que diz respeito à frequência cardíaca de repouso, todos os grupos são semelhantes.

4.2.1.4. Variáveis sanguíneas

Tabela 4.f) Comparação inicial das variáveis sanguíneas (média \pm desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
HDL	51,94 \pm 5,74	56,63 \pm 8,8	55,57 \pm 6,2	0,443
LDL	138,43 \pm 37,62	115,71 \pm 32,45	94,17 \pm 38,83	0,103
Colesterol Total	198,86 \pm 36,34	180,29 \pm 29,91	156,86 \pm 35,85	0,097
Triglicerídeos	82,57 \pm 19,07	96,14 \pm 21,15	70,71 \pm 16,99	0,070
Glicose	94,71 \pm 5,15	93,43 \pm 6,53	91,43 \pm 8,83	0,682
Insulinemia	6,25 \pm 1,46	7,34 \pm 3,06	5,65 \pm 12,21	0,331
HOMA	1,25 \pm 0,33	1,42 \pm 0,62	1,08 \pm 0,29	0,369

*Significativo para $p \leq 0,05$

Tabela 4.g) Teste *a posteriori* (LSD) – comparações múltiplas – apresentação dos valores estatisticamente significativos.

			Diferença média	Erro Padrão	<i>p</i>
LDL	HIIT ₃₀	CON	44,26	19,46	0,035*
Colesterol Total	HIIT ₃₀	CON	42	18,26	0,034*
Triglicerídeos	HIIT ₄₅	CON	25,43	10,23	0,023*

*Significativo para $p \leq 0,05$

Com base na tabela 4.f) onde é apresentada a estatística descritiva relativa às variáveis sanguíneas, pode dizer-se que não existem variáveis estatisticamente significativas entre os três grupos, em relação às variáveis em estudo. No entanto, em análise ao teste LSD (tabela 4.g), verifica-se que existem sim diferenças com significado estatístico entre o grupo HIIT₃₀ e o grupo de controlo, com valores superiores para o primeiro, tanto nos valores de LDL ($p=0,035$) como de colesterol total ($p=0,034$), bem como entre o grupo HIIT₄₅ e o grupo de controlo ($p=0,023$), nos valores de triglicerídeos, com valores superiores no primeiro grupo.

4.2.2. Impacto do treino nas variáveis em estudo

4.2.2.1. Grupo HIIT₃₀

4.2.2.1.1. Variáveis Antropométricas

Tabela 4.h) Impacto do treino HIIT₃₀ nas variáveis antropométricas, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa Corporal (Kg)	79,19±4,66	78,54±5,38	0,137
Índice de massa corporal (Kg/m ²)	25,03±1,68	24,81±1,65	0,119
Circunferência da cintura (cm)	81,96±2,93	81,69±3,07	0,270
Circunferência da anca (cm)	99,97±4,11	99,40±4,24	0,026*
Relação Cintura/anca	0,82±0,017	0,82±0,017	0,208
Relação cintura/estatura	0,46±0,026	0,46±0,025	0,325
Massa gorda (Kg)	15,22±7,8	13,73±8,07	0,021*
Massa isenta de gordura (Kg)	63,94±6,18	64,85±6,5	0,036*
% Massa gorda	18,99±9,08	17,22±9,35	0,022*

*Significativo para $p \leq 0,05$

Como podemos observar na tabela 4.h), as variáveis antropométricas massa corporal, índice de massa corporal, circunferência da cintura, relação cintura/anca e relação cintura/estatura não sofreram alterações estatisticamente significativas com a aplicação dos protocolos de treino. Por outro lado, após 12 sessões de treino HIIT₃₀, é possível verificar diminuições estatisticamente significativas na circunferência da anca ($p=0,026$), na massa gorda ($p=0,021$) e na percentagem de massa gorda ($p=0,022$), a par de um aumento estatisticamente significativo na massa isenta de gordura ($p=0,036$).

4.2.2.1.2. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.i) Impacto do treino HIIT₃₀ na condição cardiorrespiratória, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
VO _{2máx}	51,63±4,7	57,41±3,17	0,008**

**Significativo para $p \leq 0,01$

Pode analisar-se através da tabela 4.i) que o treino HIIT₃₀ levou a um aumento estatisticamente significativo do VO_{2máx} ($p=0,008$).

4.2.2.1.3. Variáveis Hemodinâmicas

Tabela 4.j) Impacto do treino HIIT₃₀ nas variáveis hemodinâmicas, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	p
Pressão arterial sistólica	118,14±7,22	108±6,68	0,003**
Pressão arterial diastólica	68,14±6,94	58,86±5,11	0,006**
Frequência cardíaca de repouso	62,86±5,98	57,43±9,47	0,02*

*Significativo para $p \leq 0,05$

**Significativo para $p \leq 0,01$

No que diz respeito às variáveis hemodinâmicas, o treino HIIT₃₀ levou a uma diminuição estatisticamente significativa em todas elas, com valores de significância de 0,003, 0,006, e 0,02 na pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca de repouso, respectivamente, como observado na tabela 4.j).

4.2.2.1.4. Variáveis Sanguíneas

Tabela 4.k) Impacto do treino HIIT₃₀ nas variáveis sanguíneas, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	p
HDL	51,94±5,74	52,89±6,14	0,644
LDL	138,43±37,62	128±34,13	0,033*
Colesterol Total	198,86±36,34	182,86±36,34	0,012*
Triglicerídeos	82,57±19,07	72,14±17,78	0,081
Glicose	94,71±5,15	87,14±5,15	0,024*
Insulinemia	6,25±1,46	6,39±1,82	0,905
HOMA	1,43±0,38	1,35±0,45	0,747

*Significativo para $p \leq 0,05$

O treino HIIT₃₀ levou a uma diminuição estatisticamente significativa nos valores de colesterol-LDL ($p=0,033$), colesterol total ($p=0,012$) e glicose em jejum ($p=0,024$). Através da tabela 4.k), é possível também verificar um aumento nos valores de colesterol-HDL (de 51,94 para 52,89) e de insulinemia (de 6,25 para 6,39), bem como uma diminuição dos valores de triglicéridos (de 82,57 para 72,14) e de HOMA (de 1,43 para 1,35), apesar de essas diferenças não serem estatisticamente significativas.

4.2.2.2. Grupo HIIT₄₅

4.2.2.2.1. Variáveis Antropométricas

Tabela 4.l) Impacto do treino HIIT₄₅ nas variáveis antropométricas, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa Corporal (Kg)	74,33±7,7	73,85±8	0,113
Índice de massa corporal (Kg/m ²)	24,42±2,22	24,27±2,26	0,105
Circunferência da cintura (cm)	83,43±5,11	81,79±4,67	0,007**
Circunferência da anca (cm)	95,47±4,91	94,63±5,2	0,002**
Relação Cintura/anca	0,88±0,043	0,86±0,035	0,083
Relação cintura/estatura	0,48±0,027	0,47±0,025	0,008**
Massa gorda (Kg)	13,17±6,16	12,29±6,05	0,003**
Massa isenta de gordura (Kg)	61,05±3,76	61,58±4,02	0,053
% Massa gorda	17,27±6,37	16,17±6,31	0,002**

**Significativo para $p \leq 0,01$

Na tabela 4.l). são apresentados os resultados estatísticos comparativos dos valores das variáveis em observação, pré e pós aplicação de um protocolo HIIT₄₅. Assim, podemos concluir que este protocolo de treino impôs reduções estatisticamente significativas para um valor de $p \leq 0,01$ na circunferência da cintura ($p=0,007$), na circunferência da anca ($p=0,002$), na relação cintura/estatura ($p=0,008$), na massa gorda ($p=0,003$) e na percentagem de massa gorda ($p=0,002$). Em todas as restantes variáveis as diferenças não foram estatisticamente significativas, apesar de se verificar uma diminuição em todas elas, à excepção do aumento na massa isenta de gordura.

4.2.2.2.2. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.m) Impacto do treino HIIT₄₅ na condição cardiorrespiratória, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
VO _{2máx}	51,19±2,61	56,31±3,79	0,005**

**Significativo para $p \leq 0,01$

Com a realização do protocolo HIIT₄₅, o grupo aumentou os valores de VO_{2máx} de forma estatisticamente significativa ($p=0,005$), como apresentado na tabela 4.m).

4.2.2.2.3. Variáveis Hemodinâmicas

Tabela 4.n) Impacto do treino HIIT₄₅ nas variáveis hemodinâmicas, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica	123,43±10,05	107,43±12,53	0,002**
Pressão arterial diastólica	66±12,17	58,71±10,24	0,05*
Frequência cardíaca de repouso	62,86±7,58	57,57±7,66	0,000**

*Significativo para $p \leq 0,05$

**Significativo para $p \leq 0,01$

Como apresentado na tabela 4.n, este protocolo de treino leva a diminuições estatisticamente significativas em todas as variáveis hemodinâmicas observadas: pressão arterial sistólica ($p=0,002$); pressão arterial diastólica ($p=0,005$); frequência cardíaca de repouso ($p=0,000$).

4.2.2.2.4. Variáveis Sanguíneas

Tabela 4.o) Impacto do treino HIIT₄₅ nas variáveis sanguíneas, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
HDL	56,63±8,8	64±14,19	0,022*
LDL	115,71±32,45	109±28,93	0,032*
Colesterol Total	180,29±29,91	171,57±27,18	0,088
Triglicerídeos	96,14±21,15	59,57±11,97	0,003**
Glicose	93,43±6,53	82±5,23	0,002**
Insulinémia	7,34±3,06	6,1±2,56	0,119
HOMA	1,54±0,65	1,13±0,47	0,025*

*Significativo para $p \leq 0,05$

**Significativo para $p \leq 0,01$

No que diz respeito às variáveis sanguíneas, o treino HIIT₄₅ resultou em diminuições estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) no colesterol-LDL ($p=0,032$), triglicerídeos ($p=0,003$), glicose ($p=0,002$) e HOMA ($p=0,025$). Outra alteração estatisticamente significativa é o aumento do colesterol-HDL ($p=0,022$). Também as outras duas variáveis observadas (colesterol total e insulinémia) registaram diminuições nos seus valores médios, apesar de a alteração não ser estatisticamente significativa – tabela 4.o).

4.2.2.3. Grupo CON

4.2.2.3.1. Variáveis Antropométricas

Tabela 4.p) Valores das variáveis antropométricas no grupo CON, nos momentos pré e pós aplicação dos planos de treino, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa Corporal (Kg)	75,74±8,15	76,12±7,84	0,334
Índice de massa corporal (Kg/m ²)	24,40±1,67	24,54±1,85	0,297
Circunferência da cintura (cm)	81,14±3,82	81,16±4,06	0,973
Circunferência da anca (cm)	96,16±5,51	96,17±5,57	0,846
Relação Cintura/anca	0,85±0,042	0,845±0,045	0,940
Relação cintura/estatura	0,46±0,034	0,46±0,036	0,752

Massa gorda (Kg)	11,64±4,88	11,89±5,23	0,522
Massa isenta de gordura (Kg)	64,10±7,17	64,24±7,33	0,608
% Massa gorda	15,23±5,89	15,52±6,56	0,565

Como é possível observar na tabela 4.p), no grupo de controlo não foram registadas quaisquer alterações estatisticamente significativas nas variáveis analisadas, sendo os valores obtidos, em ambos os momentos, bastante semelhantes.

4.2.2.3.2. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.q) Valores da condição cardiorrespiratória no grupo CON, nos momentos pré e pós aplicação dos planos de treino, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
VO _{2máx}	58,02±5,72	57,6±5,16	0,462

No que diz respeito à condição cardiorrespiratória os valores são bastante semelhantes e, como tal, não se verificam diferenças estatisticamente significativas, como transcrito na tabela 4.q).

4.2.2.3.3. Variáveis Hemodinâmicas

Tabela 4.r) Valores das variáveis hemodinâmicas no grupo CON, nos momentos pré e pós aplicação dos planos de treino, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica	121,29±7,5	121,29±8,12	1
Pressão arterial diastólica	64,43±10,77	64,14±8,99	0,926
Frequência cardíaca de repouso	61,29±8,2	60,14±5,98	0,406

Em relação às variáveis hemodinâmicas não foram registadas quaisquer alterações estatisticamente significativas, do primeiro para o segundo momento de avaliação, no grupo de controlo, como apresentado na tabela 4.r), sendo todos os valores bastante semelhantes.

4.2.2.3.4. Variáveis Sanguíneas

Tabela 4.s) Valores das variáveis sanguíneas no grupo CON, nos momentos pré e pós aplicação dos planos de treino, calculado através do teste *t-pares*

	Pré	Pós	<i>p</i>
HDL	55,57±6,2	56,53±5,43	0,237
LDL	94,17±38,83	94,73±24,57	0,953
Colesterol Total	156,86±35,85	154,71±26,95	0,761
Triglicerídeos	70,71±16,99	65,43±21,99	0,423
Glicose	91,43±8,83	90±7,05	0,732
Insulinémia	5,65±1,21	5,45±1,72	0,653
HOMA	1,28±0,34	1,23±0,44	0,715

No grupo de controlo, não foi verificada qualquer alteração estatisticamente significativa nas variáveis sanguíneas, como é possível verificar na tabela 4.s).

4.2.3. Comparação final das variáveis entre grupos

4.2.3.1. Variáveis antropométricas

Tabela 4.t) Comparação final das variáveis antropométricas (média ± desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
Massa Corporal (Kg)	78,54±5,38	73,85±8,03	76,12±7,84	0,157
Índice de massa corporal (Kg/m ²)	24,81±1,65	24,27±2,26	24,54±1,85	0,068
Circunferência da cintura (cm)	81,69±3,07	81,79±4,67	81,16±4,06	0,056
Circunferência da anca (cm)	99,4±4,25	94,63±5,2	96,17±5,57	0,299
Relação Cintura/anca	0,82±0,017	0,86±0,035	0,84±0,045	0,461
Relação cintura/estatura	0,46±0,025	0,47±0,025	0,46±0,037	0,076
Massa gorda (Kg)	13,73±8,07	12,29±6,05	11,9±5,23	0,07
Massa isenta de gordura (Kg)	64,85±6,5	61,58±4,01	64,24±7,33	0,129
% Massa gorda	17,23±9,35	16,17±6,31	15,52±6,56	0,062

É possível verificar através da tabela 4.t) que, apesar de existirem diferenças entre grupos, nenhuma das alterações é estatisticamente significativa.

4.2.2.3.1. Condição Cardiorrespiratória

Tabela 4.u) Comparação final da variável cardiorrespiratória, $VO_{2máx}$ (média \pm desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
$VO_{2máx}$ (mL.Kg.min ⁻¹)	57,41 \pm 3,17	56,31 \pm 3,79	57,61 \pm 5,16	0,077

Numa comparação final entre os três grupos em estudo, em relação à condição cardiorrespiratória, não existem diferenças estatisticamente significativas, como é possível observar na tabela 4.u).

4.2.2.3.2. Variáveis Hemodinâmicas

Tabela 4.v) Comparação final das variáveis hemodinâmicas (média \pm desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
Pressão arterial sistólica	108 \pm 6,68	107,43 \pm 12,53	121,29 \pm 8,12	0,021*
Pressão arterial diastólica	58,86 \pm 5,11	58,71 \pm 10,24	64,14 \pm 8,99	0,406
Frequência cardíaca de repouso	57,43 \pm 9,47	57,57 \pm 7,66	60,14 \pm 5,98	0,769

*Significativo para $p \leq 0,05$

Tabela 4.w) Teste *a posteriori* (LSD) – comparações múltiplas – apresentação dos valores estatisticamente significativos.

		Diferença média	Erro Padrão	<i>p</i>	
Pressão arterial sistólica	CON	HIIT ₃₀	13,29	5,048	0,017*
		HIIT ₄₅	13,86*	5,048	0,013*

*Significativo para $p \leq 0,05$

Após aplicação de um teste *a posteriori* (LSD) – tabela 4.v) – é possível verificar que as diferenças estatisticamente significativas apresentadas na tabela 4.w) se registam entre o grupo de controlo e o grupo HIIT₃₀ ($p=0,017$) e entre o grupo de controlo e o grupo HIIT₄₅ ($p=0,013$), sendo que, em ambos os casos, o grupo de controlo apresenta valores superiores.

4.2.2.3.3. Variáveis sanguíneas

Tabela 4.x) Comparação final das variáveis sanguíneas (média \pm desvio padrão), nos 3 grupos da amostra, através de uma MANOVA.

	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	CON	<i>p</i>
HDL	52,89 \pm 6,14	64 \pm 14,19	56,53 \pm 5,43	0,109
LDL	128 \pm 34,13	109 \pm 28,93	94,73 \pm 24,57	0,135
Colesterol Total	182,86 \pm 33,07	171,57 \pm 27,18	154,71 \pm 26,95	0,221
Triglicerídeos	72,14 \pm 17,78	59,57 \pm 11,97	65,43 \pm 21,99	0,431
Glicose	87,14 \pm 5,15	82 \pm 5,23	90 \pm 7,05	0,059
Insulinémia	6,39 \pm 1,82	6,1 \pm 2,56	5,45 \pm 1,72	0,691
HOMA	1,15 \pm 0,38	1,05 \pm 0,48	1,03 \pm 0,37	0,837

*Significativo para $p \leq 0,05$

Tabela 4.z) Teste *a posteriori* (LSD) – comparações múltiplas – apresentação dos valores estatisticamente significativos.

			Diferença média	Erro Padrão	<i>p</i>
HDL	HIIT ₃₀	HIIT ₄₅	-11,11	5,05	0,041*
LDL	HIIT ₃₀	CON	33,27	15,75	0,049*
Glicose	HIIT ₄₅	CON	-8	3,14	0,02*

*Significativo para $p \leq 0,05$

Com base na tabela 4.x), onde é apresentada a estatística descritiva relativa às variáveis sanguíneas, pode dizer-se que não existem variáveis estatisticamente significativas entre os três grupos, em relação às variáveis em estudo. No entanto, em análise ao teste LSD (4.z), verifica-se que existem sim diferenças com significado estatístico entre: o grupo HIIT₃₀ e o HIIT₄₅ nos valores de HDL ($p=0,041$), com valores superiores para este último grupo; o grupo HIIT₃₀ e o grupo de controlo nos valores de LDL ($p=0,049$), com valores superiores para o primeiro grupo; o grupo HIIT₄₅ e o grupo de controlo ($p=0,02$), nos valores de glicose, com valores superiores no último grupo.

4.2.4. Análise da variação percentual das variáveis estudadas

4.2.4.1. Parâmetros Antropométricos

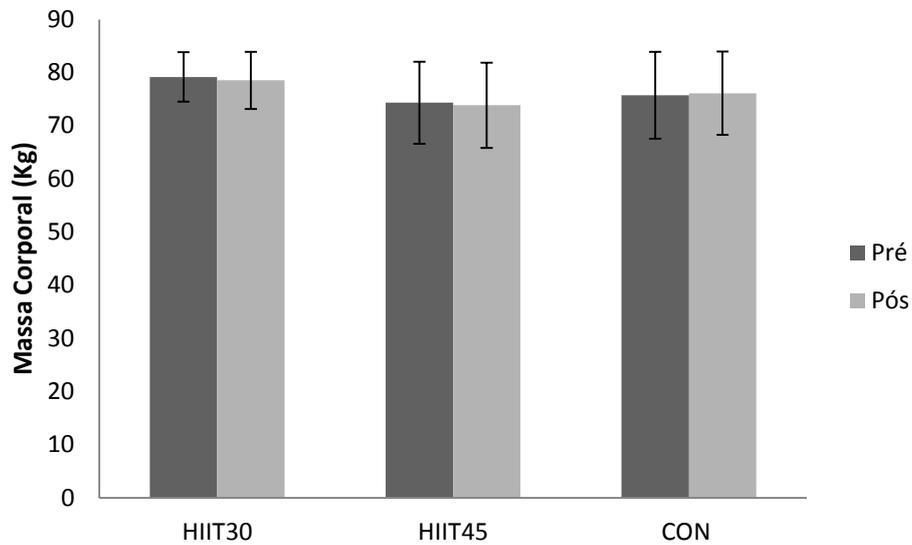


Figura 2. Representação gráfica dos valores médios para a massa corporal (pré e pós-protocolar).

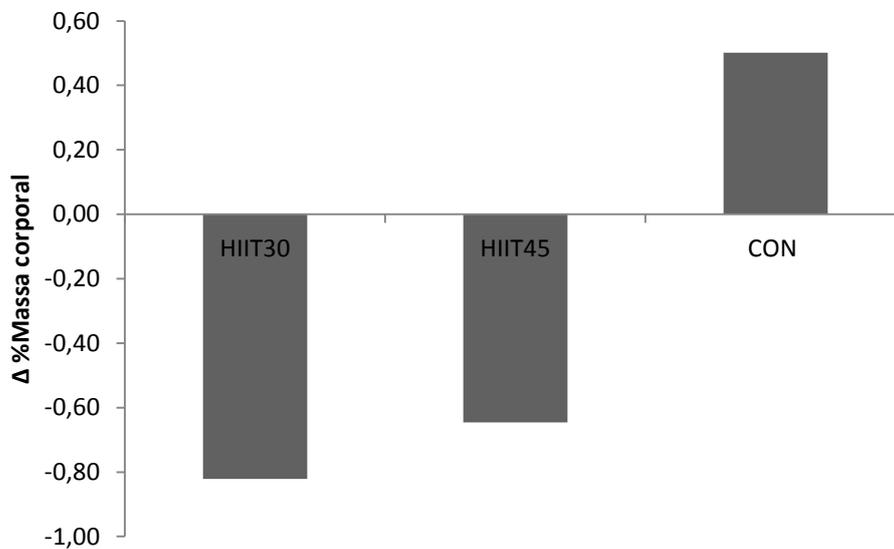


Figura 3. Variação percentual dos valores de massa corporal, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

A massa corporal foi pouco influenciada pela aplicação dos protocolos HIIT, independentemente da duração das séries, pois as variações dos valores pré e pós aplicação dos protocolos de treino são bastante reduzidas.

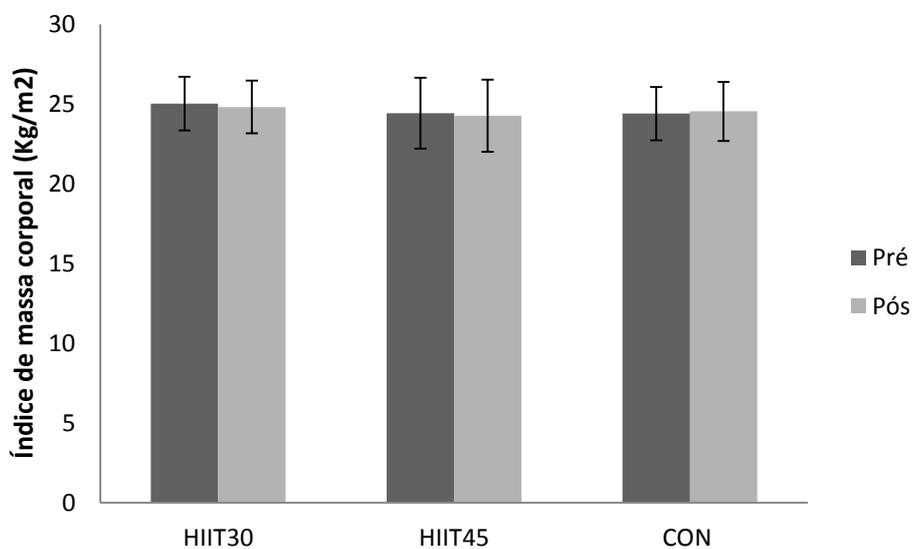


Figura 4. Representação gráfica dos valores médios para o IMC (pré e pós-protocolar).

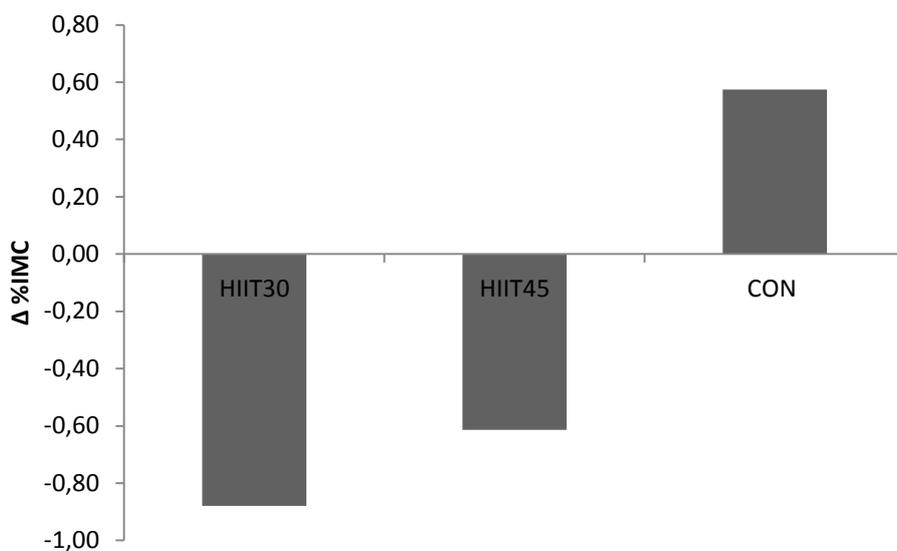


Figura 5. Variação percentual dos valores de IMC, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

O facto de os valores de massa corporal não terem sofrido alterações significativas conduz a um cenário semelhante nos valores de IMC, como podemos nos gráficos das figuras 4 e 5, que tendem a ser bastante idênticos aos correspondentes das figuras 2 e 3 (massa corporal).

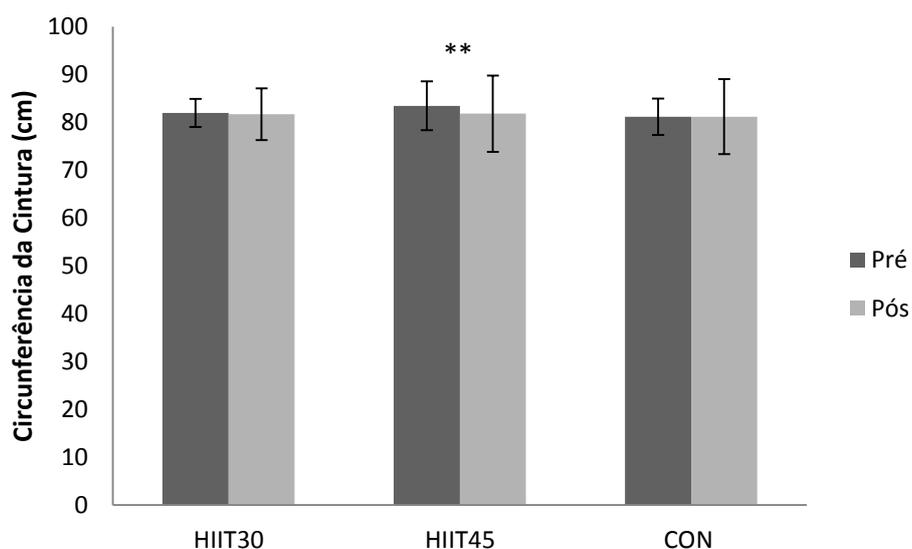


Figura 6. Representação gráfica dos valores médios para a circunferência da cintura (pré e pós-protocolar). **Significativo para $p \leq 0,01$.

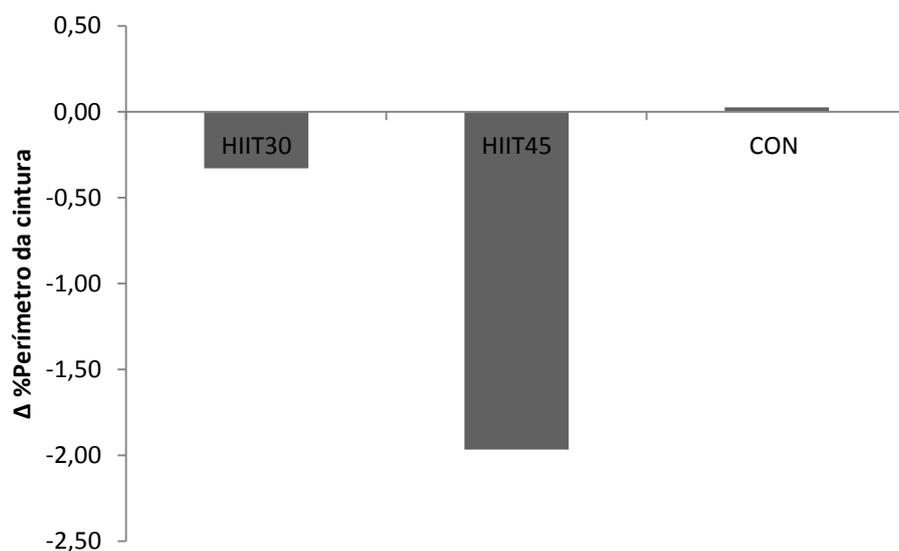


Figura 7. Variação percentual dos valores da circunferência da cintura, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em relação à circunferência da cintura é possível verificar uma redução de 1,97% que, como é possível verificar na figura 6, é uma alteração estatisticamente significativa. Em ambos os outros grupos, as alterações não são estatisticamente significativas.

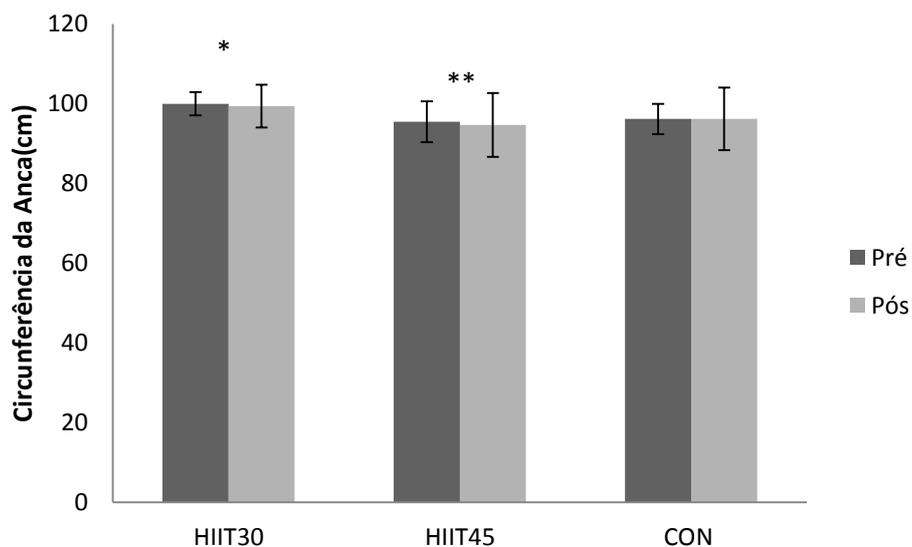


Figura 8. Representação gráfica dos valores médios para a circunferência da anca (pré e pós-protocolar). *Significativo para $p \leq 0,05$. **Significativo para $p \leq 0,01$.

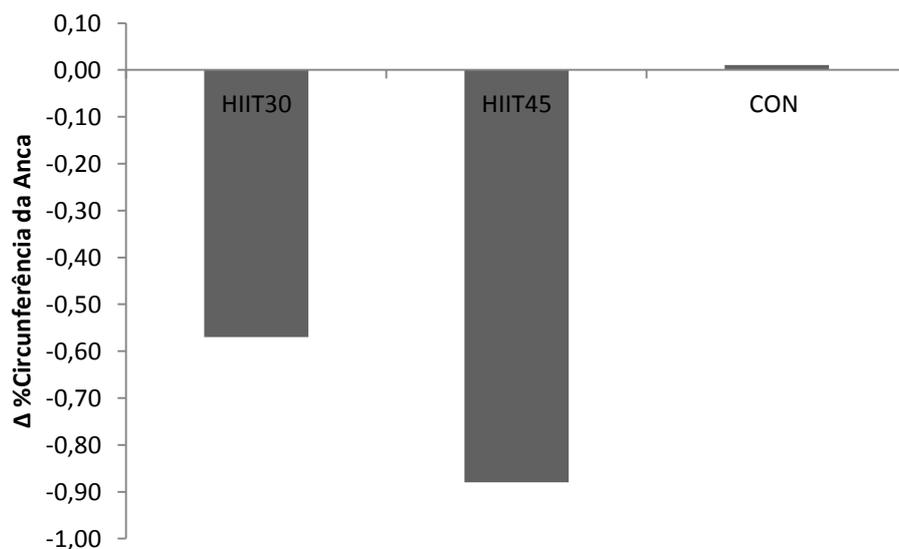


Figura 9. Variação percentual dos valores da circunferência da anca, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em relação à circunferência da anca, registou-se uma variação estatisticamente significativa em ambos os grupos que participaram dos protocolos HIIT: HIIT₃₀ ($p=0,026$) e HIIT₄₅ ($p=0,002$), correspondente a uma variação de -0,57% e -0,88%, respectivamente.

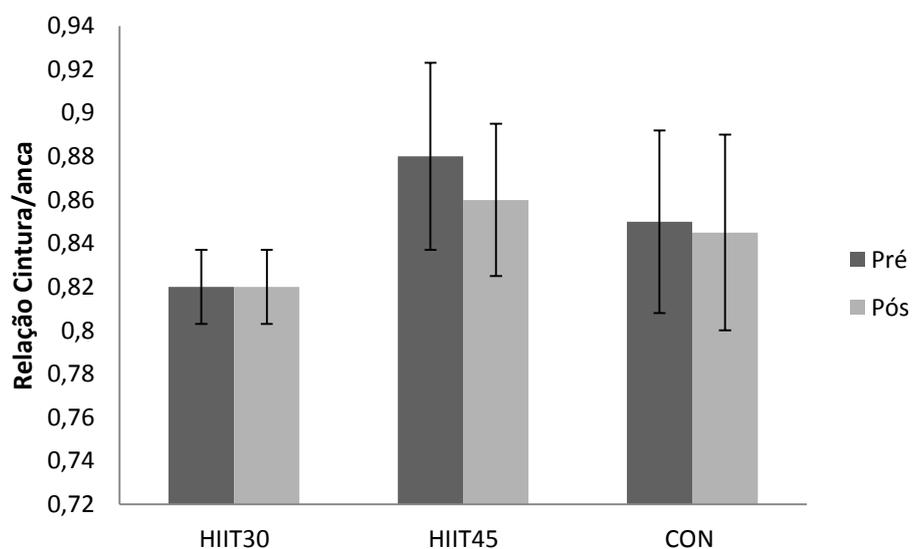


Figura 10. Representação gráfica dos valores médios para a relação cintura/anca (pré e pós-protocolar).

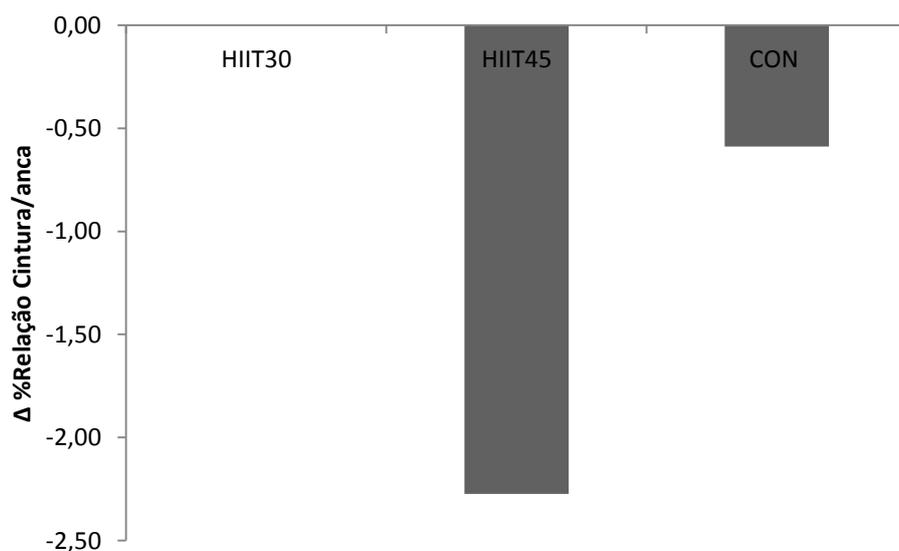


Figura 11. Variação percentual dos valores da relação cintura/anca, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Na variável relação cintura/anca, o grupo HIIT₄₅ foi o que registou uma variação percentual mais elevada (-2,27%) em relação aos valores iniciais. No entanto em nenhum dos grupos as alterações foram estatisticamente significativas, sendo que no grupo HIIT₃₀ não houve qualquer alteração.

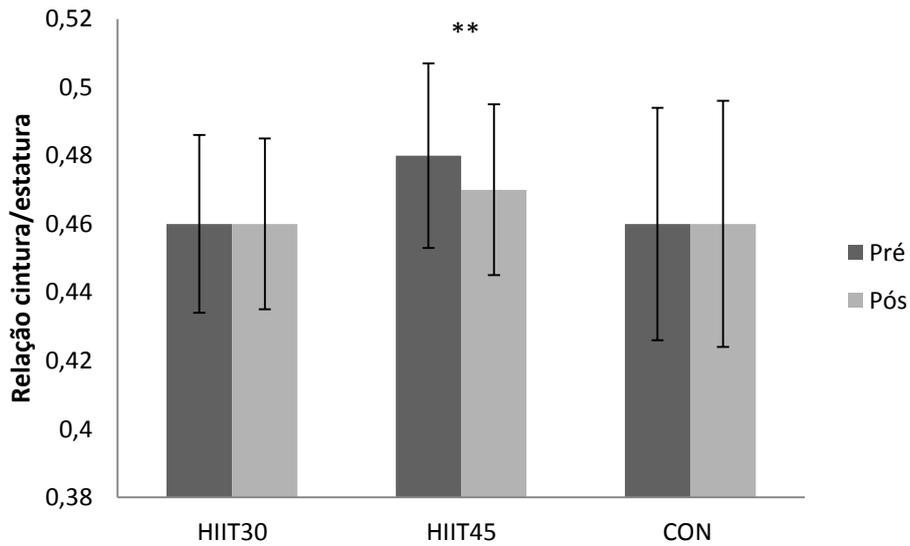


Figura 12. Representação gráfica dos valores médios para a relação cintura/estatura (pré e pós-protocolar). **Significativo para $p \leq 0,01$.

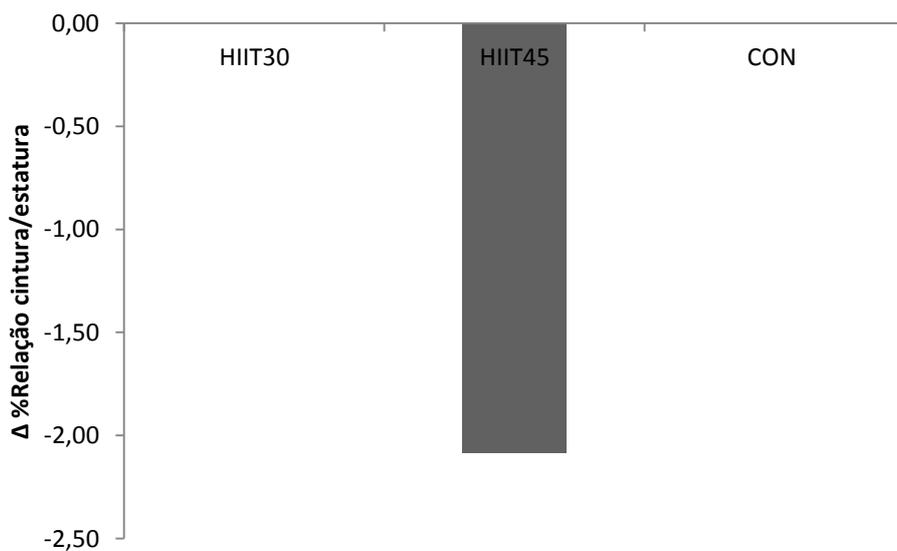


Figura 13. Variação percentual dos valores da relação cintura/estatura, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Na relação cintura/estatura apenas se registou uma alteração – no grupo HIIT₄₅ (-2,08%) – sendo esta variação estatisticamente significativa ($p=0,008$).

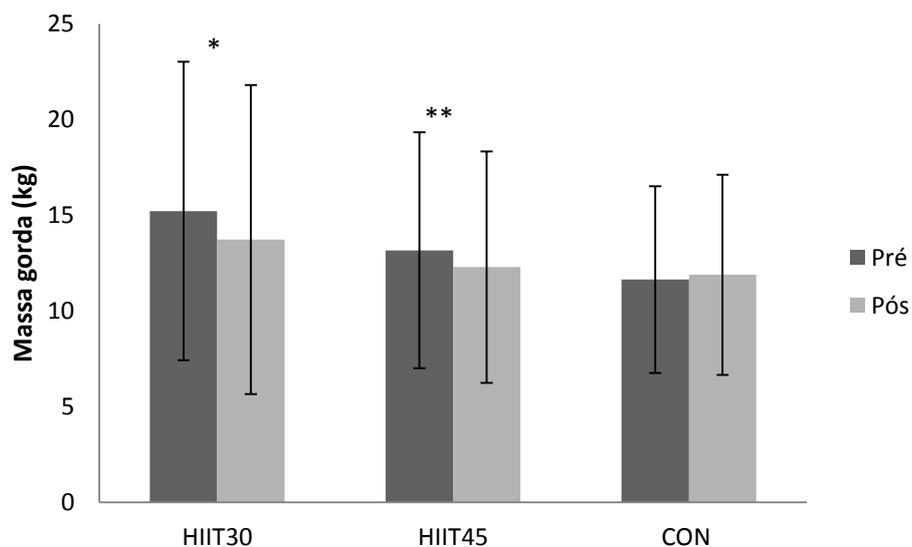


Figura 14. Representação gráfica dos valores médios para a massa gorda (pré e pós-protocolar). *Significativo para $p \leq 0,05$. **Significativo para $p \leq 0,01$.

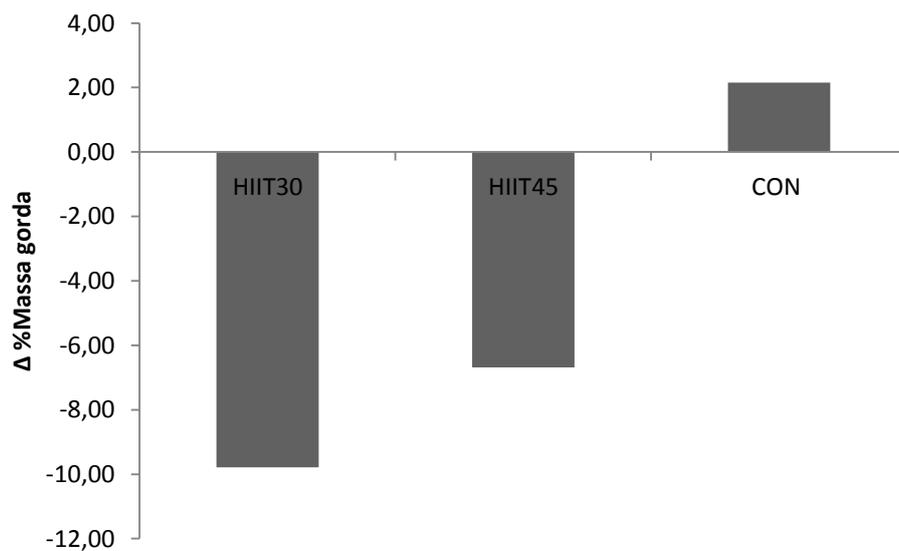


Figura 15. Variação percentual dos valores da massa gorda, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Nos grupos participantes dos protocolos registaram-se variações negativas (redução da massa gorda) – HIIT₃₀ (-9,79%); e HIIT₄₅ (-6,68%) – em ambos com valores estatisticamente significativos – $p=0,021$ e $p=0,003$, respectivamente.

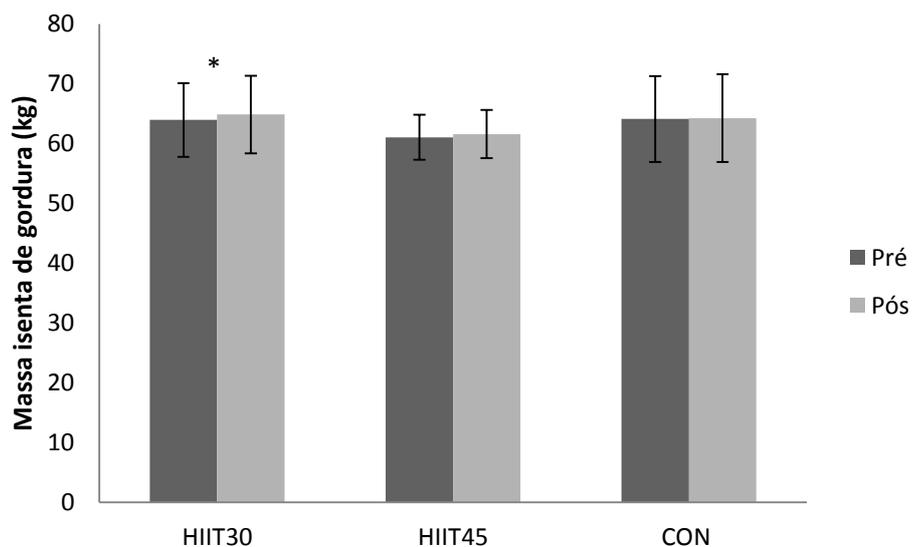


Figura 16. Representação gráfica dos valores médios para a massa isenta de gordura (pré e pós-protocolar). *Significativo para $p \leq 0,05$.

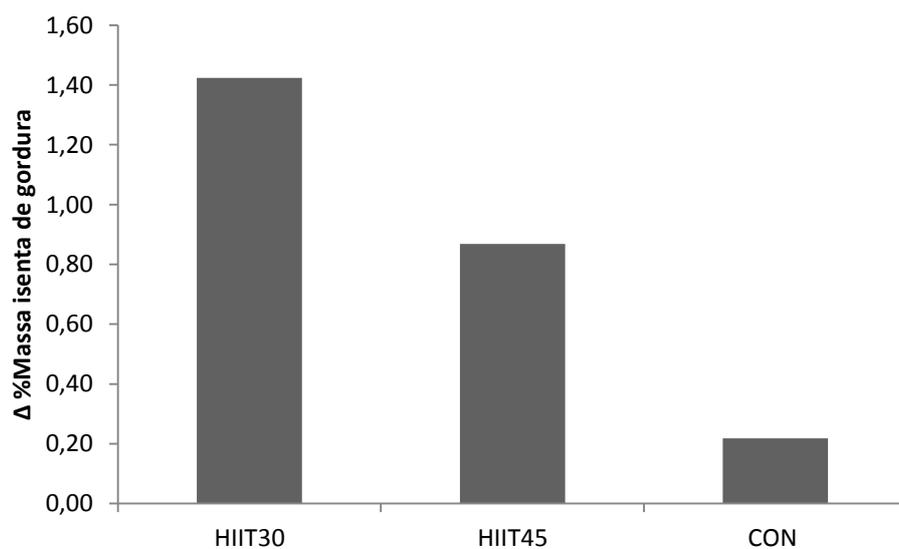


Figura 17. Variação percentual dos valores da massa isenta de gordura, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Todas as variações na variável massa isenta de gordura foram num sentido positivo, sendo que apenas no grupo HIIT₃₀ os valores foram estatisticamente significativos (1,42% com valor de significância de $p=0,036\%$).

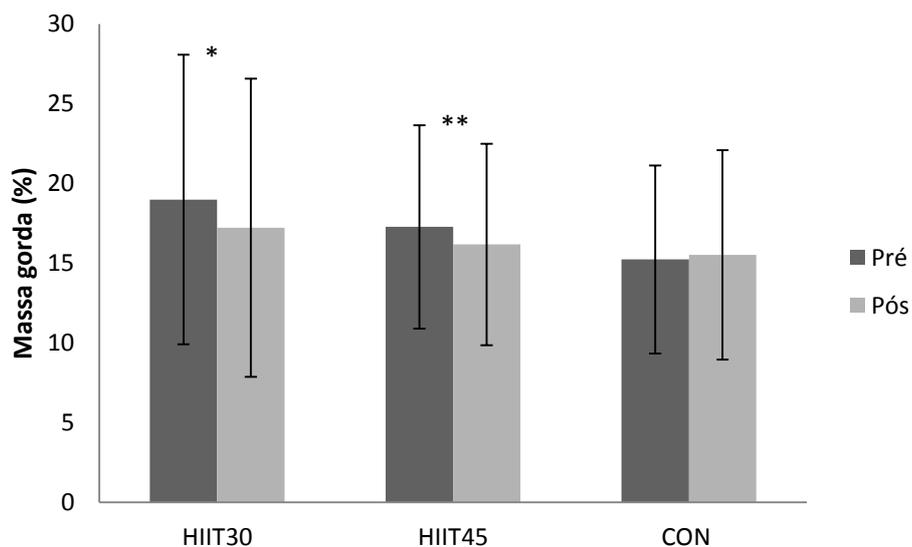


Figura 18. Representação gráfica dos valores médios para a percentagem de massa gorda (pré e pós-protocolar). *Significativo para $p \leq 0,05$. ** Significativo para $p \leq 0,01$.

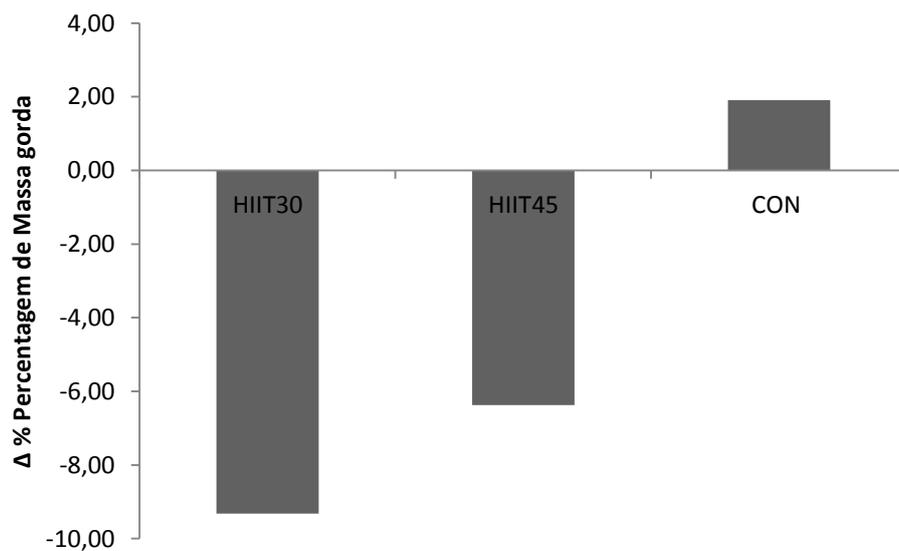


Figura 19. Variação percentual dos valores da percentagem de massa gorda, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Por último nas variáveis antropométricas, a percentagem de massa gorda registou alterações estatisticamente significativas em ambos os grupos HIIT: HIIT₃₀ (-9,32%, $p=0,022$); e HIIT₄₅ (-6,37%, $p=0,002$).

4.2.4.2. Condição Cardiorrespiratória

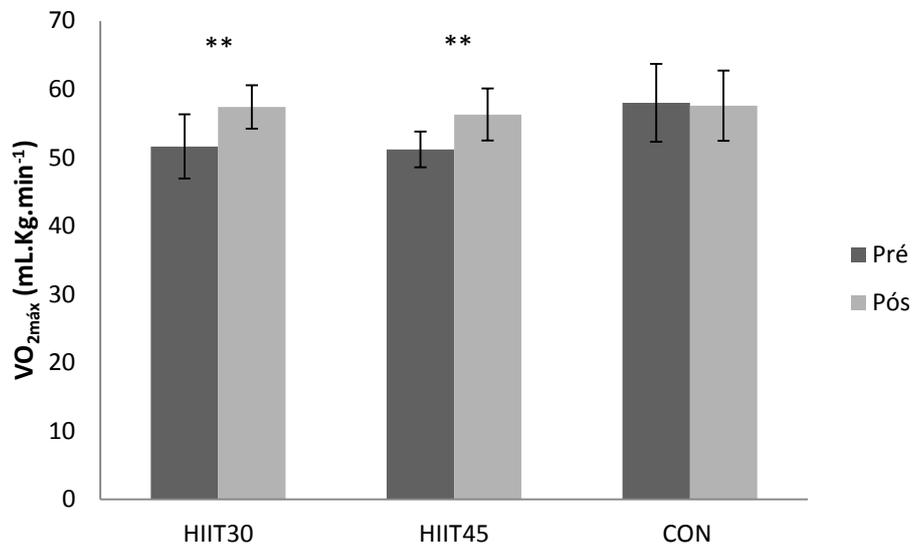


Figura 20. Representação gráfica dos valores médios do VO₂max (pré e pós-protocolar).
** Significativo para $p \leq 0,01$.

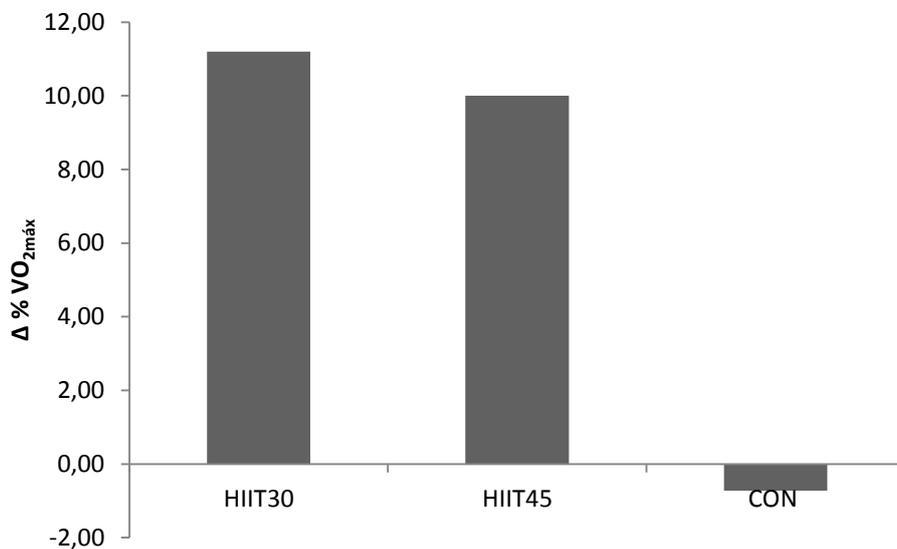


Figura 21. Variação percentual dos valores do VO₂max, do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em relação ao VO₂max regista-se uma variação bastante elevada em ambos os grupos HIIT: HIIT₃₀ (11,20%, $p=0,008$); e HIIT₄₅ (10%, $p=0,005$), ambas estatisticamente significativas. Por outro lado, no grupo de controlo, a variação é negativa (-0,72%) e sem significado estatístico.

4.2.4.3. Variáveis hemodinâmicas

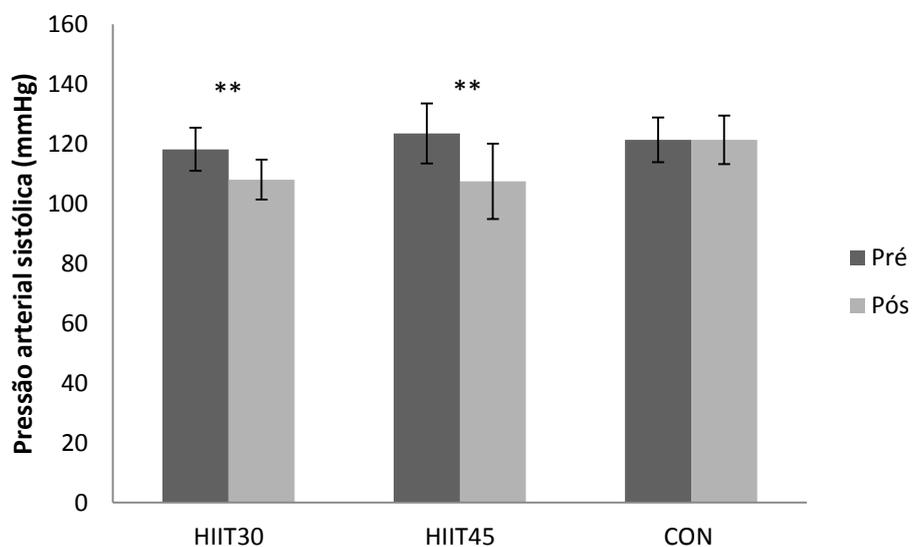


Figura 22. Representação gráfica dos valores médios da pressão arterial sistólica (pré e pós-protocolar). ** Significativo para $p \leq 0,01$.

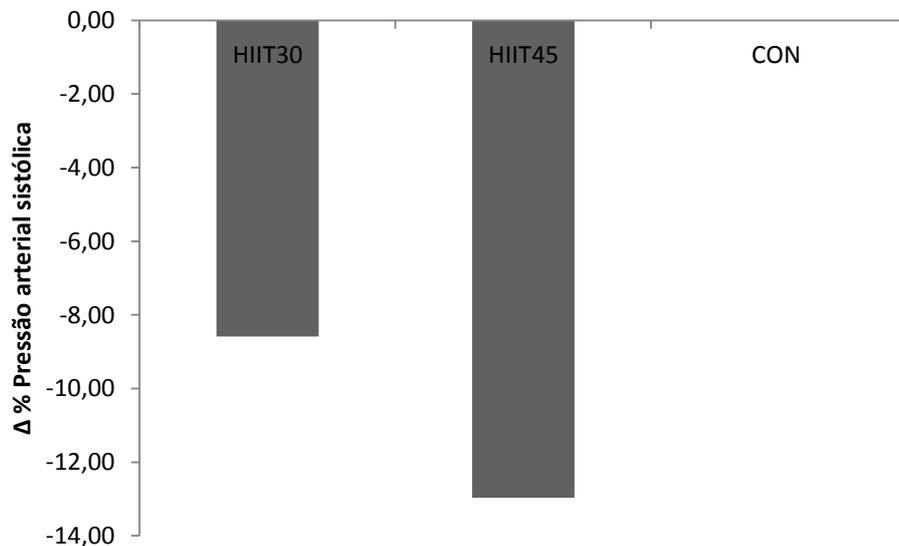


Figura 23. Variação percentual da pressão arterial sistólica do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em relação a esta primeira variável hemodinâmica, é possível verificar que a variação foi bastante grande em ambos os grupos HIIT₃₀ (-8,58%) e HIIT₄₅ (-12,96%), sendo esses valores bastante significativos do ponto de vista estatístico: $p=0,003$ e $p=0,002$, respectivamente.

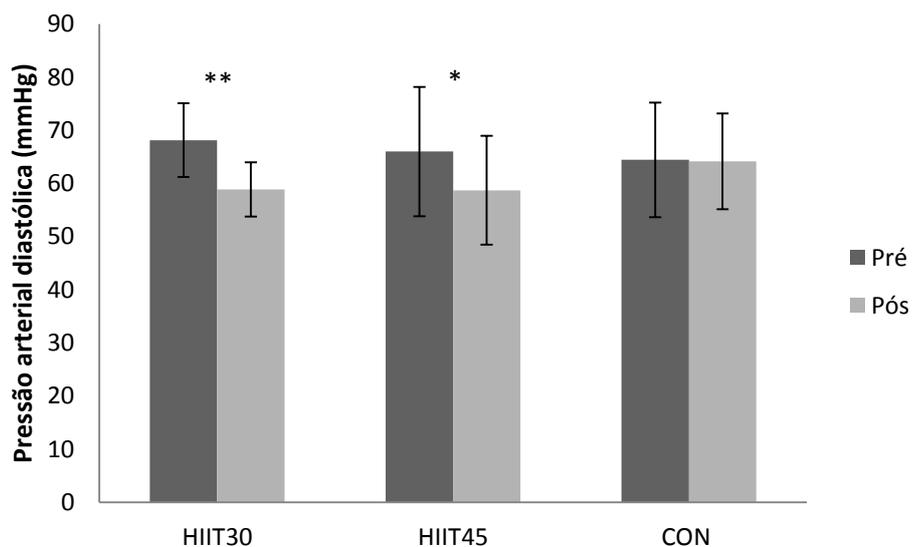


Figura 24. Representação gráfica dos valores médios da pressão arterial diastólica (pré e pós-protocolar). * Significativo para $p \leq 0,05$. ** Significativo para $p \leq 0,01$.

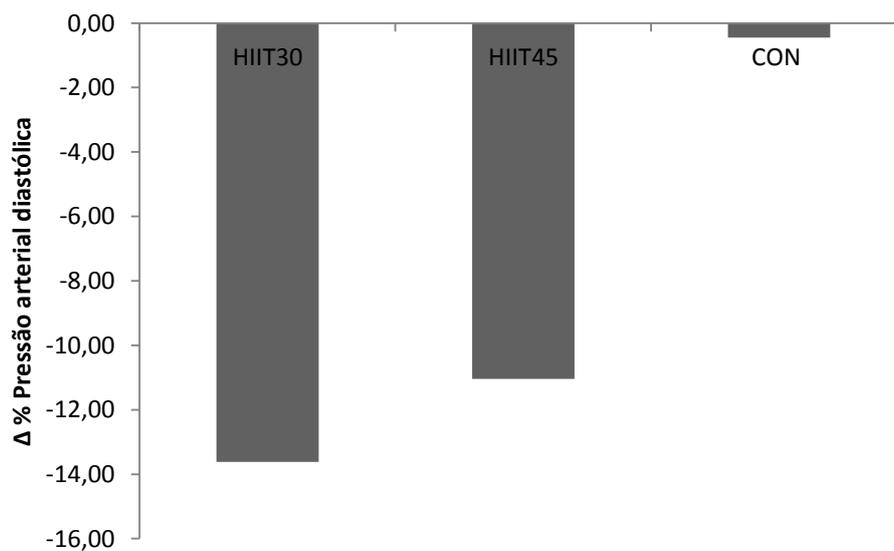


Figura 25. Variação percentual da pressão arterial diastólica do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

No que diz respeito à pressão arterial diastólica a variação é também bastante acentuada, registando-se uma diminuição de 13,62% no grupo HIIT₃₀ e de 11,05% no grupo HIIT₄₅, com valores estatisticamente significativos – $p=0,006$ e $p=0,05$, respectivamente.

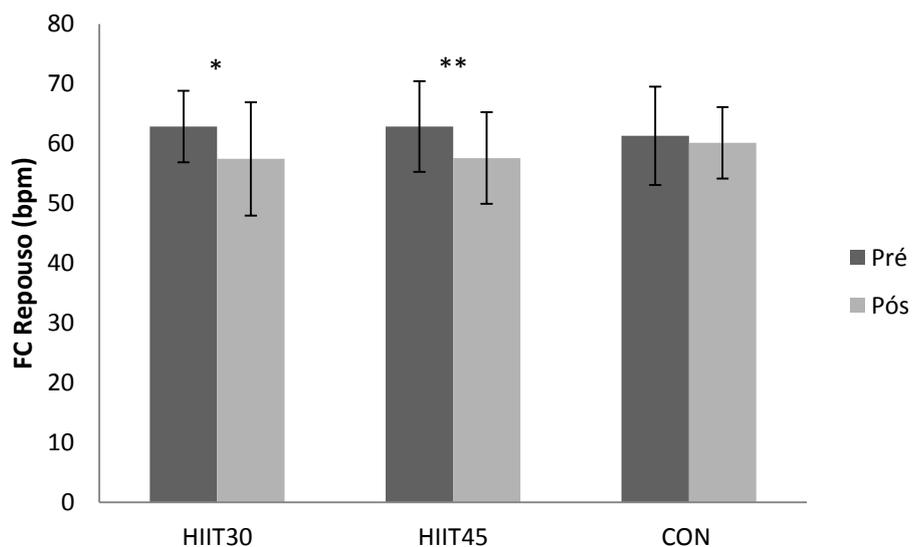


Figura 26. Representação gráfica dos valores médios da frequência cardíaca de repouso (pré e pós-protocolar). * Significativo para $p \leq 0,05$. ** Significativo para $p \leq 0,01$.

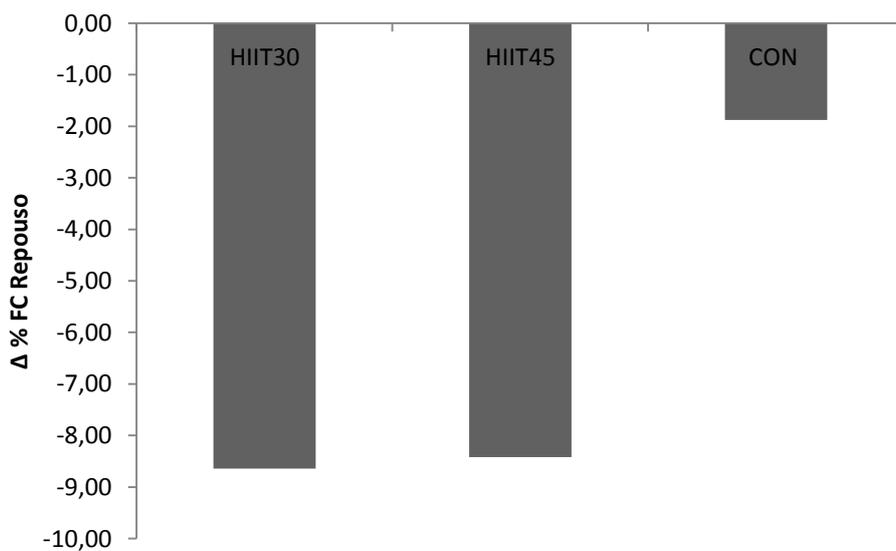


Figura 27. Variação percentual da frequência cardíaca de repouso do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

A variação na frequência cardíaca de repouso foi bastante parecida no grupo HIIT₃₀ (-8,64%) e no grupo HIIT₄₅ (-8,42%), apesar de esta ter um valor estatisticamente significativo com mais relevância neste último grupo ($p=0,000$). No grupo de controlo também houve uma diminuição dos valores médios para esta variável (-1,88%, $p=0,406$).

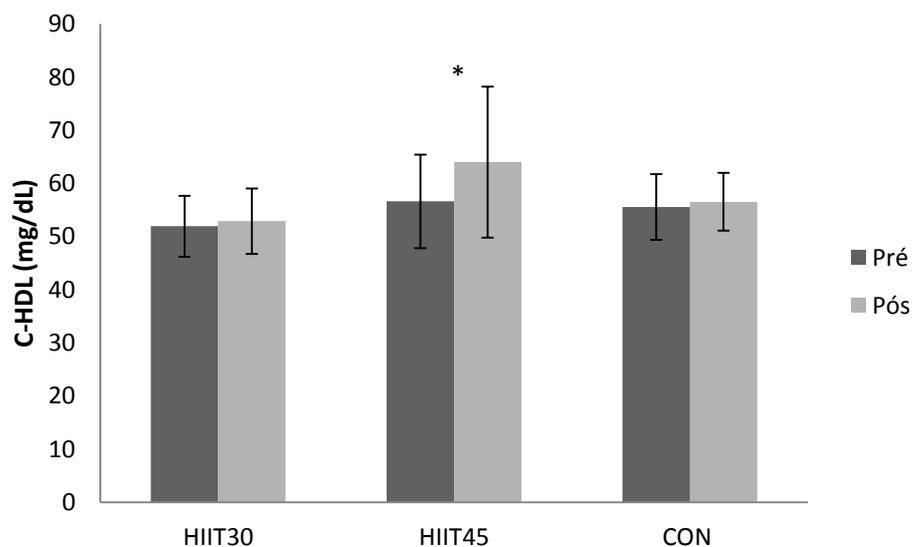


Figura 28. Representação gráfica dos valores médios do colesterol-HDL (pré e pós-protocolar).
* Significativo para $p \leq 0,05$.

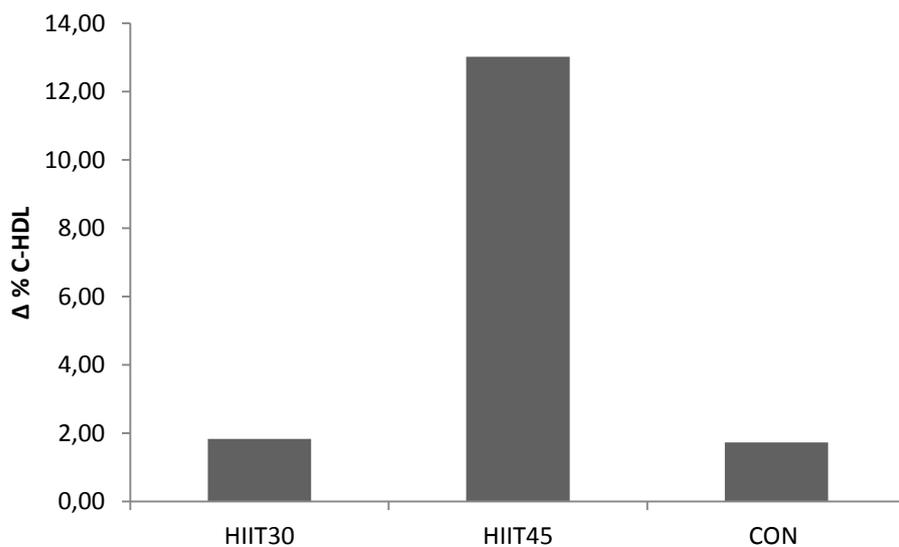


Figura 29. Variação percentual do colesterol-HDL do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em relação ao colesterol-HDL verificam-se alterações positivas em todos os grupos, no entanto é no grupo HIIT₄₅ que se regista o maior aumento (13%) e é também esta variação a única estatisticamente significativa ($p=0,022$). Ambos os outros grupos registaram valores bastante idênticos: HIIT₃₀ – 1,83%; controlo – 1,73%.

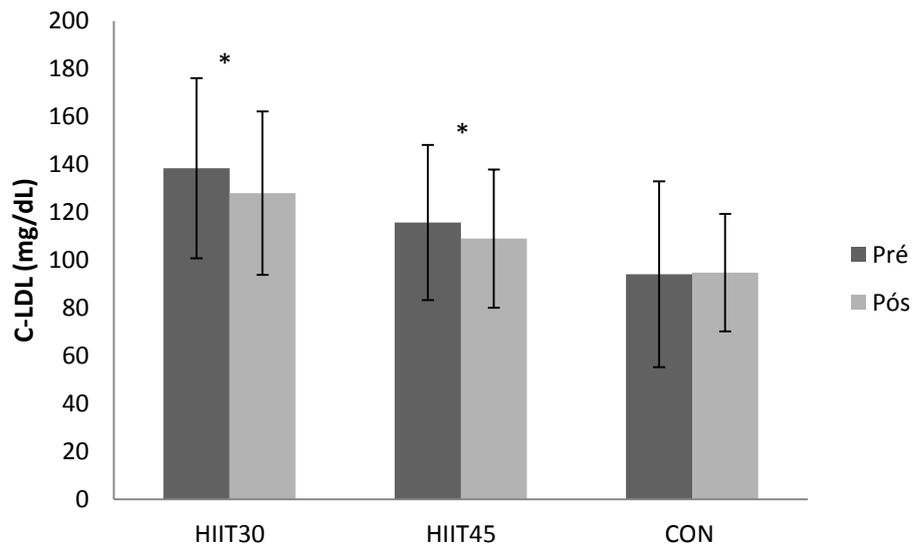


Figura 30. Representação gráfica dos valores médios do colesterol-LDL (pré e pós-protocolar).
 * Significativo para $p \leq 0,05$.

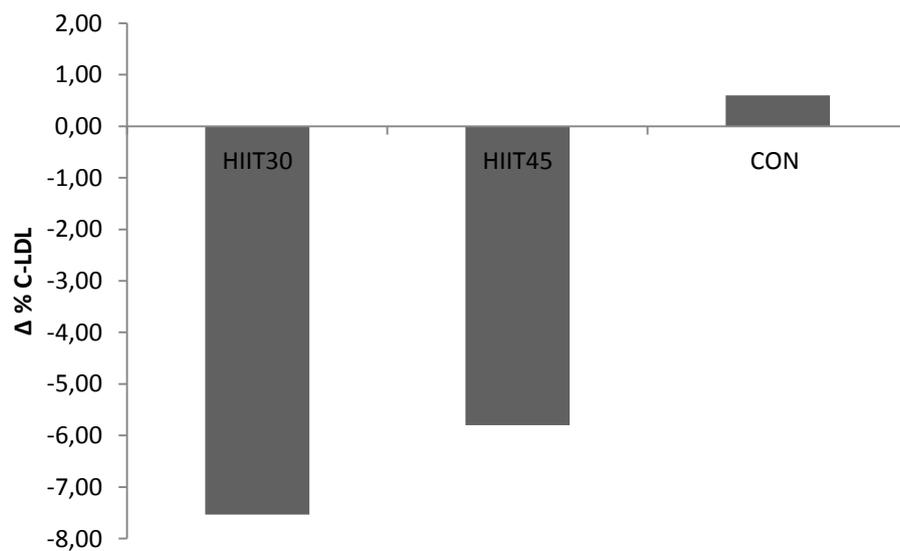


Figura 31. Variação percentual do colesterol-LDL do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

A variação do colesterol-LDL foi estatisticamente significativa para ambos os grupos HIIT: HIIT₃₀ – -7,53%, $p=0,033$; HIIT₄₅ – -5,80%, $p=0,032$. Por outro lado, o grupo de controlo registou um aumento dos valores de colesterol-LDL de 0,59%.

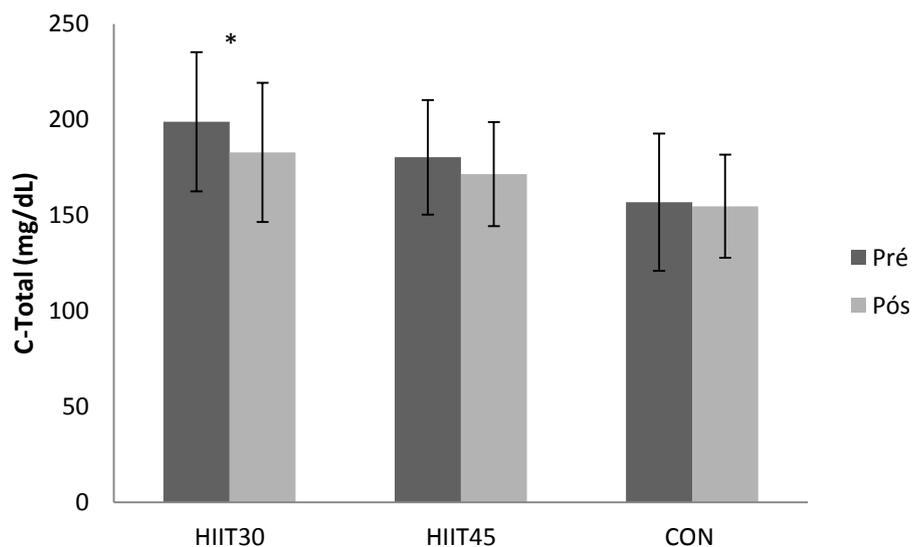


Figura 32. Representação gráfica dos valores médios do colesterol-total (pré e pós-protocolar).
* Significativo para $p \leq 0,05$.

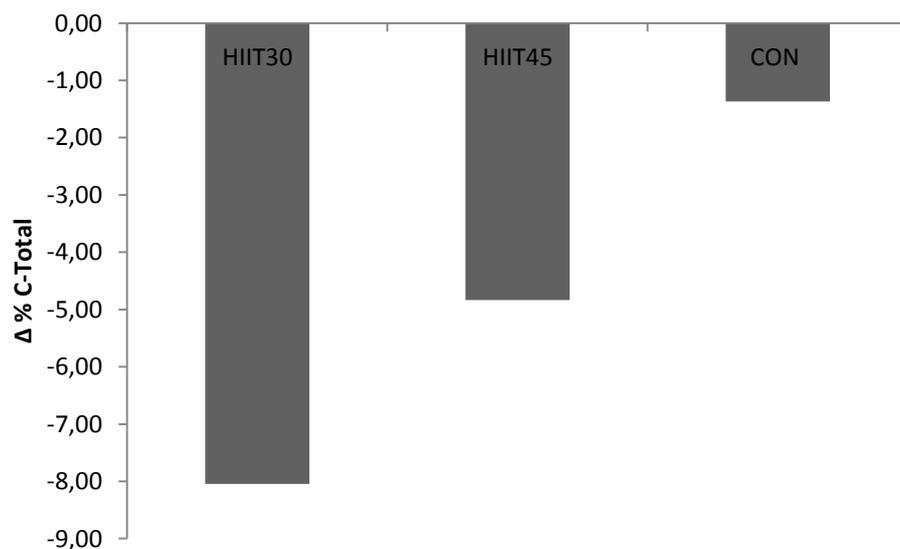


Figura 33. Variação percentual do colesterol-total do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em todos os grupos o colesterol-total reduziu, sendo a redução mais acentuada no grupo HIIT₃₀ (-8,05%) e foi precisamente nesse grupo que a variação foi estatisticamente significativa ($p=0,012$). No grupo HIIT₄₅, apesar de não ser estatisticamente significativa, houve também uma redução bastante maior que no grupo de controlo (-4,84% vs. -1,37%, respectivamente).

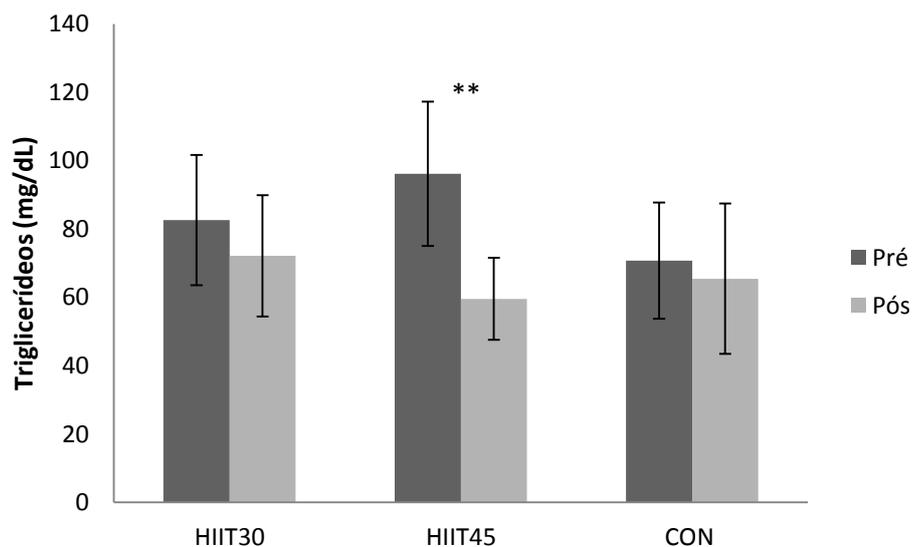


Figura 34. Representação gráfica dos valores médios de triglicerídeos (pré e pós-protocolar).
 ** Significativo para $p \leq 0,01$.

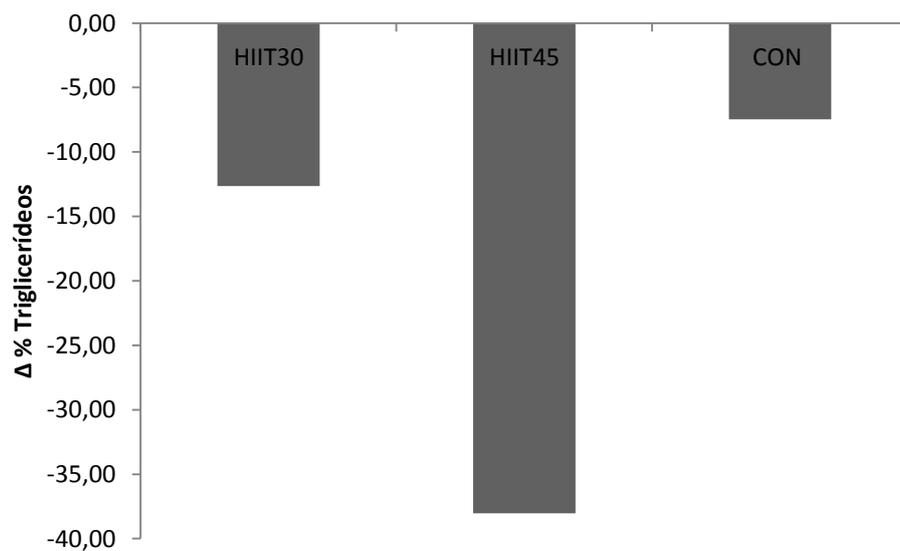


Figura 35. Variação percentual de triglicerídeos do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Nos valores de triglicerídeos, à semelhança dos valores de colesterol-total, registou-se uma redução em todos os grupos. No entanto, aqui o grupo HIIT₄₅ foi o que registou uma variação maior (-38,04%), com um valor de significância de $p=0,003$. No grupo HIIT₃₀, apesar de não ser estatisticamente significativa, também se registou uma redução (-12,63%) superior à do grupo de controlo (-7,47%).

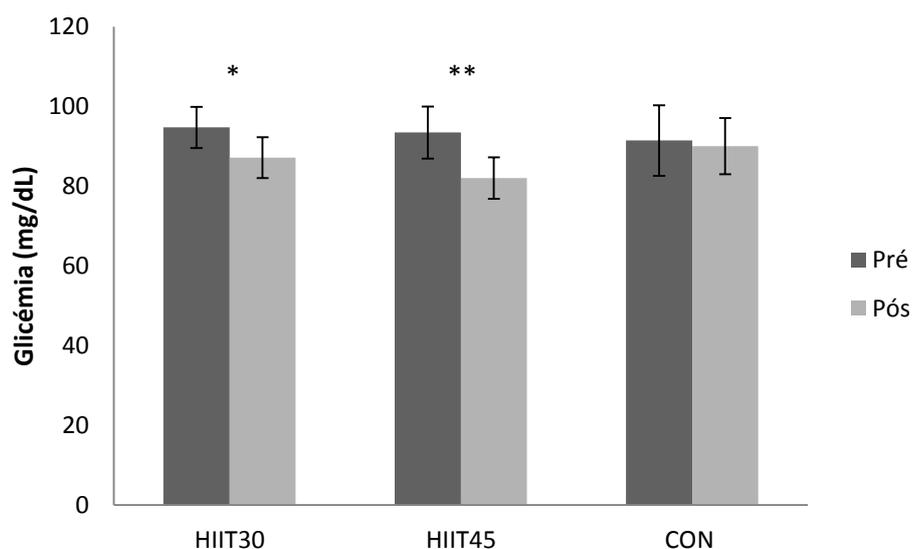


Figura 36. Representação gráfica dos valores médios de glicémia (pré e pós-protocolar).
 * Significativo para $p \leq 0,05$. ** Significativo para $p \leq 0,01$.

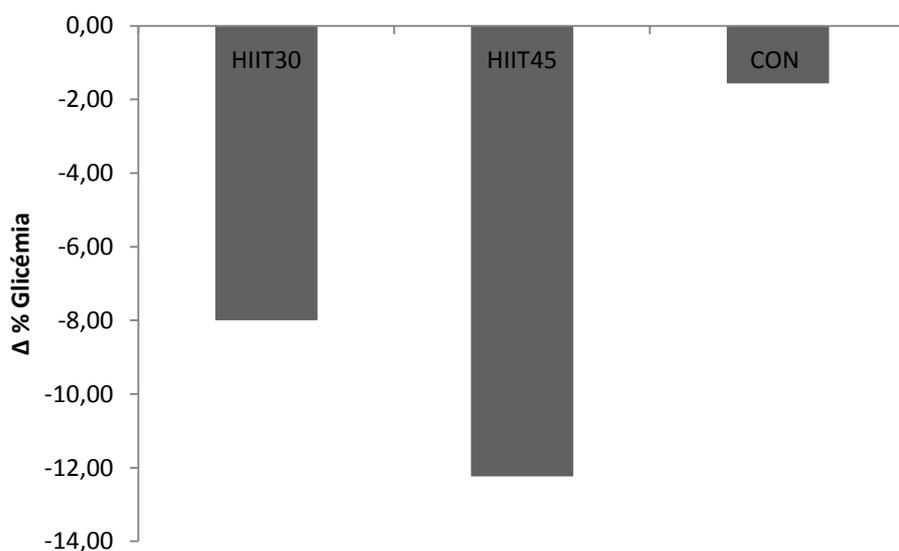


Figura 37. Variação percentual de glicose do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Em todos os grupos os valores de glicémia reduziram, sendo que nos dois grupos HIIT essa variação é bastante mais acentuada que no grupo de controlo e é estatisticamente significativa: HIIT₃₀ – -7,99%, $p=0,024$; HIIT₄₅ – -12,23%, $p=0,002$; controlo – -1,56%, $p=0,732$.

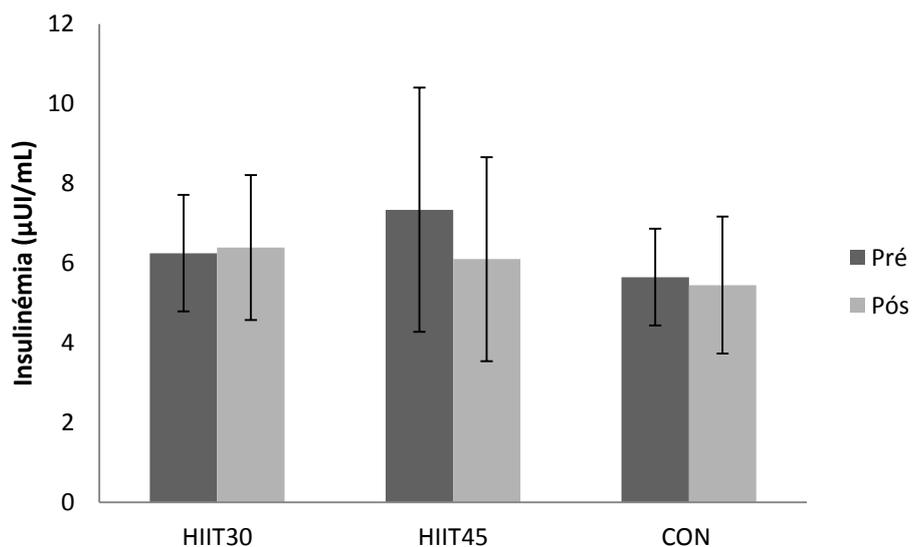


Figura 38. Representação gráfica dos valores médios de insulinémia (pré e pós-protocolar).

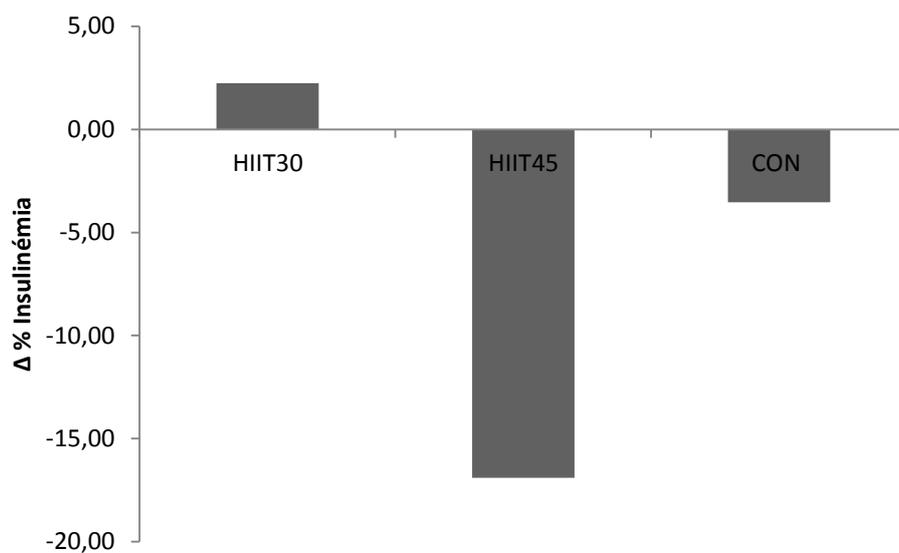


Figura 39. Variação percentual de insulinémia do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Nos valores de insulinémia regista-se um aumento no grupo HIIT₃₀ (2,24%) e uma redução em ambos os outros grupos, não sendo nenhum dos valores estatisticamente significativos, apesar de a variação ser bastante acentuada no grupo HIIT₄₅ (-16,89%).

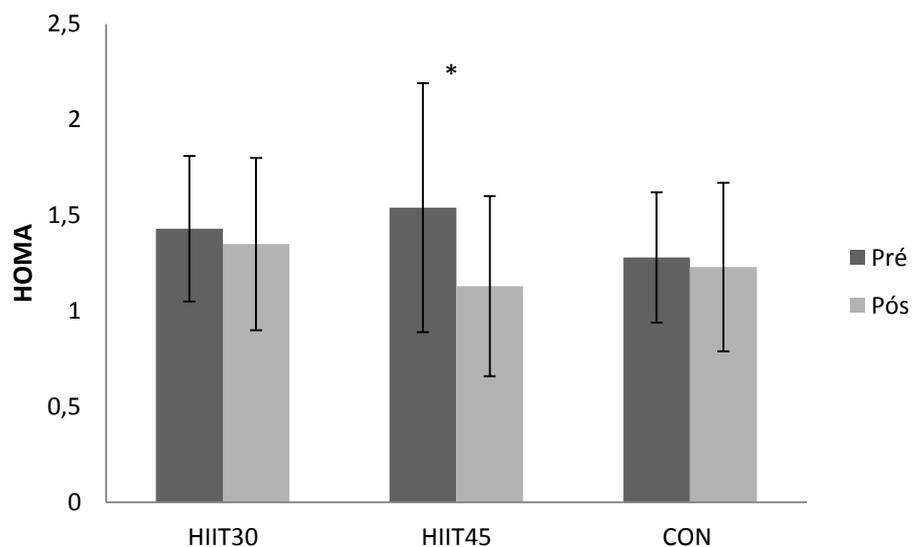


Figura 40. Representação gráfica dos valores médios de HOMA (pré e pós-protocolar). * Significativo para $p \leq 0,05$.

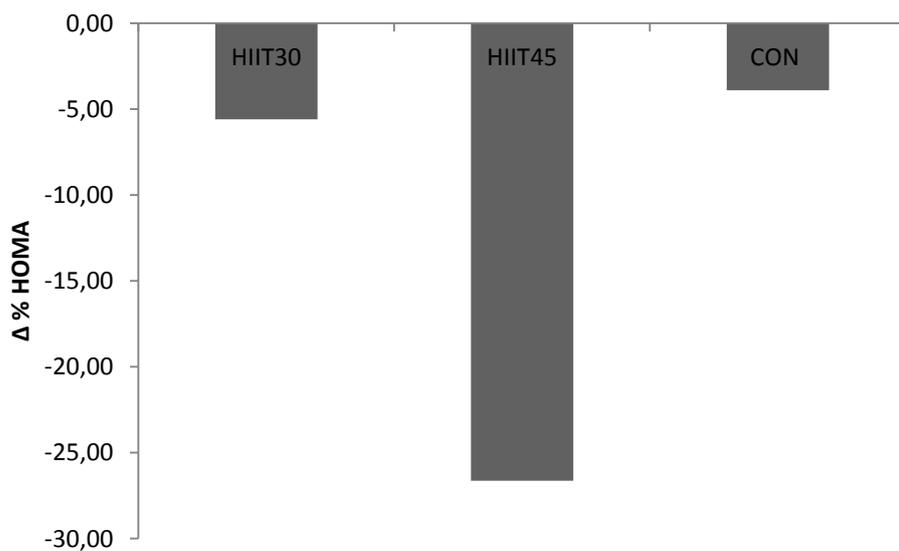


Figura 41. Variação percentual de HOMA do momento pré para o momento pós aplicação protocolar.

Os valores de HOMA reduziram em todos os grupos, sendo essa variação estatisticamente significativa no grupo HIIT₄₅ (-26,62%, $p=0,025$). Apesar de não ser estatisticamente significativa, a redução foi mais acentuada no grupo HIIT₃₀ (-5,59%) que no grupo de controlo (-3,91%).

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na presente investigação, foi avaliado o efeito do treino intervalado de alta intensidade em parâmetros bioquímicos, funcionais e antropométricos. Mais especificamente quais as alterações provocadas pela participação em um de dois protocolos de treino intervalado, com diferentes durações, e qual desses dois protocolos se mostra mais eficiente na melhoria de 1) variáveis antropométricas, 2) condição cardiorrespiratória, 3) variáveis hemodinâmicas, e 4) variáveis sanguíneas. Inicialmente foram colocadas as seguintes hipóteses: 1) ambos os treinos HIIT trarão grandes benefícios em relação às variáveis sanguíneas, reduzindo significativamente os triglicéridos e o colesterol LDL; 2) o protocolo HIIT₄₅ trará melhores resultados no seguimento da hipótese 1.

Os resultados indicam que, com apenas 12 sessões de treino, ambos os protocolos de treino são eficazes e têm efeitos positivos na saúde e em todos os grupos de variáveis analisados.

5.1. Variáveis antropométricas

Na avaliação inicial, os grupos não apresentavam diferenças estatisticamente significativas no que diz respeito às variáveis antropométricas, à exceção da relação cintura/anca em que os dois grupos HIIT apresentavam valores médios com uma diferença estatisticamente significativa ($p=0,001$).

Com ambos os protocolos de treino foi possível observar as seguintes variações estatisticamente significativas: 1) na circunferência da cintura para o grupo HIIT₄₅; 2) na circunferência da anca em ambos os grupos HIIT; 3) relação cintura/estatura no grupo HIIT₄₅; 4) massa gorda absoluta e percentual em ambos os grupos HIIT, sendo mais significativo no grupo HIIT₄₅; e 5) massa isenta de gordura no grupo HIIT₃₀.

Em relação a estas variáveis é possível verificar que o treino HIIT tem muito bons resultados, num curto espaço de tempo, exigindo um compromisso de tempo bastante curto, como já havia sido referido por Corte de Araujo et al. (2012), Boutcher (2011), Whyte et al. (2010) e Lau et al. (2014).

5.2. Condição cardiorrespiratória

Na avaliação inicial, o grupo de controlo apresentava valores de $VO_{2máx}$ significativamente superiores a ambos os grupos HIIT e isso ficou a dever-se a dois elementos do grupo de controlo serem já bastante bem treinados.

Após o período experimental, ambos os grupos HIIT conseguiram ver a sua capacidade aeróbia a melhorar significativamente, ficando muito próximas dos valores médios do grupo de controlo para esta variável. Este facto vai também de encontro à linha de estudos que tem vindo a ser desenvolvida que consequentemente demonstra melhorias bastante acentuadas após participação em protocolos de treino intervalado.

5.3. Variáveis Hemodinâmicas

Inicialmente, não foram registadas diferenças entre os três grupos. Após as 4 semanas de treino, registaram-se diminuições estatisticamente significativas na pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca de repouso, nos dois grupos HIIT, embora o grupo HIIT₃₀ ter tido resultados mais significativos na frequência cardíaca de repouso, enquanto o grupo HIIT₄₅ teve resultados mais significativos na redução da pressão arterial diastólica. Sugerindo que durações mais longas de séries são mais eficazes na redução da pressão arterial diastólica (a par de uma variação significativa na pressão arterial sistólica) e que séries mais curtas são mais eficazes na redução da frequência cardíaca de repouso. Outros resultados haviam já apontado neste sentido de protocolos HIIT serem vantajosos nestas variáveis hemodinâmicas.

5.4. Variáveis Sanguíneas

Em relação às variáveis sanguíneas, inicialmente não havia diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. No entanto, após 12 sessões de treino intervalado de alta intensidade, grandes alterações se verificaram. Vejamos: 1) o colesterol HDL aumentou significativamente (cerca de 13%), no grupo HIIT₄₅, sendo este valor bastante superior ao dos restantes grupos; 2) o colesterol LDL diminuiu significativamente em ambos os grupos HIIT, mantendo-se mais reduzido no grupo HIIT₄₅, como já tinha começado, embora a redução tenha sido superior no grupo HIIT₃₀; 3) o colesterol total reduziu em ambos os protocolos HIIT,

embora essa variação tenha sido estatisticamente significativa apenas no grupo HIIT₃₀ (-8,05%); 4) os triglicéridos reduziram bastante no grupo HIIT₄₅ (-38,04%), ao passo que nos outros grupos a redução não foi tao acentuada; 5) os valores de variação de glicémia são estatisticamente significativos para o grupo HIIT₄₅; 6) nos valores de insulinémia não se registam diferenças estatisticamente significativas, apesar de o grupo HIIT₄₅ ser um que regista uma maior diminuição; 7) em relação ao HOMA, a variação assume um valor negativo e estatisticamente significativo para o grupo HIIT₄₅.

6. Conclusão

Após 12 sessões de treino HIIT todos os conjuntos de variáveis observados foram substancialmente melhorados com o treino, independentemente da duração. Mais especificamente, em relação aos parâmetros sanguíneos, por terem sido determinados objectivamente, diminuindo o erro associado, é possível concluir que independentemente da duração das séries de treino, obteremos melhorias. A hipótese 1 não foi confirmada, pois apenas o colesterol LDL foi reduzido de forma significativa em ambos os grupos experimentais. Os triglicéridos foram reduzidos de forma significativa apenas no grupo HIIT₄₅. Isto confirma hipótese dois, pois o protocolo HIIT₄₅ produziu alterações mais significativas em ambas as variáveis em causa.

Os resultados obtidos apontam para benefícios significativos para a saúde pública e para a prevenção primária e secundária de doenças como a diabetes, síndrome metabólica, hipertensão, entre outras de origem cardiovascular. Como tal será interessante que estes protocolos possam ser testados em populações nessas condições, pois em jovens adultos os resultados são bastante satisfatórios.

7. Recomendações para estudos futuros

Partindo da análise dos resultados será interessante a replicação dos presentes protocolos: 1) durante um maior período experimental, de modo a avaliar os resultados a médio/longo prazo; 2) acrescentando treino de resistência muscular, como complemento ao treino aeróbio; e 3) em populações com patologias cardíacas e/ou metabólicas.

8. BIBLIOGRAFIA

- Adams, J. et al., 2006. High-intensity interval training for intermittent claudication in a vascular rehabilitation program. *Journal of vascular nursing : official publication of the Society for Peripheral Vascular Nursing*, 24(2), pp.46–9. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16737929> [Accessed November 24, 2013].
- Ashwell, M., Gunn, P. & Gibson, S., 2012. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 13(3), pp.275–86. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22106927> [Accessed August 6, 2014].
- Assadi, H. & Lepers, R., 2012. Comparison of the 45-second/15-second intermittent running field test and the continuous treadmill test. *International journal of sports physiology and performance*, 7(3), pp.277–84. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22930689>.
- Bacon, A.P. et al., 2013. VO₂max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. *PLoS one*, 8(9), p.e73182. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3774727&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 26, 2014].
- Bailey, S.J. et al., 2009. Influence of repeated sprint training on pulmonary O₂ uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 106(6), pp.1875–87. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19342439> [Accessed November 24, 2013].
- Bartlett, J.D. et al., 2011. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *Journal of sports sciences*, 29(6), pp.547–53. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21360405> [Accessed November 11, 2013].
- Bayati, M. et al., 2011. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble “all-out” sprint interval training. *Journal of sports science & medicine*, 10(3), pp.571–6. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3737829&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Billat, L. & Koralsztein, J.P., 1996. Significance of the Velocity at V_{O2}max and Time to Exhaustion at this Velocity. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 22(2), pp.90–108.
- Billat, L.V., 2001. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. *Sports Medicine*, 31(1), pp.13–31. Available at: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200131010-00002>.
- Da Boit, M. et al., 2014. Effects of interval and continuous training on O₂ uptake kinetics during severe-intensity exercise initiated from an elevated metabolic baseline. *Journal of applied physiology*, 116(8), pp.1068–77. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24526579> [Accessed September 2, 2014].

- Bouchard, C. et al., 2011. Genomic predictors of the maximal O₂ uptake response to standardized exercise training programs. *Journal of Applied Physiology*, 110, pp.1160–1170.
- Boulé, N.G. et al., 2001. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Journal of the American Medical Association*, 286(10), pp.1218–27. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11559268>.
- Boulé, N.G. et al., 2003. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*, 46(8), pp.1071–81. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12856082> [Accessed August 11, 2014].
- Boutcher, S.H., 2011. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011, p.868305. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2991639&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed January 25, 2014].
- Burgomaster, K. a et al., 2008a. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*, 586(1), pp.151–60. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2375551&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed July 15, 2014].
- Burgomaster, K. a et al., 2008b. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*, 586(1), pp.151–60. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2375551&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed November 10, 2013].
- Chastin, S.F.M. et al., 2014. Determinants of sedentary behavior, motivation, barriers and strategies to reduce sitting time in older women: a qualitative investigation. *International journal of environmental research and public health*, 11(1), pp.773–91. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24402064> [Accessed January 21, 2014].
- Ciolac, E.G. et al., 2010. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. *Official journal of the Japanese Society of Hypertension*, 33(8), pp.836–43. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20448634> [Accessed August 28, 2014].
- Ciolac, E.G., 2012. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? *American journal of cardiovascular disease*, 2(2), pp.102–10. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3371620&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Corte de Araujo, A.C. et al., 2012. Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PLoS one*, 7(8), p.e42747. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3412799&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 2, 2014].

- Currie, K.D. et al., 2013. Low-volume, high-intensity interval training in patients with CAD. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(8), pp.1436–42. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23470301> [Accessed August 7, 2014].
- Dobbelsteyn, C.J. et al., 2001. A comparative evaluation of waist circumference , waist-to-hip ratio and body mass index as indicators of cardiovascular risk factors . The Canadian Heart Health Surveys. *International Journal of Obesity*, 25, pp.652–661.
- Donnelly, J.E. et al., 2009. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(2), pp.459–71. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19127177> [Accessed July 9, 2014].
- Drigny, J. et al., 2013. Long-term high-intensity interval training associated with lifestyle modifications improves QT dispersion parameters in metabolic syndrome patients. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 56(5), pp.356–70. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23669144> [Accessed September 5, 2014].
- Fernandes, H. & Lázaro, J., 2005. Razões para a não prática desportiva em adultos : Estudo comparativo entre a realidade rural e urbana . *Centro de Estudos em Educação e Psicologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*.
- Gayda, M. et al., 2012. Central hemodynamic responses during acute high-intensity interval exercise and moderate continuous exercise in patients with heart failure. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme*, 37(6), pp.1171–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23066737> [Accessed September 5, 2014].
- Gibala, M.J. et al., 2012. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590(Pt 5), pp.1077–84. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3381816&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed July 11, 2014].
- Gibala, M.J. & McGee, S.L., 2008. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and sport sciences reviews*, 36(2), pp.58–63. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18362686>.
- Gist, N.H. et al., 2014. Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(2), pp.269–79. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24129784> [Accessed July 11, 2014].
- Gregg, E.W. et al., 2003. Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. *Archives of internal medicine*, 163(12), pp.1440–7. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12824093>.
- Guimarães, G.V. et al., 2010. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension research : official journal of the Japanese Society of Hypertension*, 33(6), pp.627–32. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20379194> [Accessed January 26, 2014].

- Hartaigh, B.O. et al., 2014. Association between resting heart rate across the life course and all-cause mortality: longitudinal findings from the Medical Research Council (MRC) National Survey of Health and Development (NSHD). *Journal of Epidemiology and Community Health*, 68(9), pp.883–9. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4031496&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 5, 2014].
- Hazell, T.J. et al., 2012. Two minutes of sprint-interval exercise elicits 24-hr oxygen consumption similar to that of 30 min of continuous endurance exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 22(4), pp.276–83. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22710610>.
- Heinemann, L., 2010. Insulin Assay Standardization: Leading to Measures of Insulin Sensitivity and Secretion for Practical Clinical Care. *Diabetes Care June 2010 vol. 33 no. 6 e 83*, 33(6), p.2010.
- Heyward, V. H. (2006). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. (H. Kinetics, Ed.) (5th ed., p. 64; 74-75).
- 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 & medicine*, 11(3), pp.483–8. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3737930&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Hu, G. et al., 2004. Occupational, Commuting, and Leisure-Time Physical Activity in Relation to Total and Cardiovascular Mortality Among Finnish Subjects With Type 2 Diabetes. *Journal of the American Heart Association*, 110(6), pp.666–673. Available at: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.CIR.0000138102.23783.94> [Accessed August 4, 2014].
- Joyner, M.J. & Green, D.J., 2009. Exercise protects the cardiovascular system: effects beyond traditional risk factors. *The Journal of physiology*, 587(Pt 23), pp.5551–8. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2805367&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 3, 2014].
- Kessler, H.S., Sisson, S.B. & Short, K.R., 2012. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(6), pp.489–509. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22587821>.
- Keteyian, S.J. et al., 2014. Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 34(2), pp.98–105. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24531203> [Accessed July 27, 2014].
- Kim, J. et al., 2011. Effects of Sprint Interval Training on Elite Judoists. *International journal of sports medicine*, 32, pp.929–934.
- De Koning, L. et al., 2007. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *European heart*

- journal*, 28(7), pp.850–6. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17403720> [Accessed July 13, 2014].
- Lau, P.W.C. et al., 2014. Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *European journal of sport science*, (July), pp.1–9. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25012183> [Accessed August 26, 2014].
- Laughlin, M. & Roseguini, B., 2008. Mechanisms for exercise training-induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: differences with interval sprint training versus aerobic endurance. *JOURNAL OF PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY*, 59(7), pp.71–88. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2654584/> [Accessed August 31, 2014].
- Lawes, C.M.M., Vander Hoorn, S. & Rodgers, A., 2008. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001. *Lancet*, 371(9623), pp.1513–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18456100>.
- Little, J.P. et al., 2011. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 111(6), pp.1554–60. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21868679> [Accessed November 13, 2013].
- Manson, J.E. et al., 2002. WALKING COMPARED WITH VIGOROUS EXERCISE FOR THE PREVENTION OF CARDIOVASCULAR EVENTS IN WOMEN. *The New England Journal of Medicine*, 347(10), pp.716–725.
- Matsuo, T., Saotome, K., Seino, S., Shimojo, N., et al., 2014. Effects of a low-volume aerobic-type interval exercise on VO₂max and cardiac mass. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(1), pp.42–50. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23846165> [Accessed September 4, 2014].
- Matsuo, T., Saotome, K., Seino, S., Eto, M., et al., 2014. Low-volume, high-intensity, aerobic interval exercise for sedentary adults: VO₂max, cardiac mass, and heart rate recovery. *European journal of applied physiology*, 114(9), pp.1963–72. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24917354> [Accessed September 2, 2014].
- Matthews, D., Hosker, J. & Rudenski, A., 1985. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28, pp.412–419. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00280883> [Accessed September 5, 2014].
- Paffenbarger, R.S. et al., 1986. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *The New England journal of medicine*, 314(10), pp.605–13. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3945246>.
- Rognmo, O. et al., 2004. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 11(3), pp.216–222. Available at: <http://cpr.sagepub.com/lookup/doi/10.1097/01.hjr.0000131677.96762.0c> [Accessed November 24, 2013].

- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, G. H. (1991). Physiological testing of the high-performance athlete (2nd ed., pp. 223–308). Champaign: Human Kinetics.
- Rossiter, H.B. et al., 2002. Dynamics of intramuscular ³¹P-MRS P(i) peak splitting and the slow components of PCr and O₂ uptake during exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 93(6), pp.2059–69. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12391122> [Accessed August 31, 2014].
- Rossiter, H.B. et al., 2001. Effects of prior exercise on oxygen uptake and phosphocreatine kinetics during high-intensity knee-extension exercise in humans. *The Journal of physiology*, 537(Pt 1), pp.291–303. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2278929&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Scribbans, T.D. et al., 2014. Fibre-specific responses to endurance and low volume high intensity interval training: striking similarities in acute and chronic adaptation. *PLoS one*, 9(6), p.e98119. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4047011&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed July 14, 2014].
- Silva, A. & Oliveira, F., 2004. Consumo de oxigênio durante o exercício físico: aspectos temporais e ajustes de curvas. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 6(2), pp.73–82. Available at: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=407350&indexSearch=ID> [Accessed August 31, 2014].
- Silva, A.J. et al., 2006. ECONOMIA DE NADO : FACTORES DETERMINANTES E AVALIAÇÃO. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 8(3), pp.93–99.
- Skelly, L.E. et al., 2014. High-intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 39(7), pp.845–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24773393>.
- Snowling, N.J. & Hopkins, W.G., 2006. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *American Diabetes Association*, 29(11), pp.2518–27. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17065697> [Accessed August 22, 2014].
- Tanaka, H., Monahan, K.D. & Seals, D.R., 2001. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), pp.153–6. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11153730>.
- Tanasescu, M. et al., 2003. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes. *Journal of the American Heart Association*, 107(19), pp.2435–9. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12719277> [Accessed August 30, 2014].
- Tjonna, A.E. et al., 2008. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 118(4), pp.346–54.

Available at:
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2777731&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed November 8, 2013].

Trilk, J.L. et al., 2011. Effect of sprint interval training on circulatory function during exercise in sedentary, overweight/obese women. *European journal of applied physiology*, 111(8), pp.1591–7. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21190036> [Accessed November 20, 2013].

Wang, A. et al., 2014. Resting heart rate and risk of hypertension: results of the Kailuan cohort study. *Journal of Hypertension*, 32(8), pp.1600–5. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24875532> [Accessed September 5, 2014].

Whyte, L.J., Gill, J.M.R. & Cathcart, A.J., 2010. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism: clinical and experimental*, 59(10), pp.1421–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20153487> [Accessed November 24, 2013].

9. ANEXOS

9.1. Consentimento para participação no estudo

9.2. Ficha de Avaliação

9.1. Consentimento para participação no estudo

Nome: _____

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

Na investigação que irá decorrer estão incluídos: Medições antropométricas, análises sanguíneas, avaliação do VO₂ e protocolos HIT.

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

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

Tomei conhecimento e pretendo participar;

_____, ____/____/____ Assinatura: _____

9.2. Ficha de Avaliação

Nome: _____

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

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

Idade: _____

Estatura: _____

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