

Rt Prox	CCA PS	83.5 cm/s
Rt Prox	CCA ED	21.8 cm/s
Rt Prox	CCA MD	21.8 cm/s
Rt Prox	CCA TAMAX	41.5 cm/s
Rt Prox	CCA PI	1.49
Rt Prox	CCA RI	0.74
Rt Prox	CCA TAMEAN	22.4 cm/s
Rt Prox	CCA VolFlow	237.2 ml/min
<b>1</b> Rt Prox	CCA Diam	0.47 cm



Helder Gonçalves Fernandes dos Santos

## AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS VASCULARES E HEMODINÂMICOS NUMA POPULAÇÃO IDOSA. EFEITO DO EXERCÍCIO CONTINUADO

Tese de doutoramento em Ciências do Desporto, Ramo de Atividade Física e Saúde, orientada pelos Senhores Professores Doutores Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares e Manuel Teixeira Marques Veríssimo e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

Setembro / 2017





Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Universidade de Coimbra

Doutoramento em Ciências do Desporto

-Ramo de Atividade Física e Saúde –

Avaliação de parâmetros vasculares e hemodinâmicos numa  
população idosa  
Efeito do exercício continuado

Tese de Doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, sob orientação da Professora Doutora Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares e do Professor Doutor Manuel Teixeira Marques Veríssimo como parte integrante dos requisitos para obtenção de Grau de Doutor em Ciências do Desporto.

Helder Gonçalves Fernandes dos Santos

**Coimbra, 2017**

Santos H. (2017). Avaliação de parâmetros vasculares e hemodinâmicos numa população idosa - efeito do exercício continuado. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Portugal.

*Aos pilares da minha vida*



## AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Paula Tavares estou grato pelo incentivo, pelas sugestões, sua ponderação e serenidade tão necessárias à finalização desta Tese.

Ao Professor Manuel Veríssimo Teixeira pela colaboração, pelas sugestões tão importantes neste processo.

À Professora Doutora Lélita Santos e ao Dr. Manuel Gomes pelo contributo na avaliação clínica das participantes.

À Doutora Margarida Pocinho, pela amizade pela ajuda na orientação estatística e pela disponibilidade que sempre demonstrou.

À minha Amiga, professora e colega Dra. Rosa Teixeira que tanto me ensinou, ajudou na minha vida profissional e académica, e por crueldade da vida já não se encontra entre nós.

A todas as Senhoras, que se disponibilizaram para participar neste trabalho, e que me proporcionaram uma experiência fantástica.

Aos meus pais, irmã pela educação que me transmitiram ao longo da vida.

À Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra pelo apoio, e à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra a possibilidade de levar acabo mais esta etapa.

Por último, mas o mais importante, à minha família: **Clara, Sara, Francisco** por todo o apoio, paciência e pelo tempo que tive ausente.

A todos a minha eterna gratidão.



## RESUMO

Introdução: As evidências científicas atuais, que demonstram a importância do exercício físico na prevenção de doenças cardiovasculares e, por consequência na redução da mortalidade e morbidade, não podem ser ignoradas.

Estudos epidemiológicos mostram que as doenças cardiovasculares são a primeira causa de morte em Portugal, surgem com maior frequência a partir da quinta década de vida, acarretando uma diminuição da qualidade de vida destes doentes e um acréscimo dos encargos em saúde. As primeiras alterações associadas à doença vascular, passível de registo e avaliação com os atuais recursos em saúde, são as alterações estruturais e elásticas das paredes arteriais.

Tendo em conta a faixa etária mais atingida por estas patologias, este estudo pretendeu avaliar de que forma o exercício físico aeróbico continuado, reverte ou desacelera o envelhecimento vascular.

Metodologia: Trata-se dum estudo longitudinal, com duração de um ano, onde foram incluídas 37 mulheres com idade média de  $64.05 \pm 5.91$  (50-75 anos), que frequentaram um programa de hidroginástica, de duas a três sessões semanais, de aproximadamente 60 minutos cada. Inicialmente as participantes foram submetidas a uma consulta médica, a partir da qual foi construída uma anamnese que serviu de base para implementar os critérios de inclusão e exclusão. Foi realizada uma palestra para explicar e esclarecer as participantes e posteriormente foi assinado o consentimento informado. As sessões foram ministradas por um Licenciado em Ciências do Desporto e de acordo com as recomendações da ACSM (2014). As participantes foram divididas em dois grupos, as treinadas, que já tinham frequentado o programa de hidroginástica no ano anterior, e não o frequentaram durante os dois meses de verão; e as iniciadas, entraram pela primeira vez no referido programa.

Foram definidos os seguintes períodos de avaliação: início do programa (T1); cinco meses após o início (T2) e dez meses após ou final do programa (T3). Em todos os momentos foi feita a avaliação vascular, antropométrica, da composição corporal por bioimpedância e dos parâmetros cardiovasculares onde se incluem a pressão arterial sistólica, diastólica, índice de risco cardiovascular, pressão de pulso e frequência cardíaca. Na avaliação vascular recorreu-se à ultrassonografia Doppler, para calcular as

pressões arteriais dos membros superiores e inferiores, e à ultrassonografia, modo bidimensional, para calcular os diâmetros, rigidez, compliance e espessura da íntima média das artérias carotídeas. Avaliou-se ainda as velocidades sanguíneas nas carótidas e o volume de fluxo recorrendo ao Doppler pulsado. Foi realizada em T1 e T3 a avaliação do perfil bioquímico e valores hematológicos.

Os valores avaliados foram registados numa base dados e foram analisados estatisticamente, recorrendo ao programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 21. Foram usados os testes estatísticos ANOVA para medidas repetidas, MANOVA e t Student para amostras independentes e emparelhadas.

Resultados: A análise das variáveis ao longo do tempo do programa, mostrou uma tendência de diminuição da massa corporal, do IMC, da massa gorda e uma tendência de aumento do músculo-esquelético, nos 2 grupos. Os valores da pressão arterial e pressão de pulso apresentaram uma tendência de diminuição ao longo do programa, nos 2 grupos, mas só com significado na pressão diastólica, nas iniciadas.

Os valores do perímetro da cintura e frequência cardíaca apresentaram uma diminuição significativa ao longo do estudo, nos 2 grupos.

As pressões arteriais, calculadas por ultrassonografia Doppler, mostraram uma diminuição significativa ao longo do programa quer nas avaliações dos membros superiores quer inferiores, também nos 2 grupos.

Nas participantes treinadas, o índice de rigidez apresentou uma tendência de diminuição e a complacência arterial apresentou uma tendência inversa. O comportamento velocimétrico mostrou uma tendência para diminuição ao longo do tempo, mas esta diminuição só é significativa nas participantes treinadas.

Os valores da espessura da íntima média (EIM) apresentou uma diminuição significativa, em ambos os grupos, ao longo do programa, manifestando-se precocemente a partir de T2, aumentando o significado estatístico, no fim do programa, nas participantes iniciadas.

#### Conclusão:

Podemos deduzir que, a diminuição do perímetro da cintura, das resistências periféricas associadas à diminuição da EIM são fatores preponderantes para a diminuição dos riscos cardiovasculares, permitindo às populações mais idosas encarar a manutenção

da sua independência e de níveis de saúde e de qualidade de vida mais elevados, durante mais tempo.

Os resultados mais relevantes do nosso estudo, pelo impacto amplamente observado, foram a diminuição significativa da EIM e a diminuição do perímetro da cintura. Estes dois fatores são, só por si, capazes de reduzir significativamente o risco de ocorrência de doenças cardiocirculatórias. Desta forma, o incentivo da prática da hidroginástica feita por entidades públicas e profissionais de saúde competentes, é uma excelente ferramenta na remodelação e manutenção das propriedades vasculo-elásticas das artérias, para além dos benefícios psicológicos apontados por diversos estudos. Podemos concluir que, os benefícios decorrentes da prática do exercício físico continuado, fazem-se sentir com maior intensidade nas pessoas que iniciam pela primeira vez estes programas. Nas Participantes que frequentaram o programa pela segunda vez, demonstrou-se o benefício contínuo e acumulado, que é positivamente influenciador na diminuição de probabilidade de ocorrência de eventos cardiovasculares, habitualmente associados ao envelhecimento e ao sedentarismo.

**Palavras-Chave:**

Atividade física, hidroginástica, alterações vasculares, idosos, exercício continuado, espessura íntima média



## ABSTRACT

Introduction: Currently available scientific evidence demonstrates the importance of physical exercise in the prevention of cardiovascular diseases, and consequent reduction in morbidity and mortality, which cannot be ignored.

Epidemiological studies show that cardiovascular diseases are the leading cause of death in Portugal and occur more frequently after the fifth decade of life, leading to a decrease in the quality of life of these patients and increased health costs. The first changes associated with vascular disease, which can be registered and evaluated using current health resources, are the structural and elastic modification of the arterial wall.

Taking into account the age group most affected by these pathologies, this study aimed to evaluate whether regular aerobic exercise has an effect in reversing or slowing vascular aging.

Methodology: This was a longitudinal study which lasted one year and included 37 women with a mean age of  $64.05 \pm 5.91$  (50-75 years), who attended a water exercise program, with 2-3 60 minute weekly sessions. The participants were submitted to a medical consult and the clinical history served as the basis for establishing the inclusion and exclusion criteria. Initially, an informative session was held to explain objectives and elucidate participants and, subsequently, an informed consent was obtained. Exercise classes were led by an instructor licensed in Sports Sciences, following ACSM recommendations (2014). Participants were divided into two groups: a first group, who had attended the water exercise program the previous year (with a 2 month summer break) and a second group of participants, who entered the program for the first time (initiates).

The following evaluation periods were defined: start of program (T1); five months after onset (T2); and ten months after onset or end of program (T3). Vascular and anthropometric evaluation of body composition by bioimpedance and cardiovascular parameters were performed at all times, including systolic blood pressure, diastolic blood pressure, cardiovascular risk index, pulse pressure and heart rate. For vascular evaluation, doppler ultrasonography was used to calculate upper and lower limb arterial pressures and two-dimensional ultrasonography to calculate the diameter, stiffness, compliance, and thickness of the carotid artery. Blood velocity in the carotid arteries and flow volume

were also evaluated using pulsed Doppler. Blood biochemical profile and haematological values were measured at T1 and T3.

Data obtained was recorded on Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 21. ANOVA statistical tests were used for repeated measurements, MANOVA and t-test for independent and paired samples.

Results: Analysis of variables over the span of the study showed a tendency for decrease in body mass, BMI and fat mass, as well as a tendency for increase in skeletal muscle in both groups. Values for blood pressure and pulse pressure showed a decreasing trend throughout the program in the 2 groups, but only showed significance in diastolic pressure values in the initiates. Values for waist circumference and heart rate, showed a statistically significant decrease in both groups. Arterial pressure, calculated by Doppler ultrasonography, showed a significant decrease over time, in both upper and lower extremities, in both groups. In the trained participants the arterial stiffness index showed a tendency to decrease whereas arterial compliance showed an inverse tendency. Velocimetric behavior showed a tendency to decrease over time, but this decrease is only significant in trained participants.

Intima-media thickness (IMT) values showed a significant decrease in both groups throughout the program, manifesting at early stages (T2) and increasing in statistical significance, at the end of the program, in the initiate group.

Conclusion: We can assume that the decrease in waist circumference and decrease in peripheral resistance, associated with a decrease of IMT, are preponderant factors in reducing cardiovascular risks, allowing older individuals an independent status and better health outcomes and quality of life for longer periods.

The most pertinent results of our study, due to the widely observed impact, were the significant decrease in IMT and the decrease in the waist circumference. These two factors alone are capable of significantly reducing the risk for cardiocerebrovascular disease. Keeping this in mind, the older population should be encouraged, by competent health professionals and public entities, to practice water exercises as an excellent tool for remodelling and maintaining the vascular-elastic properties of the arteries, as well as the psychological benefits pointed out by several studies. We can conclude that the benefits of regular physical exercise are felt more intensely in people who start these programs for the first time. Participants who attended the program for the second year

showed a continuous and cumulative benefit, which positively influences health status by decreasing the probability of cardiovascular events usually associated with aging and sedentary lifestyles.

**Keywords:** Physical activity, hydrogymnastics, vascular changes, elderly, continued exercise, intima-media thickness



# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XVII</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XXI</b>
<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Atividade física no idoso .....	9
1.2. Atividade física e Composição Corporal .....	12
1.3. Atividade Física e parâmetros Bioquímicos e Hematológicos .....	15
1.4. Atividade Física e Frequência Cardíaca .....	19
1.5. Atividade Física e Pressão Arterial .....	19
1.6. Atividade Física e Pressões Arteriais Periféricas .....	20
1.7. Atividade Física e Comportamento da Artéria Carótida Comum .....	22
<b>CAPÍTULO II: OBJETIVOS</b> .....	<b>25</b>
2. Objetivo Geral .....	27
2.1. Objetivos específicos .....	28
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
3.1. Seleção e avaliação da amostra .....	31

3.3. Avaliação Antropométrica .....	33
3.4. Avaliação de parâmetros sanguíneos .....	34
3.5. Avaliação de parâmetros cardiovasculares .....	35
3.6. Avaliação do comportamento da circulação arterial periférica .....	36
3.7. Análise da morfologia e hemodinâmica das artérias carotídeas .....	36
3.8. Análise Estatística .....	40
<b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1. Caracterização da população e dados antropométricos .....	44
4.2. Evolução dos valores médios das variáveis em estudo, ao longo do programa de atividade física .....	49
<b>CAPÍTULO V – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1-CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA QUANTO À IDADE E DADOS ANTROPOMÉTRICOS NO INÍCIO DO ESTUDO. ....	45
TABELA 2 -CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AO PERFIL LIPÍDICO ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.....	46
TABELA 3-CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO. ....	46
TABELA 4:CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES TENSIONAIS ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.....	47
TABELA 5 -CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES VASCULARES PERIFÉRICOS ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.....	48
TABELA 6 - CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES VASCULARES ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.....	48
TABELA 7:CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES VELOCIMÉTRICOS VASCULARES ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO. ....	49



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1-</b> VARIAÇÃO DA MASSA CORPORAL AO LONGO DO TEMPO.....	50
<b>GRÁFICO 2-</b> VARIAÇÃO DO ÍNDICE MASSA CORPORAL AO LONGO DO TEMPO.....	50
<b>GRÁFICO 3 -</b> VARIAÇÃO DA MASSA GORDA AO LONGO DO TEMPO.....	51
<b>GRÁFICO 4 -</b> VARIAÇÃO DO MASSA MAGRA AO LONGO DO TEMPO.....	51
<b>GRÁFICO 5 -</b> VARIAÇÃO DO PERÍMETRO DA CINTURA (PC) AO LONGO DO TEMPO.....	52
<b>GRÁFICO 6 -A:</b> VARIAÇÃO DO COLESTEROL TOTAL ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS; B: VARIAÇÃO DO COLESTEROL NA FORMA LDL ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS.....	53
<b>GRÁFICO 7 -A:</b> VARIAÇÃO DO COLESTEROL NA FORMA HDL ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS; B:VARIAÇÃO DOS TRIGLICERÍDEOS ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS.....	53
<b>GRÁFICO 8 -A:</b> VARIAÇÃO DO ÍNDICE ATEROGÊNICO ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS; B: VARIAÇÃO DA PROTEÍNA C REATIVA ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS.....	54
<b>GRÁFICO 9 -</b> VARIAÇÃO DA HEMOGLOBINA GLICADA ENTRE O INÍCIO E O FIM DO PROGRAMA.....	54
<b>GRÁFICO 10-A:</b> VARIAÇÃO DA HEMOGLOBINA ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS, B: VARIAÇÃO DO HEMATÓCRITO ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS.....	55
<b>GRÁFICO 11 -A:</b> VARIAÇÃO DO VOLUME GLOBULAR MÉDIO ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS, B: VARIAÇÃO DA HEMOGLOBINA GLOBULAR MÉDIA ENTRE O INÍCIO E O FIM DO ESTUDO NO GRUPO DAS INICIADAS E TREINADAS.....	55
<b>GRÁFICO 12 -</b> VARIAÇÃO DAS PLAQUETAS ENTRE O INÍCIO E O FIM DO PROGRAMA.....	56
<b>GRÁFICO 13-A:</b> VARIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	57
<b>GRÁFICO 14-A:</b> VARIAÇÃO DA PRESSÃO DE PULSO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO;14 B: VARIAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	57
<b>GRÁFICO 15 -</b> VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE RISCO CARDIOVASCULAR NO INÍCIO E NO FIM AO LONGO DO TEMPO.....	58

<b>GRÁFICO 16-A:</b> VARIAÇÃO DA PRESSÃO SISTÓLICA DO MEMBRO SUPERIOR DIREITO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DA PRESSÃO SISTÓLICA DO MEMBRO SUPERIOR ESQUERDO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	59
<b>GRÁFICO 17- A:</b> VARIAÇÃO DAS PRESSÃO SISTÓLICA DO MEMBRO INFERIOR DIREITO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DAS PRESSÃO SISTÓLICA DO MEMBRO INFERIOR ESQUERDO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	60
<b>GRÁFICO 18 - A:</b> VARIAÇÃO DO ÍNDICE TORNOZELO BRAÇO DIREITO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DO ÍNDICE TORNOZELO BRAÇO ESQUERDO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	60
<b>GRÁFICO 19 -</b> VARIAÇÃO DA ESPESSURA INTIMA MÉDIA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	61
<b>GRÁFICO 20- A:</b> VARIAÇÃO DO DIÂMETRO SISTÓLICO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DO DIÂMETRO DIASTÓLICOS DA ARTÉRIA CARÓTIDA COMUM NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	62
<b>GRÁFICO 21 -</b> VARIAÇÃO DA DIFERENÇA ENTRE DIÂMETRO SISTÓLICO E DIASTÓLICO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	62
<b>GRÁFICO 22-A:</b> VARIAÇÃO DA RIGIDEZ ARTERIAL NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DA COMPLIANCE ARTERIAL NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	63
<b>GRÁFICO 23-A:</b> VARIAÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA CAROTÍDEA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO, B: VARIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA VELOCIDADE MÍNIMA CAROTÍDEA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	64
<b>GRÁFICO 24 - A:</b> VARIAÇÃO DAS MÉDIAS DAS VELOCIDADES MÁXIMAS NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO, B: VARIAÇÃO DAS MÉDIAS DAS VELOCIDADES MÉDIAS NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	64
<b>GRÁFICO 25 - A:</b> VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE RESISTÊNCIA NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO; B: VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE PULSATILIDADE NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	65
<b>GRÁFICO 26- A:</b> VARIAÇÃO DO VOLUME DE FLUXO NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO, B: VARIAÇÃO DO DIÂMETRO DA ACC NO INÍCIO NO MEIO E NO FIM DO ESTUDO.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - ECODOPPLER BI-DIMENSIONAL DA ARTÉRIA CARÓTIDA COMUM NUM PLANO LONGITUDINAL. ....	38
FIGURA 2 - VARIÁVEIS VELOCIMÉTRICAS DA ARTÉRIA CARÓTIDA COMUM, RECORRENDO AO DOPPLER PULSADO. ....	39
FIGURA 3: PATOLOGIAS DA POPULAÇÃO EM ESTUDO .....	44
FIGURA 4. CONSUMO DE MEDICAÇÃO NA POPULAÇÃO EM ESTUDO.....	44



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACSM - American College of Sports Medicine

AHA - American Heart Association

ANCOVA – Análise das covariância

ANOVA – Análise da variância

AVC - Acidente Vascular Cerebral

C- HDL – Colesterol - High-Density Lipoprotein

C-LDL – Colesterol - Low Density Lipoprotein

CT – Colesterol Total

DAC – Doença Arterial Coronária

DAP – Doença Arterial Periférica

DCV - Doenças Cardiovasculares

DGS – Direção Geral de Saúde

EIM – Espessura Intima Média

EU - European Union

FC – Frequência Cardíaca

HbA1c – Hemoglobina Glicada

HTA – Hipertensão Arterial

IA – Índice Aterogénico

IMC – Índice Massa Corporal

IP – Índice de Pulsatilidade

IR - Índice de Resistência

IRCV – Índice de Risco Cardiovascular

ITB – Índice Tornozelo Braço

OMS - Organização Mundial de Saúde

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAS – Pressão Arterial Sistólica

PC- Perímetro da Cintura

PCR – Proteína C Reativa

PP – Pressão de Pulso

SNA – Sistema Nervoso Autônomo

TG – Triglicerídeos

T1 – Tempo início do estudo

T2- Tempo meio do estudo

T3 – Tempo fim do estudo

VPS – Velocidade Pico Sistólico

## **Capítulo I: Introdução**



## Capítulo I – Introdução

O envelhecimento, enquanto condição fisiológica, transporta em si um risco de ocorrência de várias patologias sendo o sistema cardiovascular e o sistema músculo esquelético, pontos preferenciais para o aparecimento de doença. Embora a natureza do envelhecimento como processo contínuo e inevitável implique risco calculado, este pode, e é muitas vezes agravado por um estilo de vida que propicia e promove esta condição. De facto, vidas sedentárias e maus hábitos alimentares, entre outros, contribuem de forma exponencial para o aumento da morbidade e mortalidade.

Uma vida ativa desde a juventude em paralelo com alimentação adequada pode prevenir em muito os riscos inerentes ao envelhecimento. Porém, a prática de exercício físico nos idosos é um tema controverso e que suscita a nossa atenção.

Uma das questões que se pode colocar é se o exercício físico em idade avançada pode ter benefícios na diminuição da mortalidade e morbidade, reduzindo os fatores de risco, nomeadamente a nível cardiovascular e, desta forma, aumentar o estado de saúde (no conceito da OMS) e a real esperança de vida.

O número de trabalhos de investigação nesta temática tem vindo a crescer dada a importância do envelhecimento das populações e dos crescentes riscos associados a estilos de vida sedentária. O exercício físico surge então como uma alternativa não farmacológica mas que convém analisar com cuidado já que, este também envolve riscos e deve ser adequado de forma o mais personalizada possível.

O risco cardiovascular vai aumentando com a idade, as mulheres agravam esse risco a partir da fase pós-menopausa por drástica diminuição da produção de hormonas com carácter protetor do sistema cardiovascular. Por esta razão, faz todo o sentido que se faça uma intervenção a este nível no sentido de diminuir o risco cardiovascular. Muitas têm sido as propostas de exercícios físicos que possam cumprir essa função. Não obstante, a literatura é contraditória o que abre espaço a mais investigação na área.

As doenças cardiovasculares representam um problema para os Sistemas Médicos de Saúde, sendo responsáveis não só por uma grande parte dos custos em saúde, mas também pela prevalência elevada de indivíduos afetados, nomeadamente após os 50 anos de idade. Os diferentes tipos de patologias cardiovasculares são também responsáveis pela elevada taxa de mortalidade e morbidade, na grande maioria dos países desenvolvidos (Moran

et al. 2014). As doenças cardiovasculares são uma das principais causas de mortalidade no mundo ocidental e são responsáveis por mais de 17,3 milhões de mortes por ano (OMS, 2008). Estimativas preveem que entre os anos 2000 e 2050, a população mundial acima de 60 anos duplique de 11% para 22%. É esperado que o número absoluto de pessoas com mais de 60 anos tenha um aumento de 605 milhões para dois bilhões durante o mesmo período (OMS, 2014). A tendência de incremento da população idosa deve-se à melhoria das condições de vida, alimentação, melhoria no controle e diagnóstico das doenças crônicas degenerativas, cardíacas, diabetes e obesidade. O controle destas doenças deve-se também à aplicação de estratégias voltadas para a prevenção primária e secundária, que se têm mostrado mais eficazes e possuem uma melhor relação custo-benefício (Perk et al. 2012).

O termo idoso é, geralmente, utilizado para nomear indivíduos com idade superior a 65 anos, não havendo terminologia específica para caracterizar os indivíduos com idade entre os 50 e os 64 anos com limitações físicas ou clínicas significativas que afetem o movimento e a atividade física, apresentando um diversificado espectro de idades e de capacidades fisiológicas.

São muitas as evidências científicas que indicam o exercício físico aeróbico regular na prevenção da ocorrência de complicações cardiovasculares bem como na redução da mortalidade, morbidade e de outras doenças crônicas degenerativas (Araujo 2015). Por estas razões a *American College of Sports Medicine* (ACSM), *American Heart Association* (AHA), *European Union* (EU), *World Health Organization* (WHO) entre outras organizações, propõem programas de prática de atividade física regular que contemplem exercício aeróbico, de fortalecimento muscular, flexibilidade e de equilíbrio no sentido de alcançar um adequado estado de saúde.

A recomendação da prática de atividade física para idosos é semelhante à aconselhada para jovens adultos, possuindo diferenças que devem ser tidas em consideração. São caso destas, a intensidade do exercício assim como a aptidão física e aeróbia do idoso. Salientam-se as atividades que promovam ou aumentem a flexibilidade e equilíbrio sempre com o objetivo máximo de minimizar o risco de quedas. Além disso, recomenda-se que, os idosos devem possuir um plano de atividades para a realização de atividade física que integre recomendações preventivas e terapêuticas, contrariando comportamentos sedentários culminando numa melhoria na gestão de riscos (Nelson et al. 2007).

Dados de 2012 indicam que a mortalidade em Portugal, por doenças cardiovasculares, foi de 30,4% com maior incidência nas mulheres (34,7%) do que nos homens (26,3%) em todas as idades (Rocha e Nogueira, 2015). A maior incidência de mortalidade nas mulheres justifica-se pela maior ocorrência de doenças cerebrovasculares (14,4%) e outras doenças cardiovasculares (14,1%), ao passo que nos homens verifica-se maior incidência da doença isquémica do coração (INE, 2014).

### **Complicações Cardiovasculares**

As doenças cardiovasculares (DCV) incluem complicações cardíacas, vasculares e cerebrais. Estas podem dividir-se nos seguintes grupos: DCV de origem aterosclerótica como é exemplo a doença cardíaca isquémica ou doença arterial coronária; a doença cerebrovascular e as doenças da aorta ou de outras artérias mais distais. O segundo grupo de DCV são as patologias cardíacas congénitas, cardiopatia reumática, cardiomiopatias e arritmias cardíacas.

As DCV e os seus fatores de risco são os principais contribuintes para a morbilidade e mortalidade global. As alterações precoces que conduzem à aterosclerose, desenvolvem-se desde a infância e adolescência devido ao efeito global de comportamentos e fatores de risco (OMS, 2010). Os fatores de risco podem ser herdados (genéticos) ou adquiridos merecendo estes últimos especial atenção, já que existem estratégias para os prevenir. É possível incluir nos fatores de risco adquiridos a diabetes, inatividade física, obesidade, tabagismo, dieta pouco saudável, consumo de álcool, hipertensão, dislipidemias, pobreza, baixa escolaridade, idade avançada, predisposição genética e fatores psicológicos.

### **Aterosclerose**

A aterosclerose é uma doença que se caracteriza por um processo inflamatório que afeta vasos sanguíneos de médio e grande calibre, em todo o sistema cardiovascular (OMS, 2011). Quando o revestimento (endotélio) dos vasos sanguíneos está exposto a níveis elevados de colesterol de lipoproteína de baixa densidade (C-LDL) e de outras substâncias, tais como os radicais livres, o endotélio torna-se permeável aos linfócitos e monócitos. A conjugação destes acontecimentos poderá resultar na migração destas células para camadas profundas da parede do vaso sanguíneo. Nesta fase, várias reações ocorrem atraindo partículas de C-LDL para o local. Estas partículas são engolidas pelos monócitos, que são então transformadas em células espumosas derivadas de macrófagos.

Ocorre então a migração de células de músculo liso. Na tentativa de o endotélio reverter o presente processo inflamatório, é formada uma capsula fibrosa constituída por músculo liso e colagénio. Ao mesmo tempo, os macrófagos e monócitos envolvidos na reação inicial morrem, resultando na formação de um núcleo necrótico coberto por capa fibrosa.

Estas lesões (placas de ateroma) poderão agravar-se com acumulação de células e lípidos, promovendo um aumento da espessura da parede do vaso (derivado do processo de remodelação e promovido pelo tecido elástico). Quando o processo progride ocorre um estreitamento da camada fibrosa acompanhada de fissuras da superfície endotelial. A elevada ocorrência de fissuras, poderá originar rutura total da placa, apesar de existir um mecanismo de homeostase que equilibra os processos de rutura e de reparação. Quando deixa de existir equilíbrio entre ambos os processos e ocorre a rutura da placa, são libertados para o lúmen do vaso, fragmentos de lípidos e os detritos celulares. Desta forma, o vaso fica exposto a agentes trombogénicos na superfície endotelial originando um trombo. Se o trombo é suficientemente grande e bloqueia uma coronária ou um vaso sanguíneo cerebral, isto resulta respetivamente num enfarte cardíaco ou acidente vascular cerebral (AVC) (Davis 2005).

### **Diabetes**

Em 2008, a diabetes foi responsável por 1,3 milhões de mortes. A magnitude da diabetes e de outras anormalidades de tolerância à glicose seria consideravelmente maior do que a estimativa acima, se as categorias de "jejum" e "diminuição da tolerância à glucose" fossem incluídos. Em 2008, a prevalência global da diabetes estimada foi 10% na população mundial (OMS, 2010).

A diabetes é definida como tendo um valor da glicémia de jejum  $\geq 7,0 \text{ mmol.l}^{-1}$  ( $126 \text{ mg.dl}^{-1}$ ). Uma diminuição da tolerância à glucose e valores aumentados de glicémia em jejum são sinais de risco para o desenvolvimento futuro de diabetes e doenças cardiovasculares (OMS, 2007).

### **Sedentarismo**

O sedentarismo é apontado como um fator de risco para doenças crónico-degenerativas, principalmente as doenças cardiovasculares. Desta forma é necessário perceber o conceito atual de sedentarismo. A noção de sedentarismo traduz-se na incapacidade de se movimentar durante vários e longos períodos do dia, sendo este o tipo de sedentarismo que está associado aos indivíduos mais idosos. No entanto, é importante

distinguir as várias categorias de sedentarismo e contextualiza-las. Assim, podemos falar em comportamento sedentário que se caracteriza pela proporção de tempo diário despendido em atividades que não aumentam substancialmente o consumo de calorias, como são exemplo ver televisão, permanecer sentado ao computador (típico das gerações mais novas), ou o tempo sedentário no trabalho ou em casa (mais frequente em idades avançadas). Podemos distinguir também o indivíduo inativo sendo aquele que não cumpre as recomendações atuais de atividade física (Pate et al. 2008).

Uma meta análise recente sobre sedentarismo concluiu que a grande quantidade de tempo despendido em atividades sedentárias está associada a uma elevada mortalidade e que cada hora de tempo sedentário por dia está associado a um aumento de 2% no risco de morte. Desta forma importa referir que a atividade física parece atenuar esse risco, sendo assim um fator de proteção cardiovascular (Chau et al. 2013).

Como consequência do estilo de vida sedentário, as pessoas têm cada vez menos vontade e estímulo para a prática de exercício físico. Por esta razão é importante reverter este processo e reservar parte do dia para a prática de atividade física, ocorrendo desta forma incremento do metabolismo e respetivo dispêndio energético. Desta forma proporcionam-se diferentes benefícios para a saúde, procurando igualmente evitar o sedentarismo e a evolução das doenças degenerativas e cardiovasculares.

### **Envelhecimento**

O envelhecimento é um processo multidimensional, multidirecional e individual. Caracteriza-se por ser um processo dinâmico, contínuo, progressivo, inevitável. Com o envelhecimento, ocorrem várias alterações biológicas no organismo humano que são consideradas inevitáveis e fisiológicas. Algumas dessas alterações fisiológicas são as cardiovasculares, respiratórias, neurológicas e músculo-esqueléticas. Estas alterações induzem alterações do estilo de vida e, por sua vez, a incapacidade de realizar tarefas quotidianas, colmatando na redução da qualidade de vida. Destas alterações resulta igualmente uma redução da prática de atividade física.

No entanto, este conceito não é unânime existindo estudos que contrariam o acima indicado. A manutenção de um estilo de vida sedentário contribui acentuadamente para o envelhecimento e para todas as alterações nele implícito.

O envelhecimento biológico não pode ser impedido pela atividade física independentemente da quantidade e do tipo. No entanto, há evidências de que o exercício regular pode minimizar ou atenuar os efeitos fisiológicos e patológicos do estilo de vida

sedentário, resultando na promoção da longevidade e qualidade de vida ativa, limitando o desenvolvimento e progressão das doenças crônicas e incapacitantes (W. J. Chodzko-Zajko et al. 2009)(Chang-Chien et al. 1978).

A diminuição da mortalidade tem sido atribuída à diminuição das taxas de incidência e/ou à melhoria da sobrevida, após intervenções de prevenção e tratamento cardiovascular. Em todas as populações ocorreu uma diminuição da mortalidade por doença cardíaca coronária. Esta redução deve-se à diminuição do risco cardiovascular em 75% e 66% em homens e mulheres, respetivamente, sendo a restante percentagem atribuída ao acesso a melhores cuidados de saúde. Estas alterações resultaram na melhoria da sobrevida nas primeiras quatro semanas após intervenção cirúrgica. Na situação do acidente vascular cerebral, cerca de um terço das alterações em populações com mortalidade em declínio foi atribuído à redução da incidência dos eventos e 66% atribuído à melhoria da sobrevivência (OMS, 2011). Uma meta análise de estudos em mulheres demonstrou que é possível associar a atividade física à redução do risco de doença cardiovascular global, doença cardíaca coronária e AVC de uma forma dose-resposta. As mulheres inativas são as que mais beneficiam com realização de atividade física (como por exemplo, caminhar uma hora por semana ou possivelmente menos). Simultaneamente, caso adicionem atividade física suplementar, ocorre redução significativa do risco cardiovascular (Oguma & Shinoda-Tagawa 2004).

Embora a atividade física regular contribua positivamente para a saúde, a inatividade tende a aumentar progressivamente com a idade (Morss et al. 2004). Esta é considerada o quarto fator de risco de mortalidade a nível mundial (Oja, Bull, Fogelholm, e Martin, 2010). Em 2011, segundo a OMS, 31% dos adultos foram considerados fisicamente inativos.

A inatividade física em mulheres no período pós-menopausa contribui para um incremento dos fatores de risco aterogénicos associados, como são exemplo: aumento da pressão arterial (com prevalência da pressão arterial sistólica), agravamento do perfil lipídico, progressivo aumento da massa corporal, acumulação de gordura central (deposição excessiva de gordura intra-abdominal visceral), hiperinsulinémia e síndrome metabólica associada (Morss et al. 2004).

Os efeitos da atividade física sobre a saúde das mulheres estão a atrair o foco de atenção dos investigadores. Esta atenção resulta de ensaios clínicos recentes que têm demonstrado que a terapia de reposição hormonal, amplamente utilizado em mulheres na pós-menopausa, origina um risco elevado na DCV, com principal foco na doença

coronária, carcinoma da mama e AVC ( Nelson, Humphrey, Nygren, Teutsch e Allan, 2002).

Contrariando o descrito anteriormente, estudos observacionais em finais dos anos 90, sugeriram fortemente que a terapia de reposição hormonal (TRH) possuía benefícios para a redução de eventos cardiovasculares em mulheres pós-menopáusicas. Uma recente revisão sistemática, composta por dez ensaios controlados por placebo, publicada na última década, anunciou a avaliação dos efeitos da TRH na prevenção primária e secundária da doença cardiovascular em mulheres pós-menopáusicas. Esta não demonstrou efeito protetor para qualquer um dos parâmetros cardiovasculares avaliados. Adicionalmente, foram observados riscos elevados de eventos tromboembólicos venosos, embolia pulmonar e AVC quando comparados com o grupo controlo placebo.

A TRH em mulheres pós-menopáusicas (com ou sem doença cardiovascular), não deve ser recomendada por uma razão bastante válida e concreta: a literatura existente não é unânime nos resultados da TRH, existindo diferentes e variadas opiniões, assim como vantagens e desvantagens relativas à prevenção das doenças cardiovasculares. Desta forma, o uso de TRH para fins preventivos de eventos tromboembólicos venosos deve ser desencorajado (Hamerlynck, Middeldorp e Scholten, 2006).

### **1.1. Atividade física no idoso**

Recomenda-se que os idosos participem em atividades sociais e produtivas, que mantenham uma boa função física e cognitiva para tentar atrasar ou minimizar o processo fisiológico de envelhecimento, diminuindo assim a probabilidade de ficar doente tentando um envelhecimento saudável (Franchi et al. 2009).

Há também evidências que o exercício físico regular traz benefícios fisiológicos, diminuindo a possibilidade de recorrência de AVC, mas também gera benefícios emocionais para a população idosa, nomeadamente um maior nível de autoconfiança, autonomia e independência (Costa & Duarte 2002)(Acree et al. 2006).

Estes argumentos devem ser contemplados na fundamentação para motivar e estimular os idosos a iniciar ou a manter a prática de atividade física regular, bem como a criação de programas estimulantes e consistentes por parte das entidades competentes.

A prescrição de exercícios para idosos deve estar na primeira linha de prevenção e tratamento para diversas doenças crónicas, nomeadamente as doenças cardiovasculares e deve incluir exercícios aeróbicos, exercícios de fortalecimento muscular e exercícios de

flexibilidade. Estes dados são consistentes com American College of Sports Medicine: todos os adultos mais velhos devem envolver-se em atividade física regular e evitar um estilo de vida sedentário (W. J. Chodzko-Zajko et al. 2009).

A atividade física compreende qualquer movimento corporal produzido pela contração muscular que resulte num gasto energético acima do nível de repouso (Caspersen, Powell, Christenson, 1985)(W. Chodzko-Zajko et al. 2009). Embora relacionado com a atividade física, o exercício físico é um conceito menos abrangente e é definido por movimentos corporais planejados, organizados e repetidos com o objetivo de manter ou melhorar uma ou mais componentes da aptidão física e que incluem duração, intensidade, frequência e ritmo (Batista et al. 2011)(Caspersen et al. 1985). Por aptidão física entende-se a capacidade de realizar diferentes formas de atividades e exercícios e o benefício fisiológico obtido a partir da atividade física (aeróbica e não-aeróbica) sem prejuízo do equilíbrio biofísicosocial. A componente não-aeróbica compreende força/potência muscular, flexibilidade, equilíbrio e composição corporal (Araujo 2015), e a aeróbica promove o movimento dos grandes músculos, como os das pernas e braços. Exemplos desta última são a corrida, caminhadas, ciclismo, hidroginástica. A atividade aeróbica é também chamada atividade de resistência.

A atividade física aeróbica é a que beneficia preferencialmente o funcionamento do sistema cardiopulmonar, provocando um aumento do ritmo cardíaco e respiratório superior ao habitual em repouso, produzindo um efeito de adaptação ao esforço e tornando esses sistemas mais forte e mais eficazes nas suas funções.

Os outros tipos de atividade física promovem melhorias a outros níveis. Por exemplo: a atividade física de fortalecimento muscular como flexões abdominais, levantamento de pesos, subir escadas, cavar no jardim melhoram a potência e resistência dos músculos. Atividades de fortalecimento ósseo como correr, caminhar, saltar à corda permitem aos pés, pernas e braços suportar o peso dos músculos e restante organismo; atividade de alongamentos como tocar com os dedos das mãos nos pés, alongamentos laterais, exercícios de yoga permitem melhorar a flexibilidade e a capacidade de movimento completo das articulações (Bertoni et al. 2009).

A atividade física tem sido apontada como fundamental na prevenção primária, secundária e terciária da maioria das doenças crônicas e/ou degenerativas mais prevalentes na população contemporânea. No entanto, é importante ter em atenção a intensidade, a frequência a duração e o tipo de exercício (ACSM, 2014). As atividades que mais favorecem a saúde cardiovascular e o consumo calórico são aeróbias

(submáximas), gerais (envolvendo mais de metade da massa muscular) e rítmicas. São exemplos: a marcha acelerada, a corrida lenta, a bicicleta sempre a pedalar, o remo, a dança de ritmos rápidos, a hidroginástica, desde que com alguma intensidade, o aqua-jogging, as aulas aeróbias de grupo, etc. Este tipo de atividades físicas são as mais importantes do ponto de vista cardiovascular, metabólico e de controlo de peso (Silva et al. 2008).

Os métodos para quantificar a intensidade relativa da atividade física incluem a especificação da percentagem de consumo de oxigênio de reserva ( $VO_{2R}$ ), frequência cardíaca de reserva, consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), frequência cardíaca (FC), ou equivalentes metabólicos (METs). A intensidade do exercício é normalmente medido em quilocalorias (kcal) minuto de atividade ou em equivalentes metabólicos (METs), que é definido como a relação entre a taxa metabólica durante o exercício e para a taxa metabólica em repouso. Atividades de intensidade moderada, como caminhada rápida, são as que gastam 3,5 a 7 kcal por minuto ou, de forma equivalente, as que consomem 3 a 6 METs. Atividades vigorosas, como correr, consomem mais de 7 kcal por minuto ou gastam mais de 6 METs (ACSM, 2014). Achados de estudos observacionais prospectivos publicados, durante a última década, apoiam fortemente a prescrição de atividade física vigorosa, ou seja de intensidade moderada, para a prevenção de doenças cardiovasculares em mulheres sedentárias (Bassuk e Manson, 2010).

Cerca de um quarto da população idosa sofre de doenças cardiovasculares. As alterações fisiológicas e mentais que surgem com o avançar da idade podem contribuir para a inatividade física, mas o inverso também é verdade. A atividade física pode efetivamente regular e desacelerar as mudanças relacionadas com a idade, melhorando a função física e a sobrevivência por ausência de doença (Graham et al. 2007).

Um estudo recentemente mostrou que correr apenas 5 a 10 min por dia, em velocidades lentas, inferiores a 9.65 quilómetros por hora, está associado com marcada redução de risco de morte por todas as causas, incluindo doenças cardiovasculares, o que deve motivar os indivíduos saudáveis, mas sedentários a começar ou continuar a executar esta atividade de forma a obter benefícios substanciais e alcançáveis de redução do risco de mortalidade (Lee et al. 2014).

A hidroginástica apresenta algumas vantagens como atividade física para os idosos, com o aproveitamento das propriedades físicas da água é conseguir-se proporcionar um melhor rendimento físico aos idosos, além de oferecer menores riscos de lesões. (Alves et al. 2004).

## 1.2. Atividade física e Composição Corporal

Com o envelhecimento, as características antropométricas dos indivíduos tendem a alterar-se traduzindo-se num aumento da massa corporal, especialmente entre os 40 e os 60 anos de idade. Isto parece dever-se à redução da massa óssea, aumento da massa gorda e diminuição da massa livre de gordura, diminuição da taxa metabólica de repouso e diminuição da massa muscular (Chang-Chien et al. 1978).

A acumulação de gordura no organismo tende a aumentar com a idade devido aos hábitos alimentares, hereditariedade e à diminuição ou ausência de atividade física.

Segundo a ACSM (2014), está estabelecido que o excesso de gordura corporal particularmente localizada na região abdominal, está associada a fatores de risco tais como hipertensão arterial, síndrome metabólica, diabetes do tipo 2, AVC, doenças cardiovasculares e dislipidemias.

Atualmente, as medidas antropométricas são as mais utilizadas na prática clínica como fonte de informação e alerta para determinadas patologias. O Índice de Massa Corporal (IMC) tem sido frequentemente usado como instrumento para fundamentar os dados epidemiológicos relativos à obesidade, através da forte correlação com a percentagem de massa gorda, apesar de não avaliar diretamente a distribuição corporal. O IMC é um parâmetro aparentemente eficaz quando utilizado em população adulta, não sendo, contudo, aplicável em atletas de alto rendimento e crianças. Nestas categorias deverão ser utilizados métodos mais adequados ou complementares (Machann et al. 2013).

Tanto o relatório da OMS (2009) como o trabalho do grupo de especialistas da American National Heart, Lung, and Blood Institute (2017), recomendam a utilização do Perímetro da Cintura (PC) conjugado com o IMC para avaliação de fatores de risco metabólicos (M. F. Piepoli et al. 2016).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que as mulheres com PC superior a 80 cm e os homens com PC superior a 94 cm não devem aumentar a massa corporal. Recomenda mesmo a redução da massa corporal, quando o PC é superior a 88 cm nas mulheres e 102 cm nos homens. O IMC e o PC associam-se continuamente e com a mesma robustez, com o risco cardiovascular e a diabetes, por isso muitos autores defendem que a medição do IMC é geralmente suficiente na prática clínica como indicador deste risco (Collaboration 2011). Importa referir que os pilares para a redução e controlo do peso são a restrição de ingestão total de calorias e prática de exercício físico

regular. O exercício físico regular, como caminhada rápida, resulta numa redução do peso e gordura corporal em mulheres na pós-menopausa (com excesso de peso e obesas) (Irwin et al. 2003). A este propósito, Graham et al. (2007) refere ser provável que as melhorias no metabolismo da gordura central ocorram com o exercício, mesmo antes da redução da massa corporal (Graham et al. 2007).

Um estudo sobre as causas de morte específicas na população dos Estados Unidos, revelou que, um IMC superior a 30 kg.m<sup>-2</sup> estava fortemente associado à morte por complicações cardiovasculares, e também fortemente relacionado com o desenvolvimento de carcinoma. O excesso de peso e a obesidade foram associados a um elevado número de mortes em indivíduos com patologias de origem diabética e renal (Flegal et al. 2007).

A técnica de bio impedância tem dado um grande contributo na área da análise da percentagem de massa gorda individual. Esta permite avaliar de uma forma simples a composição corporal, através da passagem de uma corrente elétrica extremamente reduzida pelo corpo para compartimentar as diferentes massas corporais. A bio impedância combina, de uma forma segura, a resistência elétrica com a distância percorrida pelas ondas elétricas (Machann et al. 2013) (Hauner et al. 2008).

A atividade física regular, com recrutamento de grandes grupos musculares, tais como caminhar, correr ou nadar, produz adaptações cardiovasculares que melhoram as capacidades físicas, mas também alterações significativas músculo-esquelético. A atividade física regular também impede o desenvolvimento de doença arterial coronária (DAC) e reduz os sintomas em pacientes com doença cardiovascular estabelecida. A prática de atividade física e/ou exercício físico tem um papel importante na prevenção da doença aterosclerótica coronária, pois permite controlar, diminuir e normalizar fatores de risco na patologia coronária, como os elevados níveis de triglicédeos, Colesterol lipoproteínas de alta densidade (C-HDL) diminuído, hipertensão, intolerância à glucose, obesidade, consumo de tabaco. Este pode ainda ser um instrumento útil para o tratamento de pacientes com DAC, falência cardíaca e claudicação intermitente (Thompson 2003).

De acordo com o Centers of Disease Control dos Estados Unidos e a American College of Sports Medicine (ACSM) (1998) e a OMS (programa agita São Paulo) recomendaram 30 minutos por dia e durante 5 dias da semana de atividade física com intensidade moderada e de forma contínua ou acumulada. Posteriormente estes valores foram revistos pelo facto de apenas permitirem controlar a massa corporal. De acordo com o estabelecido, esta *guideline* não era eficaz na redução da massa corporal nem na

correção de dislipidemias (Matsudo et al. 2005). No entanto, a ACSM (2002) refere que a necessidade de praticar 60 minutos de atividade física diária, com vista à obtenção de benefícios na redução da massa corporal, pode desmotivar e afastar os indivíduos sedentários relativamente ao que estava estabelecido anteriormente.

Matsudo et al., num estudo realizado em 2005, afirmam que em indivíduos com idades entre os 40 e 60 anos, a composição corporal tem tendência a sofrer alterações, aumentando a gordura corporal, diminuindo a massa muscular e diminuindo a massa magra (Matsudo et al. 2005). A OMS (2011) recomenda o controlo da massa corporal e do perímetro da cintura, principalmente em mulheres nesta faixa etária, de forma a obter efeitos positivos no controlo do IMC.

No estudo de Irwin et al. que avaliou 173 mulheres (pós-menopausa) sedentárias entre os 50 e 75 anos, que apresentavam excesso de massa corporal ( $IMC > 25$ ) e obesidade ( $IMC > 30$ ), que viviam num meio urbano, foram submetidas a um programa de exercício físico de intensidade moderada (caminhada rápida) o resultado foi uma diminuição significativa da massa corporal e de massa gorda (MG) (Irwin et al. 2003).

No estudo de Mendonça, onde foi feita a análise comparativa dos resultados obtidos com diferentes tipos de exercício físico em mulheres, após 16 semanas de treino, as participantes que praticavam dança, hidroginástica e treino de força, revelaram um perfil antropométrico mais saudável e com menores níveis de gordura corporal, quando comparadas ao grupo sedentário, e que quanto maior era a duração do programa, maior era o benefício (Mendonça et al. 2014).

Num estudo que pretendia avaliar a influência da atividade física no perfil antropométrico concluiu-se que, a intensidade da mesma foi inversamente proporcional ao IMC e ao PC (Felipe, Munaretti, e Lima, 2009). É assim recomendado que, a prescrição de exercícios para idosos deverá incluir exercícios aeróbios, exercícios de fortalecimento muscular e exercícios de flexibilidade, uma vez que os exercícios com intensidade e carga elevadas não promovem a redução do IMC nem do PC, indo ao encontro das recomendações de prescrição do exercício da ACSM para o presente escalão etário. (W. J. Chodzko-Zajko et al. 2009).

Literatura recente afirma que, o treino contínuo com cargas externas no idoso produz resultados bastante interessantes e importantes. Desde logo reduz os níveis de insulina basal, melhorando a sua sensibilidade, reduz o Colesterol Total e C-LDL de forma individual ou conjunta, resulta também numa considerável melhoria no perfil lipídico e respetivo risco cardiovascular (Moro et al. 2017). No entanto, existe uma grande limitação

para a execução de trabalho com cargas externas nestes escalões etários. A maioria da população envelhecida possui mobilidade reduzida, complicações osteoarticulares, atrofia muscular e risco acrescido de queda. Como tal, é de todo conveniente realizar atividade física/exercício físico tenha em consideração estas advertências biológicas. A hidroginástica parece respeitar os requisitos anteriores: redução do risco de queda durante o exercício, melhoria no controlo da pressão arterial devido à pressão hidrostática da água (diminuição da resistência vascular periférica e efeito hipotensivo prolongado aos 60 minutos de prática). Importa igualmente salientar que este tipo de programas de atividade física reduz de uma forma geral a maioria dos sintomas negativos biológicos, mas também os psicológicos (forte componente social e de relacionamento), combatendo o isolamento e melhoria da qualidade de vida (Moro et al. 2017).

Vários estudos recomendam a prática de atividade física e/ou exercício físico de intensidade moderada, com vista à obtenção de benefícios para a saúde no adulto idoso (Moro et al. 2017). Mais concretamente, a prática combinada de hidroginástica e pilates resulta na redução da massa corporal e respetiva massa gorda, IMC, ganho de força, flexibilidade e capacidade aeróbia (Moro et al. 2017).

Diversos estudos, realizados nos últimos anos, afirmam que o exercício físico cumulativo traduz-se num maior número de melhorias condicionais, tais como, incremento da potência aeróbia, controlo das massas corporal e gorda, melhoria do rácio cintura/anca, da pressão arterial sistólica e diastólica, mas também na perceção de bem-estar (Matsudo et al. 2005).

A literatura sobre o efeito da atividade física na perda de peso e gordura corporal é bastante vasta e consensual mas, no entanto, pouco se sabe acerca do efeito da prática continuada de hidroginástica nas variáveis cardiovasculares, em escalões etários mais avançados. Desta forma esta acaba por ser também uma forte e importante razão do presente estudo.

### **1.3. Atividade Física e parâmetros Bioquímicos e Hematológicos**

As alterações de parâmetros bioquímicos sanguíneos, para valores prejudiciais para a saúde, são uma das consequências do sedentarismo, pelo que, programas de atividade física são fundamentais para a prevenção e tratamento de dislipidemias. As dislipidemias são caracterizadas por alterações nos níveis de lipídios circulantes com ou sem repercussão sobre o tecido vascular, geralmente associadas a manifestações clínicas

diversas. Também neste caso as evidências científicas do impacto do exercício físico moderado e de forma acumulada podem ser um incentivo à captação e fidelização de indivíduos para esta prática (Matsudo et al. 2005).

Para além dos reconhecidos efeitos da influência dos fatores endógenos na concentração dos valores dos marcadores bioquímicos e hematológicos, estes também podem ser influenciados por diversos fatores exógenos como é o caso do tipo de exercício, da sua intensidade e duração.

Indivíduos fisicamente ativos e saudáveis são suscetíveis às variações dos vários marcadores biológicos durante e após o exercício físico e, em alguns casos, estes níveis poderão até ultrapassar os limiares estabelecidos como normais incorrendo-se, por vezes, em diagnóstico incorreto. Face à importância que estas avaliações têm para a avaliação do estado de saúde, estas deverão ser realizadas 48 horas após o exercício, de forma a não serem influenciadas pela resposta aguda ao exercício físico (Sanchis-Gomar & Lippi 2014). O organismo humano responde imediatamente ao exercício, dependendo do tipo de exercício realizado. Estas respostas são chamadas respostas agudas, que ajudam o organismo a adaptar-se às necessidades imediatas e a tolerar o exercício físico.

Vários estudos demonstraram que, altas taxas de glicémia, Colesterol de Lipoproteínas de Baixa Densidade (C-LDL - Low Density Lipoprotein), triglicerídeos e reduzida taxa de Colesterol de Lipoproteínas de Alta Densidade (C-HDL - High Density Lipoprotein), são os principais fatores de risco para as Doenças Cerebrovasculares. A associação de gordura abdominal com elevados níveis de glicémia, C-LDL, triglicerídeos e reduzidos níveis de C-HDL parecem ser os fatores de risco mais importantes nas doenças cerebrovasculares, mais do que a obesidade por si só (Lima & Glaner 2006). Com efeito, o exercício de resistência, em apenas 10 semanas, origina alterações positivas nos níveis de lipoproteínas plasmáticas, sendo uma forma eficaz para modificar as lipoproteínas em populações de mulheres idosas (Fahlman, Boardley, Lambert e Flynn, 2002).

É de conhecimento geral que a prática regular e continuada de atividade física promove o aumento do C-HDL, a diminuição dos triglicerídeos e C-LDL melhorando significativamente a sensibilidade à insulina (W. J. Chodzko-Zajko et al. 2009).

A redução do colesterol total em 10% durante um período de 5 anos resulta numa diminuição de 25% da incidência da doença cardíaca isquémica. Adicionalmente, a redução do C-LDL em 40 mg.dl<sup>-1</sup> (independente do valor basal) é acompanhada de uma redução de 20% nos eventos cardiovasculares. Saliente-se que a redução de 10% no C-

LDL reduz o risco de AVC (em especial do tipo isquémicos) em mais de 15%, dados de especial relevância, dado que em Portugal, o AVC continua a ser a principal causa de morte (Silva et al. 2008).

A relação entre o colesterol total, C-LDL, C-HDL e a doença aterosclerótica assenta em bases científicas inquestionáveis e, dessa forma, foram construídas *guidelines* frequentemente atualizadas. Importa no entanto referir que, estas componentes isoladas não são conclusivas. Após o cumprimento de um jejum de 12 horas, o perfil lipídico deve incluir obrigatoriamente o doseamento do colesterol total, C-HDL e triglicéridos. Com base nestes valores é possível determinar o C-LDL e o índice aterogénico (IA) (que corresponde ao rácio CT/C-HDL). O IA tem um significado prático relevante, uma vez que os indivíduos que apresentem este rácio  $< 5$  não necessitam de tratamento farmacológico (Silva et al. 2008). O IA foi considerado o índice de maior sensibilidade para prever os eventos coronários agudos. Tratando-se de um indicador disponível e de cálculo fácil, torna-se uma excelente ferramenta de triagem para avaliar o risco cardíaco, recomenda-se que este índice seja usado como preditor de doença coronária, devendo ser utilizado para a monitorização lipídica (Nwagha et al. 2010).

A Sociedade Portuguesa de Aterosclerose, juntamente com a 4th Joint European Societies Task Force on Cardiovascular, preconizam para populações de risco acrescido, valores de CT  $\leq 4,0 \text{ mmol.L}^{-1}$  e de C-LDL  $\leq 2 \text{ mmol.L}^{-1}$  como objetivo terapêutico (SPA, 2007)(Batista et al. 2011).

No idoso, a valorização do perfil lipídico (e a eventual decisão de terapêutica) deverá ser particular e individualizada, tendo em linha de conta a idade cronológica e fisiológica. Como parâmetro de eleição, dever-se-á usar o cálculo do IA na deteção de possíveis patologias relacionadas (Silva et al. 2008).

Vários investigadores demonstraram que as mulheres de meia idade (entre os 40 e 55 anos de idade) sofrem um aumento significativo do IA, quando o IMC possui a mesma tendência (Kanthé et al. 2012).

A proteína C reativa (PCR) que é um marcador inflamatório podendo, em mulheres assintomáticas com idade menor ou igual a 60 anos, ser utilizado para avaliação do risco cardiovascular. A presença de inflamação é considerada fundamental para a patogénese da aterosclerose. Numerosos marcadores inflamatórios foram identificados como fatores de risco ou marcadores de risco para a doença cardiovascular (DCV). O biomarcador inflamatório mais estudado associado à probabilidade de contrair risco de DCV, é a PCR de alta sensibilidade. Valores de PCR elevados potenciam o desenvolvimento de outros

fatores de risco cardiovasculares, incluindo diabetes, aumento de peso e hipertensão precoce. Intervenções que melhorem os fatores de risco para as DCV, como o exercício físico, perda de peso, cessação tabágica, administração de estatinas e tratamentos anti-hipertensivos, promovem a redução da PCR (Greenland et al. 2010).

A PCR elevada representa um risco acrescido 2 a 5 vezes maior de eventos coronários. Recentemente, foi referido o impacto positivo da aptidão física na diminuição dos níveis de PCR em mulheres com idade média de 55 anos, no entanto, quando a intensidade é superior ou o tipo de exercício é diferente, o resultado que advém poderá igualmente não ser o ideal/esperado (LaMonte et al. 2002).

A hemoglobina glicada (HbA1c) resulta de uma reação não enzimática, lenta e irreversível entre a glicose que circula no sangue e os grupos amina livres existentes na hemoglobina dos eritrócitos. A HbA1c é um indicador de grande utilidade clínica, refletindo a glicemia média nas últimas 8 a 12 semanas, tendo em conta que a longevidade média dos eritrócitos é de 120 dias (DGS, 2015).

A Associação Americana de Diabetes (ADA) (2010) aprovou o uso de HbA1c para diagnosticar diabetes ( $HbA1c \geq 6.5\%$ ) e para identificar pessoas com risco acrescido de desenvolver diabetes ( $HbA1c$  de 5.7% a 6.4%).

A determinação da HbA1c para o diagnóstico de diabetes tem como vantagem a inexistência da obrigatoriedade do estado de jejum de 12h. As amostras podem ser obtidas a qualquer hora do dia, ocorrendo reduzida variabilidade biológica e acima de tudo não é alterada por fatores agudos. O ensaio está padronizado em equipamentos de diversos fabricantes onde a sua concentração prediz o desenvolvimento de complicações microvasculares da diabetes. O exame laboratorial poderá ser também um instrumento de orientação e controlo do tratamento (Sacks et al. 2011).

Numa meta análise, concluiu-se que o exercício aeróbio estruturado, treino de força ou uma combinação de ambos, durante pelo menos 12 semanas, revelou uma melhoria significativa no controlo glicémico, em pacientes diabéticos do tipo II. O exercício semanal estruturado com mais de 150 minutos por semana foi associado a maior redução da HbA1c. O treino físico estruturado reduz em maior percentagem a HbA1c do que a atividade física quotidiana. A atividade física quotidiana é benéfica apenas quando se pretende um melhor controlo dietético (Umpierre 2011).

#### **1.4. Atividade Física e Frequência Cardíaca**

O sistema cardiovascular é maioritariamente controlado pela regulação autonómica simpática e parassimpática do sistema nervoso autónomo. Este enerva o coração, com vias aferente e eferente, na forma de terminações simpáticas por todo o miocárdio e parassimpáticas no nódulo sinusal, auricular e auriculoventricular (Aubert et al. 2003).

A frequência cardíaca é controlada sob ação direta do SNA através dos seus ramos simpático e parassimpático. O equilíbrio entre os 2 ramos autonómicos permite manter um ritmo sinusal, com predominância da atividade vagal (parassimpática) em repouso. Em situação de exercício, a prevalência do ramo simpático, sobre o parassimpático é superior, ao passo que a realização de exercício em intensidades submáximas/máximas induz predominância total do ramo simpático. A influência do SNA sobre o coração é dependente de informações que surgem por intermédio dos barorreceptores, quimiorreceptores, recetores auriculares, recetores ventriculares, modificações do sistema respiratório, sistema vasomotor, sistema renina-angiotensina-aldosterona e sistema termorregulador (Mølgaard et al. 1991)

Em indivíduos mais velhos, o exercício físico aeróbio diminui a frequência cardíaca em repouso e reduz os níveis de catecolaminas plasmáticas nos homens, melhorando o desempenho do ventrículo esquerdo durante os períodos de exercício mais intensos, mas não reduz, e pode até mesmo aumentar, a atividade simpática basal (W. Chodzko-Zajko et al. 2009).

Frequências cardíacas de repouso elevadas, estão associadas a um maior risco cardiovascular. Há evidências científicas que suportam que o exercício físico regular diminui a frequência cardíaca de repouso e assim diminui o risco cardiovascular, mas, no entanto, estes estudos foram realizados com indivíduos com idade inferior a 65 anos. Um estudo recente em adultos mais velhos, concluiu que após doze meses de treino aeróbio de intensidade moderada, não ocorreu melhorias significativas na frequência cardíaca de repouso (O'Hartaigh et al. 2014).

#### **1.5. Atividade Física e Pressão Arterial**

A regulação da pressão arterial assenta em vários mecanismos que permitem adaptar as condições fisiológicas do individuo a cada situação, garantindo assim a irrigação sanguínea a todos os tecidos do organismo. Os principais mecanismos de regulação da

pressão arterial são o débito cardíaco e a resistência vascular periférica. Desta forma, a pressão arterial aumenta quando há um aumento do débito cardíaco ou da resistência vascular periférica.

Os níveis de pressão arterial sistêmica aferidos indiretamente na artéria braquial são considerados um importante fator preditivo para risco cardiovascular (Mancia et al. 2013).

Com o envelhecimento, verifica-se um progressivo aumento dos níveis de pressão arterial sistólica (PAS) até à oitava/nona década de vida. Já a pressão arterial diastólica (PAD) aumenta até à quinta década e depois tende a manter-se ou a diminuir. O comportamento das duas componentes da pressão arterial faz com que a Pressão de Pulso (PP) aumente sensivelmente a partir da quinta década de vida (Roman et al. 2007)(Franklin et al. 2009).

A PP tem sido apontada como preditor independente do risco de doença coronária, em indivíduos saudáveis, diabéticos e em idosos (Roman et al. 2007), constituindo, nestes últimos uma alternativa à medição da rigidez das artérias elásticas centrais na presença de um débito cardíaco e frequência cardíaca constante ( Franklin, 2010).

O tratamento farmacológico para hipertensão arterial (HTA) é eficaz na redução da pressão arterial assim como morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares e renais. No entanto, a terapia farmacológica continuada pode ter efeitos adversos e exige um acompanhamento médico contínuo. Um estilo de vida ativo é o principal indutor da redução significativa da pressão arterial (Frisoli et al. 2011).

A redução da pressão arterial associada à prática de exercício físico tem sido amplamente comprovada. Os estudos mostram que a redução da pressão arterial, relacionada com o exercício, atinge um plateau a partir do qual a continuidade do exercício só é benéfica para a manutenção dos valores.

A prática de atividade física moderada pode ter um efeito positivo significativo na pressão arterial (Frisoli et al. 2011), diminuindo o risco de complicações cardiovasculares (Mancia et al. 2013).

## **1.6. Atividade Física e Pressões Arteriais Periféricas**

A doença arterial periférica (DAP) é uma patologia prevalente, afetando cerca de 8 a 12 milhões de Americanos e cerca de 6% da população portuguesa (Menezes et al. 2009), a sua prevalência aumenta com o avançar da idade. É importante diagnosticar a doença

arterial periférica, não só pelo seu impacto que causa sobre os membros superiores e inferiores, mas também porque, frequentemente, está associada à ocorrência de doença aterosclerótica, em diferentes tecidos vasculares. O diagnóstico é feito maioritariamente pela clínica, quando os doentes apresentam sintomas, embora também possa estar presente em doentes assintomáticos. Para o diagnóstico de DAP, poderão ser necessárias as seguintes avaliações: exame físico, o cálculo do índice tornozelo-braço (ITB), ultrassonografia vascular, angiografia com contraste e angiografia por ressonância magnética (Federman e Kravetz, 2007), sendo a angiografia considerado o exame “padrão de ouro” para o diagnóstico de DAP.

Ao nível capilar ocorre uma extração mais eficaz de oxigénio do sangue para os tecidos e aumento da diferença arteriovenosa de oxigénio (Couto et al., 2004). Desta forma, torna-se importante fazer a avaliação do ITB, tanto na presença como na ausência de atividade física, como instrumento de diagnóstico precoce de DAP.

O ITB pode ser utilizado para fornecer informação acrescida, além de scores de risco na previsão de futuros eventos cardiovasculares (Aboyans et al. 2012). É um teste de diagnóstico simples e barato e pode ser substituído por outros testes não-invasivos na prática clínica (Dachun Xu et al. 2010).

Os estudos de Resnick et al. (2004) demonstraram que os indivíduos com  $ITB < 0,90$  tinham um aumento da mortalidade total de 69% e um risco de mortalidade cardiovascular 2,5 vezes superior. Indivíduos com  $ITB > 1,4$  apresentaram um aumento da mortalidade total de 77% e duplicaram o risco de mortalidade cardiovascular. Desta forma, concluiu-se que ambos os valores devem ser considerados na estratificação de risco cardiovascular. Estes valores e estas conclusões contribuíram para a apresentação da “Scientific Statement From the American Heart Association (AHA)” (Aboyans et al. 2012).

A forte associação entre DAP e doença cardiovascular, implica a recomendação do uso do ITB para a triagem de pacientes de alto risco, no contexto dos cuidados de saúde primários. Demonstrou-se também que o cálculo do ITB é altamente sensível e específico para o diagnóstico de DAP em pacientes com estenose significativa.

Para os indivíduos que sofrem de DAP, a atividade física adequada na forma de exercício supervisionado, pode ser considerada como uma terapia de primeira linha para a DAP (Schiattarella et al. 2014).

Os estudos de Garg et al. (2009) revelaram que níveis superiores de atividade física na vida quotidiana estão associados a um menor declínio funcional em pessoas com DAP. Estes resultados podem ser particularmente importantes para o elevado número de

peessoas com suspeita ou probabilidade de adquirir DAP e que não tem acesso a programas de exercícios supervisionados e regulamentados (Garg et al. 2009).

A avaliação do ITB, como avaliação das pressões sistólicas dos membros superiores e inferiores, tem especial interesse, não só no diagnóstico de DAP mas também como indicador precoce de alterações de pressões distais, o que poderá permitir uma intervenção primária mais rápida e eficaz, contribuindo para a redução do risco de ocorrência de patologias.

### **1.7. Atividade Física e Comportamento da Artéria Carótida Comum**

As progressivas alterações da parede arterial carotídea precedem eventos cardiovasculares que se repercutem no diagnóstico de doença aterosclerótica. As primeiras alterações da estrutura da parede arterial podem ser identificadas muito precocemente recorrendo à ultrassonografia modo bidimensional (modo-B), devido à sua alta resolução, simplicidade de interpretação para além de ser uma técnica não invasiva.

Diversos estudos indicam que até à quinta década de vida as mulheres apresentam melhor distensibilidade arterial, ao contrário dos homens que apresentam uma maior progressão do aumento da rigidez arterial. Os fatores hormonais têm sido apontados como causa para a existência desta diferença, que está em concordância com o facto no período pós menopausa estas diferenças, entre homens e mulheres, diminuem (Conte et al. 2015).

A ultrassonografia modo-B tem sido utilizada em vários estudos para monitorizar a evolução da espessura da íntima-média (EIM) carotídea. A variação da EIM tem sido associada à presença ou não de fatores de risco cardiovascular e à incidência de doenças cardiovasculares (Touboul et al. 2006).

A rigidez arterial é um dos principais determinantes da PAS e da PP e tem sido apontada como um preditor de risco independente para a mortalidade e morbilidade cardiovascular. O enrijecimento arterial pode ser derivado de fatores genéticos ou adquiridos, tais como a HTA, diabetes, tabagismo e insuficiência renal, resultando num envelhecimento arterial acelerado.

Com o envelhecimento, as artérias perdem a elasticidade aumentando assim a pressão sistólica e a velocidade do fluxo sanguíneo. Esta cascata de acontecimentos poderá originar um fluxo sanguíneo turbulento e respetivas placas de ateroma, e por sua vez obstrução ou oclusão do vaso.

As propriedades viscoelásticas das artérias podem ser avaliadas principalmente pelas medidas de rigidez, complacência e distensibilidade arterial. O índice de rigidez arterial ( $\beta$  stiffness) representa as propriedades mecânicas da parede arterial e é calculada a partir da relação entre a pressão sanguínea sistêmica e o diâmetro da artéria. A presença de rigidez arterial é cada vez mais frequente na população e poderá ser associada a riscos de eventos cardiovasculares, demência e morte. A redução da complacência arterial central altera a pressão e a dinâmica do fluxo arterial conduzindo a sobrecarga cardíaca que poderá induzir alterações da perfusão coronária com aumento da propensão para ocorrência de enfarte do miocárdio (Zieman et al. 2005).

O conhecimento dos mecanismos subjacentes ao aumento da rigidez arterial ajudará no tratamento terapêutico específico para hipertensos, uma vez que os fármacos disponíveis ficam aquém do efeito desejado. A redução da rigidez arterial nos grandes vasos terá provavelmente um impacto significativo na morbidade e mortalidade de adultos mais velhos, diabéticos e em doentes renais crônicos melhorando desta forma a qualidade de vida destas populações (Zieman et al. 2005).

A redução da complacência das artérias centrais é, só por si, um fator de risco para o desenvolvimento de doença cardiovascular com o avançar da idade. O exercício aeróbio regular tem sido apontado como moderador das reduções da complacência arterial central em classes etárias mais avançadas, mas também em indivíduos sedentários. Estes mecanismos de modulação da rigidez arterial pelo exercício físico parece estar na base da diminuição do risco de doença cardiovascular nestas populações (Tanaka et al. 2000).

A EIM é considerada um marcador não invasivo na predição de eventos vasculares em indivíduos com idade superior a 45 anos (Lorenz et al. 2006). Além disso, é cada vez mais utilizado na estratificação do risco cardiovascular, prevendo mesmo, o risco futuro de eventos vasculares (Lorenz et al. 2007; Touboul et al. 2006).

A EIM é facilmente analisada na artéria carótida com recurso a ultrassonografia modo-B. Esta técnica, não invasiva, de ultrassonografia pode também ser utilizada para monitorizar a progressão da aterosclerose quer em situações normais, quer em situações de resposta ao tratamento. A sua utilização é considerada um “*gold standard*” tendo a American Heart Association recomendado este método para avaliação do risco cardiovascular (Bjällmark et al. 2010), mas, no entanto, há o reconhecimento universal da necessidade de criar um protocolo padronizado para facilitar a comparação de resultados. A EIM é um fator preditivo tão forte de doença coronária e doença cerebrovascular como os tradicionais fatores de risco combinados (O’Leary e Polak, 2002). A EIM, mesmo sem

placa aterosclerótica, continua a ser um importante indicador de risco elevado para a ocorrência de complicações cardiovasculares fornecendo informação acerca de predisposição para formação de placa aterosclerótica (Touboul et al. 2012).

Segundo Lorenz et al, a espessura normal máxima do complexo intima-média da artéria carótida antes da bifurcação, é de 0,40 mm a 0,89 mm. Valores entre 0,9 mm a 1,40 mm correspondem a espessamento e acima de 1,4 mm considera-se existir placa (Lorenz et al., 2006); (Touboul et al. 2006).

Estudos em grandes populações demonstraram que existe uma correlação estatisticamente significativa entre a redução da EIM e a redução de risco cerebrovasculares (Touboul et al. 2006)(Menezes et al. 2009).

Estudos recentes realizados também com grande número de sujeitos afirmam que a EIM aumentada em ambas as carótidas foi considerada um forte preditor para identificar eventos cerebrovasculares. Este fenótipo mostrou ter potencial para a previsão de AVC entre indivíduos existindo uma prevalência de 64% nas mulheres e 44% nos homens (Eigenbrodt et al. 2013).

No estudo de Rotterdam (Lorenz et al. 2006) verificou-se que para um aumento (médio de 0,163 mm) da EIM da carótida comum, o *odd ratio* para AVC (ajustado para idade e sexo) foi de 1,41 (1,25-1,82).

Numa meta-análise recente conclui-se que para uma diferença absoluta de 0,1 mm na EIM da carótida, existe um risco de enfarte do miocárdio de 10% a 15% assim como risco de AVC entre 13% a 18%. O risco diminui quando se ajusta à diminuição do número de fatores de risco (Lorenz et al. 2007).

O cálculo do Índice de Risco Cardiovascular (IRCV) é um método destinado a estimar o risco cardiovascular total. Ao calcular o risco cardiovascular total, esperamos dar uma melhor estimativa do risco para o individuo mas também obter informação para uma melhor reflexão sobre as implicações dos fatores de risco cardiovascular na saúde.

Para avaliar o risco cardiovascular a equipa de saúde deve utilizar o SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation). Este risco inclui vários graus, podendo ser estratificado de muito alto (se  $\geq 10\%$ ), alto (se  $\geq 5\%$  e  $\leq 10\%$ ), moderado (se  $\geq 1\%$  e  $\leq 5\%$ ), e reduzido (se  $\leq 1\%$ ).

## **Capítulo II: Objetivos**



## Capítulo II: Objetivos

Existe um grande número de trabalhos de investigação realizados com o objetivo de clarificar o efeito do exercício físico no organismo, nomeadamente no sistema cardiovascular uma vez que as doenças cardiovasculares, são a segunda causa de morte na europa e a primeira em Portugal. Contudo, muitas questões continuam a não ter respostas unânimes, nomeadamente no que respeita a fatores que contribuem para esta doença, e de que forma se podem evitar ou tratar, o mais precocemente possível. A prática de exercício físico programado é apontada como fator que contribui para a redução da doença cardíaca, melhorando o funcionamento de todo o sistema cardiovascular. Porém, muito ainda está por esclarecer acerca dos mecanismos e fatores que são alterados através da prática de exercício físico.

A maioria dos estudos refere que, para além dos efeitos cardiovasculares, o exercício físico provoca também um efeito benéfico ao nível psicológico, do equilíbrio, da mobilidade, e nos valores antropométricos e hematológicos. No entanto, muitos destes estudos apresentam resultados muito variados, porque comparam tipos de exercício de diferentes cargas, de diferentes intensidades, de diferentes durações, ficando por vezes a incerteza da positividade dos resultados. Na maioria, dos estudos disponíveis na literatura os programas de exercício são de curta duração, o que nos impeliu para o conhecimento do efeito do exercício aeróbio a longo prazo.

Sendo o envelhecimento global um processo irreversível, acrescendo ao facto de que, é nas idades mais avançadas que normalmente as alterações cardiovasculares e metabólicas mais se manifestam, decidimos investigar o efeito da atividade física aeróbia numa população idosa. Por esta razão homogeneizamos a amostra quanto ao género, selecionando por isso apenas mulheres.

### 2. Objetivo Geral

Tendo em conta o até aqui exposto foi objetivo deste trabalho avaliar se o exercício físico aeróbio continuado (10 meses) e voluntário reverte ou cessa o envelhecimento vascular, em mulheres com idades superiores a 50 anos.

## **2.1. Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, pretendemos acompanhar as alterações estruturais e funcionais das artérias, normalmente associadas ao envelhecimento, avaliando o comportamento vascular periférico, a complacência arterial, o espessamento do complexo intima-média, a rigidez arterial e as características velocimétricas, nas carótidas no curso do programa de exercício físico. Assim, pretendeu-se:

1. Utilizar um programa de exercício físico de entre os mais prescritos pela medicina para mulheres pós-menopausa (hidroginástica);
2. Acompanhar, durante o exercício físico, as alterações estruturais e funcionais a nível arterial;
3. Avaliar o comportamento vascular periférico (complacência arterial);
4. Avaliar e quantificar o espessamento do complexo intima-média a nível da artéria carótida
5. Avaliar a rigidez e características velocimétricas da artéria carótida.

## **Capítulo III: Metodología**



## Capítulo III: Metodologia

Este foi um estudo longitudinal de seguimento prospetivo que teve a duração de um ano. Foram recrutadas mulheres com idade superior a 50 anos que estavam a iniciar um programa de hidroginástica com características específicas, denominado “A Menina Nada”. O programa foi promovido pela Camara Municipal de Coimbra, nas piscinas municipais de Coimbra e destinava-se a indivíduos com idade superior a 50 anos, de ambos os géneros.

Para a realização deste estudo, para efeitos de normalização e controlo do espaço de pesquisa (mesma temperatura da água e mesma Monitora de Educação Física) e por questões de proximidade entre as instituições envolvidas na colheita dos dados, foi escolhida a piscina Luis Lopes da Conceição em S. Martinho do Bispo, evitando-se deslocações mais longas às participantes.

Este estudo foi apresentado à FCDEF-UC e posteriormente aprovado pela comissão de ética.

### 3.1. Seleção e avaliação da amostra

Estavam inscritos neste programa 247 participantes, maioritariamente do género feminino e a todos foi apresentado e endereçado o convite a participarem neste estudo.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: estar inscrito no programa “a Menina Nada”; ter idade superior a 50 anos; fazer duas sessões de hidroginástica por semana com a duração aproximada de 60 min; ser voluntário para participar neste estudo; não ter feito atividade física orientada/programada nos dois meses precedentes ao início do programa. Foram excluídos do programa os participantes que apresentavam doenças crónicas graves tais como: insuficiência renal, angina de peito, doença coronária grave, arterites, história de AVC e todos os indivíduos que não cumprissem os restantes critérios de inclusão.

Como apenas três indivíduos do género masculino se voluntariaram a participar neste estudo, os investigadores decidiram excluí-los se tratar de um número demasiado pequeno e, por isso, não representativo, pelo que serviriam apenas como contaminantes da amostra.

Depois de aplicados os critérios de seleção, o estudo envolveu 37 mulheres sedentárias, saudáveis e com idade compreendida entre 50 e os 75 anos, que iniciaram

um programa de atividade física (Hidroginástica) e que se comprometeram a não alterar o modo de vida quotidiana, incluindo o tipo de alimentação e cumprir o plano de estudo proposto.

Este programa específico implicava treino de força muscular, de mobilidade articular e de resistência, que é recomendado pela ACSM (2014) para indivíduos destas idades. Escolhemos a hidroginástica por se tratar dum exercício que tem menores probabilidades de causar lesões, por ser realizado na água, tornando mais fácil a sua prática.

As componentes da aula de Hidroginástica implementadas incluíram: uma primeira fase de aquecimento (10 minutos) - dividido em aquecimento térmico, pré-alongamento e aquecimento cardiorrespiratório; uma segunda fase de condicionamento (30 minutos) – dividido em treino de resistência cardiorrespiratória, reforço muscular e treino de flexibilidade e arco de movimento; e uma terceira fase, de retorno à calma (5 minutos) – movimentos lentos de baixa intensidade e relaxamento muscular. As aulas foram ministradas por um profissional licenciado em Ciências do Desporto e Educação Física, com uma frequência mínima de duas sessões por semana de aproximadamente 60 minutos cada.

Antes da recolha de dados realizou-se uma reunião para todos os intervenientes neste estudo, na qual foram explicados os objetivos, a metodologia e os riscos envolvidos. Após o esclarecimento de todas as dúvidas foi preenchido e assinado o consentimento informado, o qual, demonstrava a vontade livre de participar no estudo.

Antes do programa de atividade física, e com o objetivo de estabelecer uma linha de base para avaliar e estratificar o risco cardiovascular, todos os indivíduos foram observados e avaliados por um médico internista (especialista dos CHUC), da qual resultou uma história clínica (anamnese). Esta pretendia avaliar a existência de patologias recentes, tipo de alimentação praticada, hábitos sociais, tabagismo, alcoolismo, tipo de atividade física quotidiana, medicação tomada e história familiar de morte súbita, bem como todos os outros parâmetros que fazem parte integrante da história clínica, incluindo o exame físico.

A amostra foi dividida em dois grupos: o grupo de Treinadas que abrangia as participantes que no ano anterior tinham participado no mesmo programa de Hidroginástica mas que estiveram paradas nos dois meses de verão (por motivo de férias ou encerramento da piscina), e o grupo de Iniciadas, que abrangia as participantes que estavam a iniciar o programa de hidroginástica pela primeira vez e, portanto, não estavam nem tinham participado em qualquer atividade física programada.

### **3.2. Plano de Estudo**

Para a obtenção dos dados utilizados neste estudo, os participantes deslocaram-se ao laboratório de Cardiopneumologia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTESC), onde foi feita a avaliação antropométrica e colheita de dados cardiovasculares; ao laboratório de análises clínicas do Hospital Geral – Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (HG - CHUC) para colheita de sangue para realização de hemograma e bioquímica e ao Laboratório de Ultrassonografia Vascular no HG-CHUC para realizar ecodoppler carotídeo e doppler periférico.

As participantes neste estudo foram avaliadas e submetidas aos exames referidos em três momentos diferentes do programa de atividade física. O primeiro momento ocorreu antes do início do respetivo programa (Setembro) e foi denominado T1; o segundo momento ocorreu cinco meses após o início do programa (T2); o terceiro momento ocorreu no décimo mês após o início do programa (T3).

Foram avaliados os parâmetros hematológicos e bioquímicas do sangue apenas em T1 e T3. Os restantes parâmetros (antropométricos, cardiovasculares, ecodoppler carotídeo, doppler periférico) foram avaliados em todos os tempos por se tratarem de avaliações não invasivas.

Para a avaliação dos parâmetros antropométricos e sanguíneos foi pedido aos participantes para se deslocarem aos respetivos laboratórios em jejum. Com a instrução de que nas 12 horas que antecediam estas avaliações não poderiam fazer exercício físico, não deveriam fumar, não deveriam ingerir bebidas alcoólicas nem café. Para um maior rigor nas medições e facilidade na obtenção dos resultados foi pedido às participantes que nos dias das colheitas vestissem roupa leve e fácil de manusear.

### **3.3. Avaliação Antropométrica**

Para a medição dos dados Antropométricos foi utilizada uma balança antropométrica da marca ONRON® modelo BCM B F500 (avaliação da composição corporal) e para a medição da estatura foi utilizado um estadiómetro portátil da marca SECA modelo 206 (precisão  $\pm 5$  mm). A estatura e a massa corporal serviram para calcular o Índice de massa corporal (IMC), utilizando a fórmula:  $\text{Massa Corporal} / (\text{Estatura})^2$  (em  $\text{Kg.m}^{-2}$ ). Foi também quantificada a composição corporal pelo método de Bioimpedância. Esta técnica permite avaliar o nível de gordura visceral; a percentagem (%) de músculo esquelético; o

índice de massa gorda (%) e do metabolismo em repouso (Kcal). A bioimpedância baseia-se num método não invasivo, caracterizado pela passagem duma corrente elétrica extremamente baixa, de 50 KHz e menos de 500 $\mu$ A, pelo corpo, para determinar a percentagem de tecidos gordos. Este método combina, de forma segura, a resistência elétrica com a distância percorrida pelas ondas elétricas. O sistema de bioimpedância funciona através dum algoritmo que tem por base a análise da água do organismo.

Para a medição destes valores, as participantes no estudo colocavam-se no sistema de bioimpedância, descalças e segurando com as duas mãos nos elétrodos das pegas, colocando seguidamente os pés sobre os elétrodos que se situam na base da balança, ficando alguns minutos em posição supina com os braços elevados horizontalmente a 90° em relação ao corpo e os cotovelos esticados horizontalmente.

Foi também medido o perímetro da cintura (cm), utilizando uma fita métrica extensível colocada no ponto intermédio entre a crista ilíaca e o bordo inferior da caixa torácica (geralmente ao nível da zona umbilical).

### **3.4. Avaliação de parâmetros sanguíneos**

Para completar a caracterização clínica das participantes decidimos incluir no estudo a avaliação de parâmetros sanguíneos que, já por si, são indicadores de risco cardiovascular. Foi, por isso, necessário fazer colheitas de sangue no início e no final do programa de atividade física. Através do hemograma obtivemos os valores de hemoglobina; hematócrito; volume globular medio; hemoglobina globular média e caracterização plaquetar. Relativamente aos parâmetros bioquímicos foram doseados: o colesterol total (CT); colesterol HDL (C-HDL);colesterol LDL (C-LDL); triglicérideos (TG); proteína C reativa (PCR) e a hemoglobina glicada (HbA1c). A HbA1c é um indicador de grande utilidade clínica, refletindo a glicemia média dos últimos dois a três meses. Valores de HbA1c superiores a 6,5% fazem diagnóstico de diabetes mellitus (DGS, 2011, American Diabetes Association, 2010).

O Índice Aterogénico (IA) foi calculado pela relação CT/C-HDL sendo que se considera o seu valor de normalidade quando este é inferior a cinco.

A colheita de sangue foi efetuada por um profissional qualificado (no laboratório de análises clínicas do HG - CHUC), utilizando as normas de segurança em vigor. As participantes estavam em jejum (nas 12 horas precedentes à colheita) tendo sido utilizada a veia cubital para a colheita de sangue venoso (segundo protocolo do serviço). O sangue

para o hemograma foi colocado no tubo de EDTAK3 e num tubo de bioquímica (sem anticoagulante), respeitando os volumes indicados para cada tubo. Os doseamentos bioquímicos foram efetuados no autoanalisador VITROS® 5600 Immunoanalyzer (Ortho-Clinical Diagnostics) recorrendo ao método enzimático-colorimétrico e imunoquímicos. O hemograma foi realizado no contador hematológico Cell Dyn Sapphire (Abbott Diagnostics Division, Santa Clara, CA). O doseamento de hemoglobina glicada foi efetuado por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) no equipamento Tosoh HLC-723 G8 (HORIBA Medical Diagnostics). Estes laboratórios são certificados pela norma ISO 9001.

### **3.5. Avaliação de parâmetros cardiovasculares**

Para a medição da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) foi utilizado um esfigmomanómetro automático digital da marca Riester e modelo Ri-ChampionN® (medição oscilométrica automática). Todas estas medidas foram efetuadas após um período de repouso de 5 minutos com as participantes sentadas e em silêncio e com temperatura controlada (22°C a 24°C). Após este período as participantes mantiveram-se sentadas confortavelmente numa cadeira com o tronco direito e braço esticado ao longo da mesa, tendo sido então colocada a braçadeira no braço direito, alinhada com a artéria braquial ao nível do coração e ajustada à circunferência do braço. Fizeram-se três medições, com um intervalo intra-medições de 1-2 minutos, para se obter uma média da pressão arterial. Foi considerada a média das três medições ou das duas mais próximas de acordo com “*Guidelines for the management of arterial hypertension*” (2013) da Sociedade Europeia de Hipertensão (ESH) e a Sociedade Europeia de Cardiologia (ESC).

As medições refletem a pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) da artéria braquial em mmHg. A pressão de pulso (PP) resulta da diferença entre a PAS e a PAD (PP=PAS-PAD). A frequência cardíaca (FC) é obtida automaticamente pelo mesmo aparelho que mede a PA e tem por unidade de medida batimentos por minuto (bpm) refletindo a frequência cardíaca média do tempo que o aparelho demora a medir a PA.

Por risco cardiovascular entende-se a probabilidade de uma pessoa desenvolver um evento cardiovascular aterosclerótico num determinado período de tempo. O cálculo do Índice de Risco Cardiovascular (IRCV) é um cálculo automático que se obtém através de um programa disponível nos centros de saúde e recomendado pela sociedade europeia de cardiologia. A estratificação deste risco pretende definir prioridades na prevenção de

patologia cardiovascular e ajudar os profissionais na decisão sobre a gestão de risco com base em medidas de estilo de vida e prescrição prioritária de fármacos. A estimativa deste risco absoluto a 10 anos é baseada em variáveis como o sexo, idade, tabagismo, pressão arterial sistólica e colesterol total (Norma nº 05/2013 de 19/03/2013 atualizada a 26/11/2013 e posteriormente a 21/01/2015).

### **3.6. Avaliação do comportamento da circulação arterial periférica**

A avaliação do comportamento da circulação arterial periférica foi realizada no laboratório de Cardiopneumologia da ESTESC. Após um período de repouso de 5 a 10 minutos em ambiente com temperatura controlada entre os 22<sup>o</sup>C e os 24<sup>o</sup>C, foram avaliadas as pressões sistólicas dos membros superiores e inferiores, o que nos permitiu calcular o Índice Tornozelo Braço (ITB). Foi utilizado um aparelho LifeDop™ 250 ABI®, Vascular System da Summit Doppler, com uma sonda bidirecional de 8MHz, que contém um sistema pletismográfico associado a um “aneroid” de medição da pressão periférica dos membros e um sistema Doppler contínuo. Foram utilizadas 4 braçadeiras (duas de 10 cm, para os membros superiores e duas de 12 cm para os membros inferiores, respeitando o tamanho da braçadeira em relação à largura dos membros. As braçadeiras dos membros superiores foram colocadas 3 a 5 cm acima do local de aquisição do sinal da artéria braquial e as dos membros inferiores foram colocadas 3 a 5 cm acima dos maléolos, permitindo assim a aquisição do sinal nas artérias pediosa e tibial posterior. A fim de melhorar o rigor deste teste, foram feitas duas medições em cada artéria calculando-se depois a média que serviu para o cálculo do índice tornozelo/braço (ITB).

Este índice é resultante do quociente da pressão sistólica do membro inferior (Tibial Posterior) sobre a maior pressão sistólica dos membros superiores. A utilização da artéria TP para o cálculo do ITB é uma recomendação das “*Guidelines da American Heart Association*”(Aboyans et al. 2012), por se tratar duma artéria que apresenta uma melhor acústica e maior facilidade de acesso.

### **3.7. Análise da morfologia e hemodinâmica das artérias carótídeas**

Para o estudo das artérias carótidas, as participantes deslocaram-se ao Laboratório de Ultrassonografia Vascular no HG-CHUC, onde foi realizada a ultrassonografia vascular, em sala climatizada a 22<sup>o</sup>C a 24<sup>o</sup>C com as participantes em decúbito dorsal. Utilizou-se

um ecógrafo da marca General Electric Medical Systems (GE®), modelo Logic S6, utilizando um transdutor linear 11L (4 a 12 MHz). Recorreu-se à técnica de Eco Doppler em modo B em tempo real e à técnica de Doppler Pulsado para o cálculo de velocidades do sangue arterial.

Todos os exames foram realizados por um técnico altamente treinado e as medições e reanálise dos dados foram interpretadas por dois técnicos independentes, sendo todos os dados gravados em suporte digital.

A escolha da Artéria Carótida Comum (ACC) justifica-se por se tratar duma artéria central, proveniente da artéria aorta e devido à alta resolução axial, sendo o seu percurso superficial e de fácil medição. As participantes foram posicionadas em decúbito dorsal, com o pescoço rodado lateralmente ( $45^0$ ), sendo obtida uma imagem da artéria carótida no plano longitudinal e no plano transversal para confirmação das medidas. Foram avaliadas as ACC bilateralmente e as medições foram feitas colocando o transdutor no pescoço, numa posição póstero-lateral nas porções bulbosas da ACC, para que se pudesse observar e medir a artéria no sentido longitudinal. A sonda foi colocada com uma inclinação de modo a maximizar os ecos refletidos entre a camada média e a adventícia de maneira a medir a EIM. A EIM é definida como a distância entre o bordo de destaque do lumen-intimal carotídeo e o bordo de destaque médio-adventício da carótida comum. Com a mesma imagem foram obtidos os diâmetros sistólicos (Ds) e diastólicos (Dd) destes vasos. O diâmetro arterial máximo ou diâmetro sistólico (Ds) corresponde ao ponto mais elevado de cada pulso em que o vaso está submetido a maior pressão. É também medido o diâmetro arterial mínimo ou diâmetro diastólico (Dd), correspondente ao ponto de menor pressão arterial a que o vaso está sujeito. Foi também avaliada a diferença entre o diâmetro sistólico e diastólico (S-D), que permite avaliar indiretamente a capacidade de distensão do vaso.

Em todas as participantes, as medições foram feitas no espaço compreendido entre os 10 e 20 mm antes da bifurcação carotídea (bulbo carotídeo). Com esta técnica conseguimos medir a EIM na parede mais distal, por ser a que apresenta melhor definição (Figura 1).



**Figura 1** - Ecodoppler bi-dimensional da Artéria Carótida Comum num plano longitudinal.

**Legenda:** O lúmen da artéria é o espaço entre a parede proximal e a distal à sonda. A parede arterial tem um padrão de dupla linha. A íntima é a linha mais interna e ecogénica (mais clara); a linha seguinte e menos ecogénica é a média e a seguinte é a adventícia. O espaço entre a linha mais interna da íntima e o início da adventícia é a espessura íntima-média (EIM). A graduação à direita na imagem, de 0 a 4, descreve a profundidade de aquisição do sinal. A distância identificada por 1 L (canto inferior esquerdo) é a distância (em centímetros) desde o Bulbo da carótida até ao local onde foram efetuadas as medidas da EIM. A medida 2 L representa a medida da EIM na parede posterior da ACC.

Para a medição das velocidades, utilizou-se a técnica de Doppler pulsado em associação com o doppler contínuo. Esta técnica permite colocar o volume da amostra no centro da ACC, captando a velocidade máxima característica dum fluxo laminar. Para uma maior exatidão no cálculo das velocidades foi fixado o ângulo de insonação em  $60^{\circ}$ , obtendo assim valores corretos e respeitando a equação de Doppler. Foi também avaliada a velocidade máxima correspondente à velocidade pico sistólico (VPS); a velocidade mínima (Vmin) correspondendo ao final da diástole; os índices de resistência (IR) ou de Porcelot, que resultam do quociente da diferença das velocidades máximas e mínimas sobre a velocidade máxima. Recorrendo ainda à análise espectral para medição das velocidades do sangue e a cálculos matemáticos, foi calculado o volume de fluxo (VF) carotídeo. Para tal, foi necessário medir o diâmetro do vaso, convertido automaticamente para área da secção do vaso, a frequência cardíaca e as velocidades do fluxo nessa secção

da artéria. Calculámos ainda o Índice de Pulsatilidade (IP) ou índice de Glosling que resulta do quociente da diferença entre a velocidade do pico sistólico e a velocidade do pico diastólico sobre a velocidade média (IP= PS-PD/velocidade média). Para o cálculo da complacência arterial (C) e o índice de rigidez arterial ( $\beta$  stiffness) foram utilizadas as seguintes fórmulas  $[(D1-D0)/D0]/[2(P1-P0)] * \pi (D0)^2$  e  $(\log P1/P0)/[(D1-D0)/D0]$ , em que D1 e D0 são o diâmetro máximo e mínimo e P1 e P0 são a pressão sistólica e pressão diastólica (Miyachi et al. 2004).



**Figura 2** - Variáveis velocimétricas da Artéria Carótida Comum, recorrendo ao Doppler Pulsado.

**Legenda:** O cursor (linha paralela ao vaso) encontra-se dentro da amostra doppler (dois traços paralelos que estão na linha do Doppler) e está alinhado com o fluxo e com ângulo de 60° relativamente à linha doppler. O espectro de velocidades permite calcular as velocidades do sangue no interior do vaso e, por cálculos matemáticos, índices e volume de fluxo. As + sinalizam o pico de velocidade máxima (CCA PS) e mínima (CCA ED). O símbolo + representa o pico sistólico e diastólico das velocidades num ciclo cardíaco. A linha que une as duas + representa a TAMAX, e a linha a azul por debaixo da linha anterior é a TAMED. Ao medirmos o diâmetro do vaso, o aparelho calcula automaticamente o volume de fluxo naquela seção (VolFlow).

### 3.8. Análise Estatística

A análise estatística foi feita com recurso aos seguintes testes estatísticos: ANOVA para medidas repetidas e MANOVA, t-Student para amostras independentes e emparelhadas. Para minimizar os erros do tipo I escolhemos um  $\alpha$  de 0.05 (significado estatístico ao nível de  $p < 0.05$ ) tendo sido considerado um intervalo de confiança de 95%. Sempre que se mostrou relevante, calculamos ainda a magnitude do efeito  $\text{Eta}^2$  ( $\epsilon^2$ ) verificando, desta forma, se existiam diferenças clinicamente significativas, ainda que pudessem não ser estatisticamente significantes. O  $\epsilon^2$  indica a magnitude das diferenças entre as médias em comparação, porque descreve a quantidade de variância total que é desprezível a partir do conhecimento dos níveis da variável independente. De acordo com Cohen (1998)  $\text{oe}^2$  tem um efeito pequeno quando está compreendido entre 0.01 (1%) e 0.06 (6%), efeito médio entre 0.06 (6%) e 0.14 (14%) e um efeito grande se  $> 0.14$  (14%). Todos os resultados estão apresentados sobre a forma de medidas repetidas de tendência central (médias) e de dispersão (desvio padrão/erro padrão).

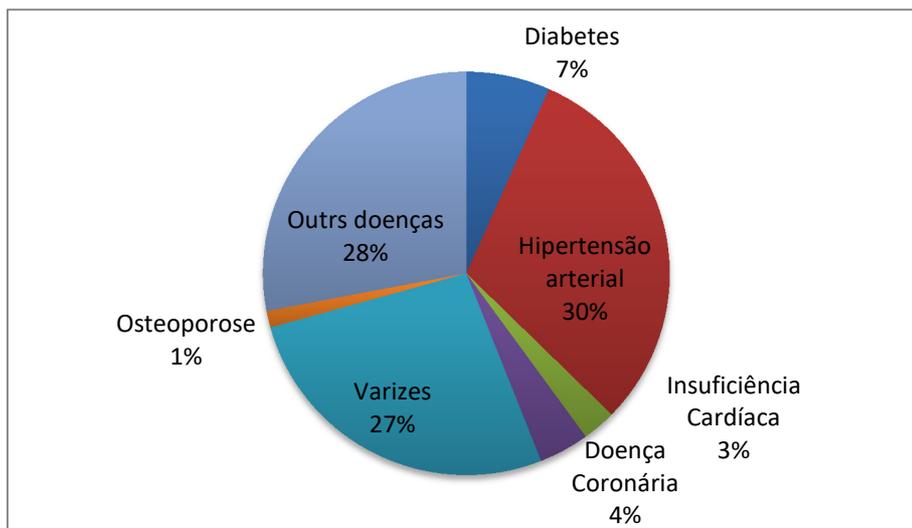
## **Capítulo IV – Resultados**



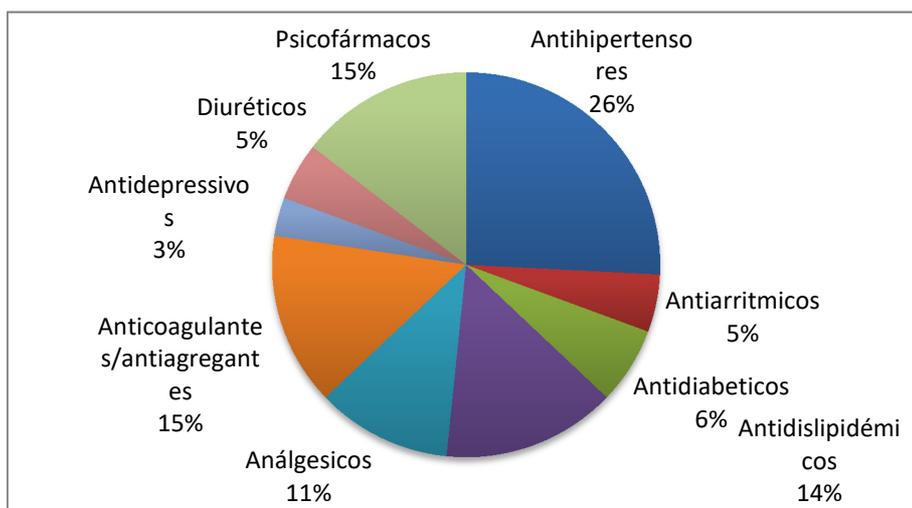
## Capítulo IV – Resultados

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, o total de mulheres que participaram neste estudo (n=37), foi dividido em dois grupos: iniciadas (n=16) e treinadas (n= 21). Lembra-se que o grupo das iniciadas é constituído pelas participantes que iniciaram pela primeira vez um programa de hidroginástica e, até aqui, apenas tinham como atividade física a vida quotidiana; o grupo das treinadas é constituído pelas mulheres que já tinham frequentado o programa no ano anterior e estavam a recomeçar após uma paragem de dois meses.

Todas as participantes tinham hábitos alimentares semelhantes, que se caracterizavam por fazer três refeições por dia, com frequência diária de sopa, peixe, carne, e fruta. A anamnese revelou que, cinco das participantes tinham valores compatíveis com diabetes, vinte e quatro relataram que tinham HTA, mas dessas apenas doze tomavam terapêutica anti-hipertensiva. A atividade física diária era semelhante em todas as intervenientes e caracterizava-se por fazer as tarefas domésticas e deslocar-se até ao mercado mais próximo da sua habitação. Nenhuma fumava, nem ingeria álcool por rotina. As participantes garantiram que durante o estudo não alteraram o seu quotidiano, de modo a garantir que o único fator influenciador fosse a prática de hidroginástica como exercício físico. Como todas as participantes no estudo tiveram uma consulta médica no Serviço de Medicina Interna dos CHUC, todas foram consideradas aptas para a prática da hidroginástica. Nesta consulta fez-se uma análise da medicação usada e das patologias crónicas, sendo que nenhuma interferia na prática física ou no estudo a realizar. Deste modo, a figura 3 representa as patologias em ordem percentual e a figura 4 o consumo de medicamentos, ambos no momento da consulta. A medicação não foi alterada no decurso do estudo.



**Figura 3:** Patologias da população em estudo. Nas outras doenças inclui-se hérnias, glaucoma, pólipos intestinais e arritmias. Os valores representam percentagem da população total.



**Figura 4.** Consumo de medicação na população em estudo. Os valores representam percentagem da população total.

#### 4.1. Caracterização da população e dados antropométricos

Procedeu-se ao estudo exploratório dos padrões das variáveis antropométricas, perfil lipídico, hemograma, valores tensionais, em função do tipo de atividade física. A análise dos pressupostos estatísticos não revelaram qualquer violação ao uso da estatística

paramétrica, pelo que recorremos ao teste t-Student para amostras independentes e respetiva magnitude do efeito verificando se existiam diferenças significativas entre os dados antropométricos, idade, estatura e massa corporal de cada grupo no início deste estudo e a magnitude das diferenças.

Nas sete tabelas que se seguem são apresentadas os valores médios e respetivos desvios padrão das variáveis antropométricas das participantes que não praticavam hidroginástica (Iniciadas) e as que praticam (Treinadas) há pelo menos uma época desportiva, bem como da idade, estatura e massa corporal.

Tabela 1 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA QUANTO À IDADE E DADOS ANTROPOMÉTRICOS NO INÍCIO DO ESTUDO.

Os valores representam as médias e respetivos desvios padrão das seguintes variáveis: IMC (Índice Massa Corporal); MG (massa Gorda); ME (Massa Magra - MM), PC (Perímetro da Cintura). São também apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados. significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Os valores de referência referem-se aos indicados pela OMS em 2000.

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n=21)	p	$\epsilon^2$
Idade (anos)	---	64.05±5.91	61.81±5.37	65.76±5.85	0.042	11.3%
Estatura (cm)	---	156.94±6.87	157.94±7.91	156.19±6.14	0.451	1.6%
Massa corporal (Kg)	---	72.98±12.56	69.35±9.02	75.75±14.29	0.126	6.6%
IMC (Kg.m <sup>-2</sup> )	18.5 a 25.0	29.61±4.37	27.92±3.89	30.91±4.36	0.037	11.8%
MG (%)	24.0 a 35.9	42.06±5.28	40.96±5.61	42.89±4.98	0.276	3.4%
MM (%)	≈28%	24.88±2.15	25.14±1.98	24.67±2.29	0.526	1.2%
PC (cm)	< 80 normal > 88 elevado	95.53±12.12	91.63±13.49	98.50±10.31	0.087	8.1%

Apenas a idade e o IMC apresentaram diferenças significativas entre os grupos, sendo as treinas eram as mais velhas (p=0,04). Relativamente ao IMC as treinadas apresentam valores médios de 30.91 kg.m<sup>-2</sup> (1º grau de obesidade) e as iniciadas valores médios inferiores de 27.92 kg.m<sup>-2</sup> (excesso de peso) (p=0,03).

No que diz respeito às variáveis MG e PC, o grupo treinado apresentava valores ligeiramente aumentados, sendo o PC, em ambos os grupos, superior a 88cm, o que coloca estas idosas num grupo de elevado risco para desenvolvimento de complicações metabólicas. Os valores da MG das iniciadas era elevado (36 a 41.9%) e as treinadas também apresentavam valores considerados muito altos ( $\geq$  42%). Os valores do ME apresentavam-se, nos dois grupos, com valores percentuais inferiores aos considerados médios para mulheres, o que se compreende face à elevada MG e PC. Quanto à magnitude das diferenças entre os grupos, revelou-se elevada (entre 6%-14%) nas variáveis peso, IMC e PC.

Na tabela 2 são apresentados os valores médios e respectivos desvios padrão, do perfil lipídico no início do programa dos dois grupos estudados.

**Tabela 2 - CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AO PERFIL LIPÍDICO ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.**

São apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados, e nas colunas seguintes são apresentados os valores médios e desvio padrão, significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Estão representados as seguintes variáveis: CT (Colesterol Total); C-LDL (Colesterol – Lipoproteína de baixa densidade); C-HDL (Colesterol- Lipoproteína de alta densidade); TG (Triglicerídeos); IA (Índice Aterogénico).

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n=21)	p	ε <sup>2</sup>
CT (mmol.L <sup>-1</sup> )	< 4.5	5.20±0.77	5.03±0.89	5.32±0.67	0.268	3.5%
C-LDL (mmol.L <sup>-1</sup> )	< 2.5	2.81±0.83	2.59±0.86	2.99±0.79	0.154	5.9%
C-HDL (mmol.L <sup>-1</sup> )	> 1.2	1.58±0.42	1.69±0.42	1.49±0.40	0.150	5.8%
TG (mmol.L <sup>-1</sup> )	< 1.2	1.27±0.56	1.24±0.50	1.30±0.61	0.765	0.3%
IA	< 5.0	3.51±0.99	3.10±0.76	3.82±1.06	0.027	13.2%

Ao analisarmos a tabela 2 observámos que ambos os grupos apresentam CT e C-LDL e TG no limite superior da normalidade, não se tendo verificado diferenças de perfil lipídico entre grupos em função da atividade física, exceto no IA, que ainda assim se encontra dentro dos valores de normalidade. As treinadas apresentarem médias significativamente superiores às iniciadas o que não parecia ser clinicamente relevante. A magnitude das diferenças entre as médias demonstrou o contrário uma vez que o ε<sup>2</sup> revelou que o IA se deve à atividade física em 13%, ao colesterol em 6% e a HbA1c em 4% (tabela 3).

Na tabela 3 são apresentados os valores médios e desvio padrão do hemograma, PCR e HbA1c nos dois grupos no início do estudo e o valor da significância e magnitude do efeito.

**Tabela 3- CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.**

São apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados, e nas colunas seguintes são apresentados os valores médios e desvio padrão, significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Estão representados as seguintes variáveis: Hb (Hemoglobina); HCT (Hematócrito); VGM (Volume Globular Medio); HGM (hemoglobina globular média); PL (Plaquetas); PCR (Proteína C reativa); HbA1c (Hemoglobina Glicada).

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n=21)	p	ε <sup>2</sup>
Hb(g.dl <sup>-1</sup> )	12 a 16	13.29±1.09	13.04±1.30	13.49±0.88	0.225	4.2%
HCT(%)	36 a 46	39.02±3.07	38.16±3.36	39.67±2.72	0.140	6.1%
VGM(fl)	80 a 100	90.93±5.20	91.73±6.14	90.37±4.49	0.447	1.7%
HGM(pg)	27 a 32	30.97±2.28	31.47±2.91	30.61±1.69	0.275	3.5%
PL(x 103.uL <sup>-1</sup> )	150 a 400	253.65±53.72	256.75±49.34	251.29±57.93	0.764	0.3%
PCR (mg.dL <sup>-1</sup> )	< 1.0	0.47±0.28	0.45±0.25	0.49±0.30	0.717	0.4%
HbA1c (%)	3.1 a 6.5	5.87±0.89	5.66±0.75	6.02±0.97	0.237	4.1%

Os valores de PCR e HbA1c são semelhantes em ambos os grupos, no entanto os valores médios da HbA1c estão dentro dos valores recomendados pela DGS (2013). Como se pode ver na tabela 3, não se verificam diferenças entre os dois grupos nos valores médios de um hemograma normal, contudo existe um efeito de magnitude moderada revelado pelo  $\varepsilon^2$  relativamente ao hematócrito (HCT) em que 6.1% da variação dos valores de HCT pode estar relacionada com a atividade física.

Na tabela 4 são apresentados valores médios da PAS, PAD, PP e FC e IRCV dos dois grupos.

Tabela 4 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES TENSIONAIS ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.

São apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados, e nas colunas seguintes são apresentados os valores médios e desvio padrão, significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Estão representados as seguintes variáveis: PAS (Pressão Arterial Sistólica); PAD (Pressão Arterial Diastólica); PP (Pressão de Pulso); FC (Frequência Cardíaca); IRCV (Índice Risco Cardiovascular).

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n= 21)	p	$\varepsilon^2$
PAS (mmHg)	< 140	134.73±14.63	134.13 ±14.76	135.19±14.89	0.830	0.1%
PAD (mmHg)	< 90	78.32±8.00	79.69±9.80	77.29±6.37	0.373	2.3%
PP (mmHg)	≤ 50	56.41±12.10	54.44±8.49	57.90±14.29	0.396	2.1%
FC (bpm)	60-100	71.00 ±9.63	72.63±5.21	69.70±12.06	0.341	2.6%
IRCV (%)	< 1 baixo ≥1e<5moderado	1.70±0.66	1.5±0.63	1.8±0.65	<b>0.007</b>	7.4%

Como se pode observar na tabela 4, o facto de ser iniciada ou treinada não exerce influência nos valores tensionais nesta fase do estudo. Contudo, quando calculamos o IRCV, ambos os grupos apresentavam em termos médios um risco cardiovascular moderado (>1 e <5%), apesar das iniciadas apresentarem um IRCV mais baixo, mesmo quando retirámos à média o DP, ao contrário do que acontece com as treinadas, cujo o risco se mantém moderado.

Na tabela 5, são apresentados os valores médios e respetivos desvios padrão das pressões arteriais dos membros superiores e inferiores e respetivos ITB medidos por doppler.

**Tabela 5 - CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES VASCULARES PERIFÉRICOS ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.**

São apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados, e nas colunas seguintes são apresentados os valores médios e desvio padrão, significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Estão representados as seguintes variáveis: PSMS (Pressão Sistólica do Membro Superior); PSMI (Pressão Sistólica do Membro Inferior; ITB (Índice Tornozelo Braço), Dto (Direito), Esq (Esquerdo).

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n=21)	p	$\epsilon^2$
PSMS Dto (mmHg)	< 140	136.97±16.89	135.94±16.39	137.76±17.62	0.750	0.3%
PSMS Esq (mmHg)	<140	135.19±15.06	134.50±15.72	135.71±14.91	0.812	0.2%
PSMI Dto (mmHg)	<154	153.86±19.51	150.00±15.42	156.81±22.04	0.299	3.1%
PSMI Esq (mmHg)	<154	152.03±14.87	150.63±11.95	153.10±16.98	0.624	0.7%
ITB Dto	0.91 a 1.3	1.10±0.09	1.10±0.10	1.11±0.09	0.736	0.3%
ITB Esq	0.91 a 1.3	1.09±0.07	1.10±0.08	1.09±0.07	0.746	0.3%

Neste estudo do Doppler periférico em função do tipo de atividade física, o teste t-Student para amostras independentes e o  $\epsilon^2$ , permitiu-nos verificar se existiam diferenças com significado clínico nos valores do Doppler periférico entre os grupos na fase inicial deste estudo. Apesar do destaque da pressão do tornozelo direito, não há diferenças nem efeito significativo nesta avaliação por grupo, pelo que, uma vez mais, acreditamos que qualquer diferença que venha a existir ao longo do tempo será devido à atividade física.

Na tabela 6 e 7 estão representados os valores médios e desvio padrão, significância e  $\epsilon^2$  das medidas calculadas por ecodoppler carotídeo.

**Tabela 6 - CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES VASCULARES ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.**

São apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados, e nas colunas seguintes são apresentados os valores médios e desvio padrão, significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Estão representados as seguintes variáveis: EIM (Espessura Intima Media); DS (Diâmetro Sistólico); DD (Diâmetro Diastólico); S-D (Diâmetro Sistólico – Diâmetro Diastólico); DL (Diâmetro Luminal);  $\beta$ -stiffness (índice de Rigidez); C (Compliance).

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n=21)	p	$\epsilon^2$
EIM (cm)	0,04 e 0,08	0.08±0.01	0.07±0.02	0.08±0.01	0.351	2.5%
DS (cm)	--	0.62±0.07	0.62±0.07	0.63±0.07	0.606	0.8%
DD (cm)	--	0.57±0.06	0.57±0.07	0.58±0.05	0.576	0.9%
S-D (cm)	--	0.05±0.02	0.05±0.02	0.05±0.02	1.00	0.0%
DL (cm)	--	0.57±0.08	0.57±0.08	0.57±0.08	0.973	0.0%
$\beta$ -stiffness	--	3.41±2.29	3.0±1.24	3.72±2.84	0.349	2.5%
C (mm2. mmHg-1)	--	0.17±0.07	0.17±0.07	0.17±0.07	0.911	0.0%

Comparámos as medições por ecodoppler da ACC esquerda com os da ACC direita e não verificámos diferenças no mesmo indivíduo. Por esta razão e porque a maioria dos estudos também o referenciam permitindo maior esclarecimento do estudo, optamos por apresentar apenas os valores do lado direito.

**Tabela 7 - CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA RELATIVAMENTE AOS VALORES VELOCIMÉTRICOS VASCULARES ENTRE GRUPOS NO INÍCIO DO ESTUDO.**

São apresentados os valores de referência para melhor interpretação dos resultados, e nas colunas seguintes são apresentados os valores médios e desvio padrão, significância entre grupos e medida do efeito das variáveis. Estão representados as seguintes variáveis: VPS (Velocidade Pico Sistólica); Vmin (Velocidade Mínima); TAMax (Tempo de Velocidade Máxima); TAMed (Tempo velocidade media); VF (Volume de Fluxo).

	Valores de Referência	Total (n=37)	Iniciadas (n=16)	Treinadas (n=21)	p	$\epsilon^2$
VPS (cm.s <sup>-1</sup> )	58 a 85	80.95±15.02	78.8±15.15	82.59±15.07	0.455	1.6%
Vmin (cm.s <sup>-1</sup> )	15 a 25	22.56±5.79	23.06±5.56	22.18±6.06	0.653	0.6%
TAMax (cm.s <sup>-1</sup> )		38.76±8.02	38.59±7.55	38.9±8.54	0.910	0.0%
TAMed (cm.s <sup>-1</sup> )		23.52±5.98	23.29±5.6	23.7±6.39	0.841	0.1%
IR	0.55 a 0.75	0.72±0.07	0.71±0.06	0.73±0.07	0.349	2.5%
IP	0.80 a 1.10	1.55±0.43	1.48±0.39	1.61±0.46	0.372	2.3%
VF (cm.s <sup>-1</sup> )		363±119.3	356.56±89.81	367.9±139.69	0.779	0.2%

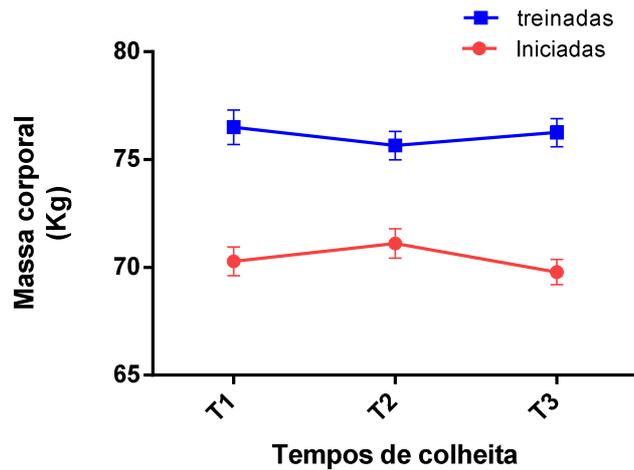
No estudo do ecodoppler em função do tipo de atividade física, o teste t Student para amostras independentes e respetivo  $\epsilon^2$ , demonstraram que não existem diferenças entre os valores do ecodoppler por grupo, pelo que qualquer diferença que venha a existir ao longo do tempo só poderá ser, uma vez mais, da responsabilidade da prática da atividade física.

Como podemos verificar, não existem diferenças entre as variáveis que quantificam velocidades nas Artérias Carótidas Comuns, no início do estudo, o que uma vez mais nos remete para a consideração de que qualquer diferença que venha a existir ao longo do tempo poderá ser resultado, também, da prática de atividade física.

#### **4.2. Evolução dos valores médios das variáveis em estudo, ao longo do programa de atividade física.**

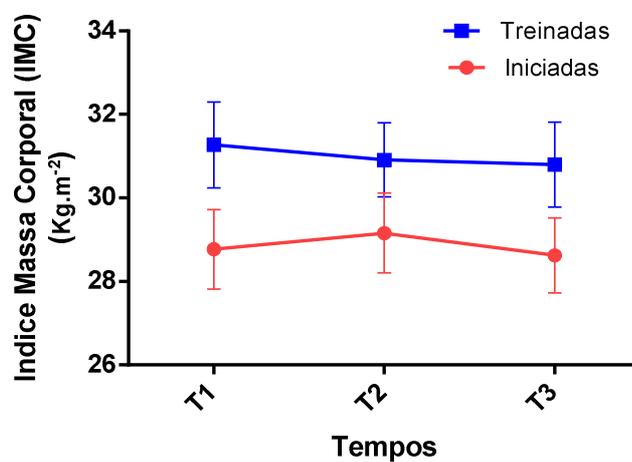
Os resultados que a seguir são apresentados referem-se à comparação dos vários parâmetros ao longo do tempo incluindo as variáveis nos dois grupos em estudo (iniciadas e treinadas) e o respetivo valor estatístico entre cada tempo. Serão apresentados também a magnitude do efeito que é representado por  $\epsilon^2$  ( $\epsilon^2 = t^2/t^2 + (n-1)$ ).

No gráfico 1, e relativamente à massa corporal, verificamos que esta apresenta valores superiores no grupo das treinadas, não havendo variação ao longo do tempo com a introdução do efeito do exercício físico ( $p < 0.05$ ).



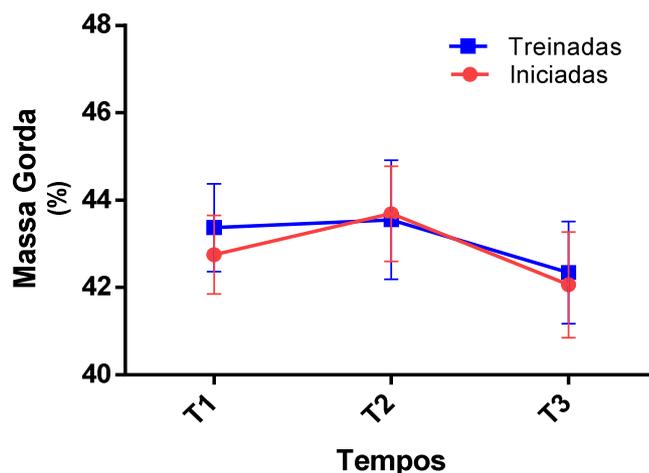
**Gráfico 1-** Variação da massa corporal ao longo do tempo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. O T1 corresponde ao início do estudo, T2 corresponde a 5 meses de prática de exercício físico e T3 corresponde a 10 meses de prática de exercício físico.

A variação do IMC está representada no gráfico 2 e refere-se aos três tempos por grupo. Aqui, verificamos que este valor se mantem ao longo do tempo de exercício, no entanto à semelhança da massa corporal, o grupo das treinadas apresentam um IMC superior.



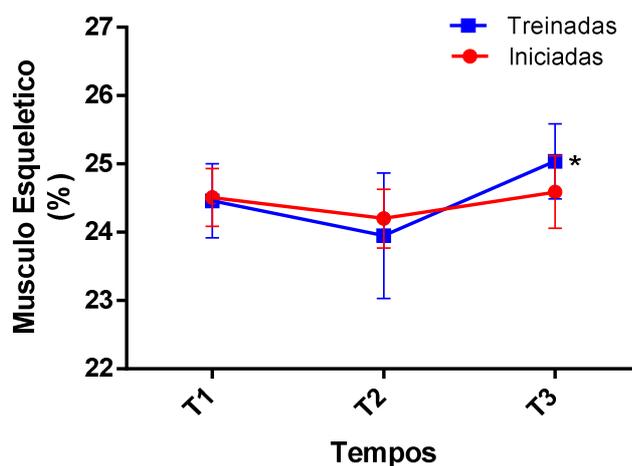
**Gráfico 2-**Variação do Índice Massa Corporal ao longo do tempo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. O T1 corresponde ao início do estudo, T2 corresponde a 5 meses de prática de exercício físico e T3 corresponde a 10 meses de prática de exercício físico.

Relativamente à variação da massa gorda, calculada por bioimpedância (gráfico 3), esta apresenta valores ligeiramente superiores no grupo das treinadas havendo, no entanto, uma manutenção do padrão, uma vez que os valores se mantêm ao longo do tempo em ambos os grupos. A magnitude do efeito na MG é de 9.1% ( $\epsilon^2=0.091$ )



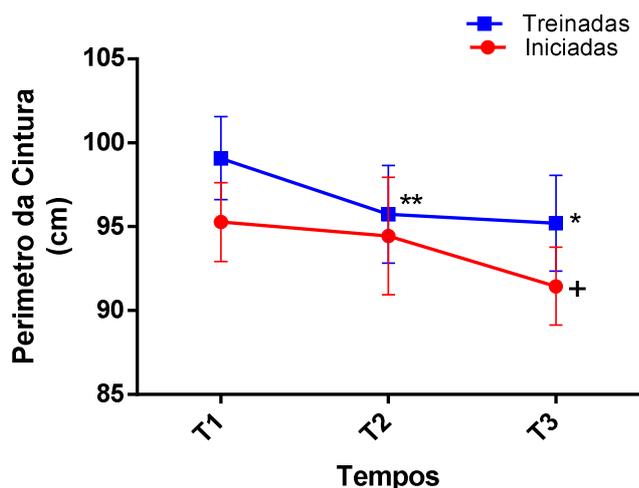
**Gráfico 3** - Variação da Massa Gorda ao longo do tempo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. O T1 corresponde ao início do estudo, T2 corresponde a 5 meses de prática de exercício físico e T3 corresponde a 10 meses de prática de exercício físico.

Relativamente à variação da Massa Magra (gráfico 4.), verificamos que este valor é semelhante em ambos os grupos. No entanto, no grupo das treinadas verificou-se um aumento ( $p=0.039$ ) em T3,relativamente ao tempo T1. A magnitude do efeito na MM é de 4.9% ( $\varepsilon^2=0.049$ ).



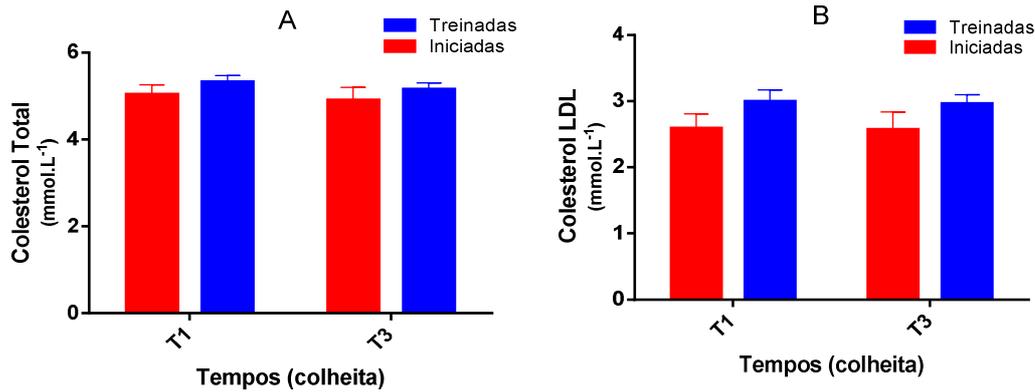
**Gráfico 4** - Variação do Massa Magra ao longo do Tempo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. O T1 corresponde ao início do estudo, T2 corresponde a 5 meses de prática de exercício físico e T3 corresponde a 10 meses de prática de exercício físico. \* $p<0.05$  do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das treinadas.

A variação do perímetro da cintura ao longo do tempo de exercício está representada no gráfico 5. Verificamos que, apesar do grupo das treinadas ter um PC mais elevado que as iniciadas, ambos os grupos apresentam uma redução significativa desses valores ( $p=0.007$ ) e ( $p=0.015$ ) no tempo T3 relativamente ao tempo T1. É de destacar a significativa redução em T2 ( $p=0.005$ ) relativamente a T1 no grupo das treinadas.



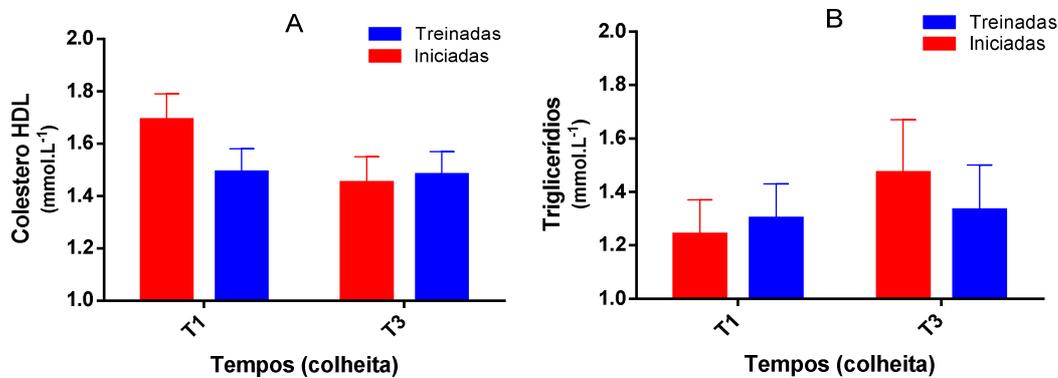
**Gráfico 5** - Variação do Perímetro da Cintura (PC) ao longo do Tempo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas ( $n=11$ ), o os quadrados as médias das variáveis nas treinadas ( $n=19$ ), os traços verticais representam o erro padrão da média. O T1 corresponde ao início do estudo, T2 corresponde a 5 meses de prática de exercício físico e T3 corresponde a 10 meses de prática de exercício físico. \* $p<0.01$  do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das treinadas. \*\*  $p<0.01$  do tempo T2 relativamente ao tempo T1 no grupo das treinadas. +  $p<0.05$  do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das iniciadas.

Nos gráficos 6A e 6B, estão representados a evolução do Colesterol Total (CT) e Colesterol na forma LDL (C-LDL) no início e no fim do programa de hidroginástica. Como se verifica as treinadas apresentam valores ligeiramente superiores, no entanto o comportamento é semelhante em ambos os grupos e não se verificam diferenças com o decorrer do programa de exercício físico a que estiveram sujeitas durante, esse período de tempo.



**Gráfico 6 A:** Variação do colesterol total entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas; **B:** Variação do colesterol na forma LDL entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas. As barras com padrão vermelho representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o as barras com padrão azulas médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. O T1 corresponde ao início do estudo e T3 corresponde ao final do estudo (10<sup>o</sup> mês).

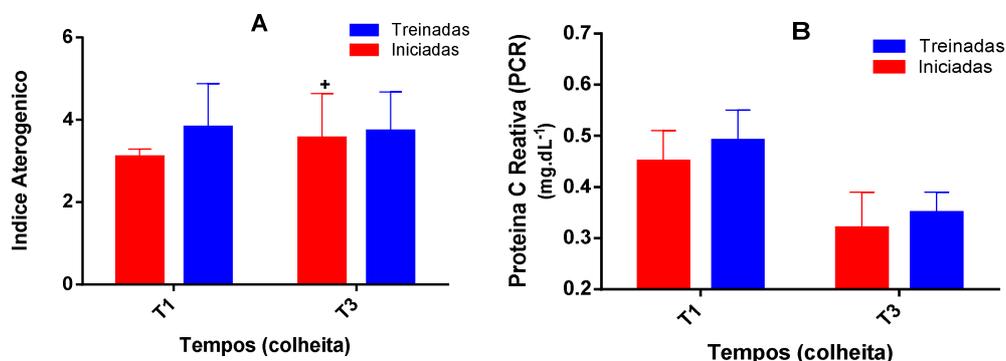
Nos gráficos 7A e 7B, estão representadas as variações do colesterol na forma HDL (C-HDL) e os valores de triglicérides (TG). O grupo das treinadas mantém ambos os valores ao longo do tempo. As iniciadas mostram uma tendência para diminuição do C-HDL e subida dos TG, entre o inicio e o fim do programa.



**Gráfico 7 A:** Variação do Colesterol na forma HDL entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas; **B:**Variação dos triglicérides entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média.

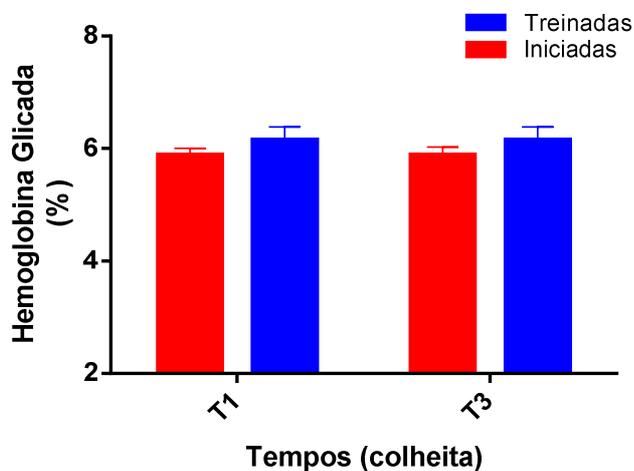
As variações do Índice Aterogénico (IA) e da Proteína C Reativa (PCR) no início e no fim do programa de exercício físico estão representadas nos gráficos 8 A e 8 B. O IA apresentava valores dentro da normalidade havendo, no entanto, diferenças significativas (p=0.027) entre os grupos no início do programa, sendo o valor médio mais elevado pertencente às treinadas. Com o decorrer do programa o IA nas iniciadas mostrou um aumento significativo (p=0.026). A PCR apresenta valores dentro da normalidade e

manifesta uma tendência para diminuição dos valores médios, no entanto, essa tendência não é significativa sob o ponto de vista estatístico, mas a magnitude do efeito nesta variável é de 7.1%, o que a torna relevante em termos clínicos.



**Gráfico 8 A:** Variação do Índice Aterogénico entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas; **B:** Variação da Proteína C Reativa entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. + p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das iniciadas.

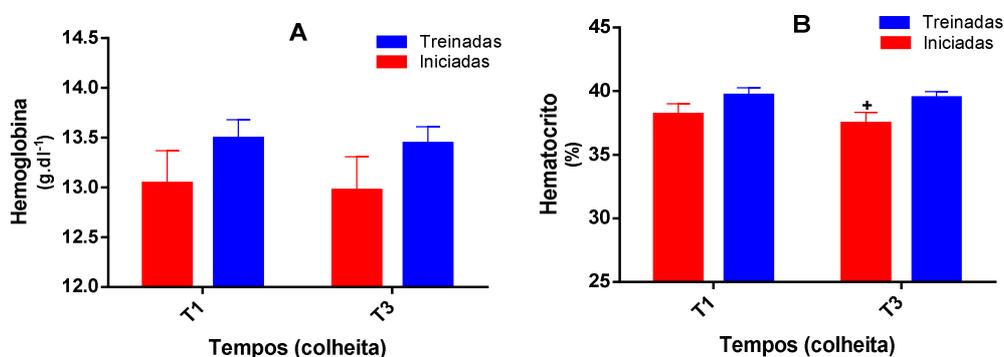
No gráfico 9, é apresentada a variação da Hemoglobina Glicada (HbA1c) entre o início e o fim do programa de hidroginástica. Estes valores médios estão dentro dos valores de normalidade para estas idades e não mostram alteração após o exercício físico.



**Gráfico 9** -Variação da Hemoglobina Glicada entre o início e o fim do programa. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média.

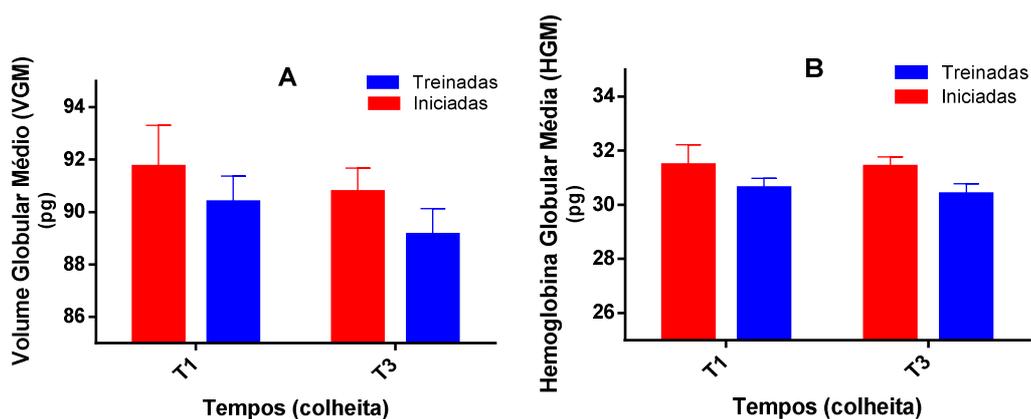
Nos gráficos 10A e 10B, são apresentados os valores da Hemoglobina (Hb) e do Hematócrito (HCT) no início e no fim do programa. Verificamos que os valores são ligeiramente superiores no grupo das treinadas. Porém, não existem diferenças significativas entre os tempos T1 e T3 nestas variáveis. Quando analisamos as diferenças

entre grupos (T 3), verificamos que existiam diferenças ( $p=0.034$ ) no valor do HCT entre grupos.



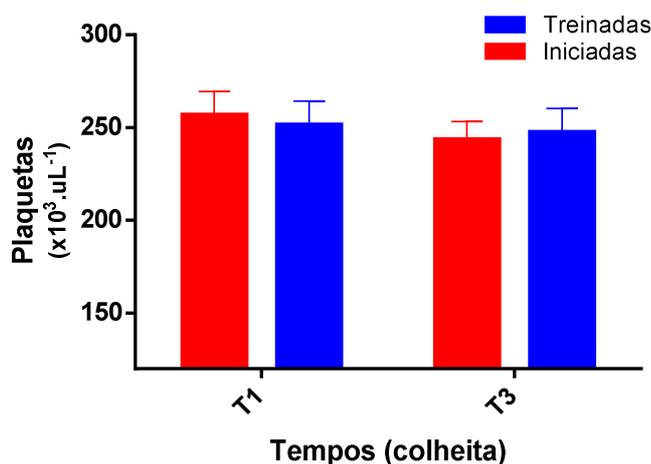
**Gráfico 10A:** Variação da Hemoglobina entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas, **B:** Variação do Hematócrito entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas ( $n=11$ ), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas ( $n=19$ ), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 10 B: + $p<0.05$  da média das iniciadas no tempo T3 em relação à média das treinadas no mesmo tempo.

Relativamente à variação do Volume Globular Médio (VGM) e da Hemoglobina Globular Média (HGM) no início e no fim do programa, verificamos que os valores são ligeiramente superiores nas iniciadas, apresentando, no entanto, um comportamento geral quase inalterável (gráficos 11A e 11B).



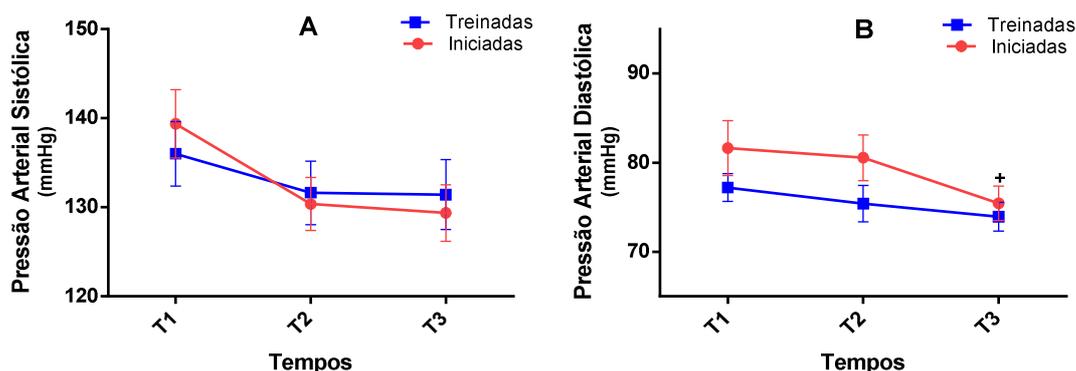
**Gráfico 11 -A:** Variação do Volume Globular Médio entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas, **B:** Variação da Hemoglobina Globular Média entre o início e o fim do estudo no grupo das iniciadas e treinadas. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas ( $n=11$ ), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas ( $n=19$ ), os traços verticais representam o erro padrão da média.

No gráfico 12 é apresentada a variação do número de plaquetas no início e no final do programa de exercício físico. Como podemos verificar ambos os grupos têm o número de plaquetas dentro do limite da normalidade e esse valor não se altera após o programa de exercício físico.



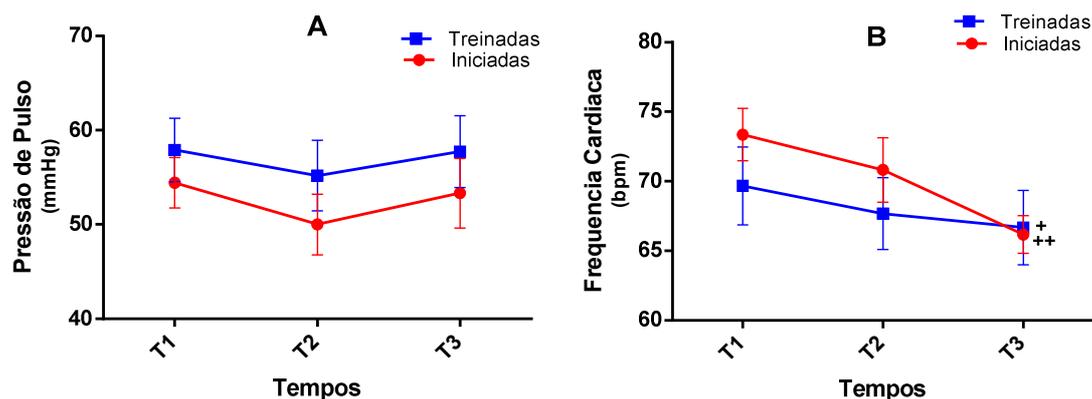
**Gráfico 12** - Variação das Plaquetas entre o início e o fim do programa. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média.

Nos gráficos 13A e 13B são apresentadas as variações da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) dos dois grupos. O grupo das iniciadas apresenta uma PAS ligeiramente mais elevada no início do programa, mas com o decorrer do exercício físico os valores médios tornam-se mais baixos que os das treinadas. No entanto, não existem diferenças significativas entre grupos nem entre tempos. Na pressão arterial diastólica as iniciadas também apresentam valores mais elevados no início, verificando-se uma descida significativa ( $p=0.009$ ) de T1 para T3. Apesar de não existir diferenças na PAS e PAD entre tempos, a variação da PAS deve-se ao treino em 14.8% sendo a magnitude do efeito igual a 0.148. Na PAD a variação pode atribuir-se ao exercício em 13% ( $\epsilon^2=0.130$ ).



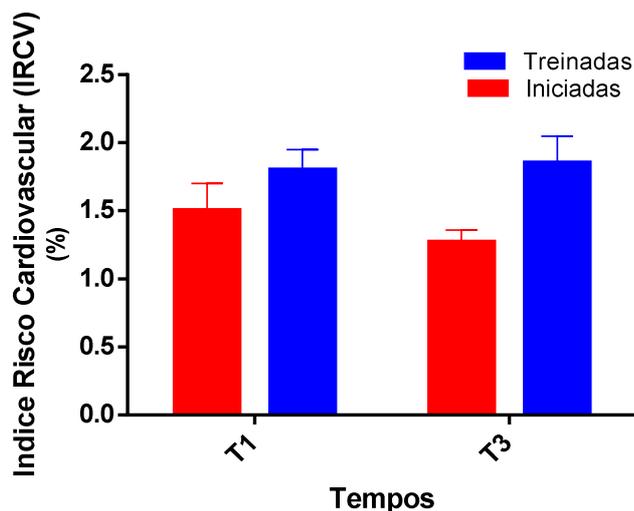
**Gráfico 13A:** Variação da Pressão Arterial Sistólica no início no meio e no fim do estudo; **B:** Variação da Pressão Arterial Diastólica no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. B: +p<0.01 do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das iniciadas.

Nos Gráficos 14A e 14B, são apresentadas as variações da Pressão de Pulso (PP) e da Frequência Cardíaca (FC) ao longo do tempo. Como podemos verificar a PP é mais elevada no grupo das treinadas, não se alterando ao longo do tempo. A FC no início do programa é mais elevada no grupo das iniciadas mas o exercício promoveu uma redução em ambos os grupos, ficando as iniciadas com uma FC inferior às treinadas no final do programa, como seria de esperar. Esta descida nas iniciadas é significativa entre T1 e T3 com um p= 0.004 e entre T2 e T3 (p=0.032). A magnitude do efeito do exercício na PP é de 8.8% ( $\epsilon^2=0.088$ ) e na FC é de 11.4% ( $\epsilon^2=0.114$ ).



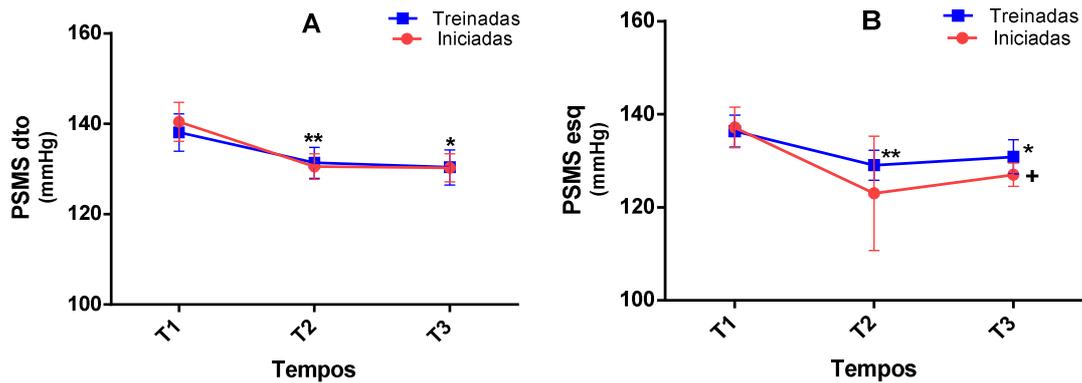
**Gráfico 14 A:** Variação da Pressão de Pulso no início no meio e no fim do estudo; **B:** Variação da Frequência Cardíaca no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. B: +p=0.004 do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das iniciadas. ++p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T2 nas iniciadas.

No gráfico 15 é apresentada a variação do Índice de Risco Cardiovascular (IRCV) entre os tempos T1 e T3. Apesar das participantes apresentarem um IRCV baixo não se verificaram diferenças significativas ao longo do tempo, no entanto verifica-se uma tendência de diminuição nas iniciadas.



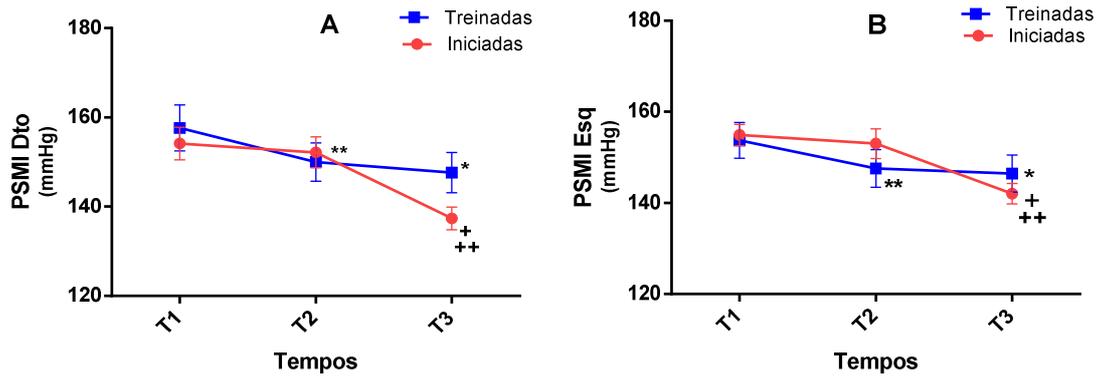
**Gráfico 15** -Variação do Índice de Risco Cardiovascular no início e no fim do programa. As barras vermelhas representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), o as barras azuis as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média.

Nos gráficos 16A e 16B, são apresentados as variações das pressões sistólicas dos membros superiores (PSMS) dos dois grupos em estudo. Apesar de não existirem diferenças entre os grupos, nem entre os valores dos dois membros superiores, verificamos que após o exercício houve uma diminuição nos valores da pressão. No membro superior direito, essa diminuição manifesta-se de forma significativa no grupo das treinadas de T1 para T3 ( $p=0.034$ ) e de T1 para T2 ( $p=0.048$ ). No membro superior esquerdo, as treinadas apresentam uma diminuição significativa de T1 para T3 ( $p=0.029$ ) e de T1 para T2 ( $p=0.016$ ). No grupo das iniciadas a diminuição foi significativa de T1 para T3 ( $p=0.019$ ). A variação da PSMS direita deve-se ao exercício em 18.5% ( $\epsilon^2=0.185$ ).



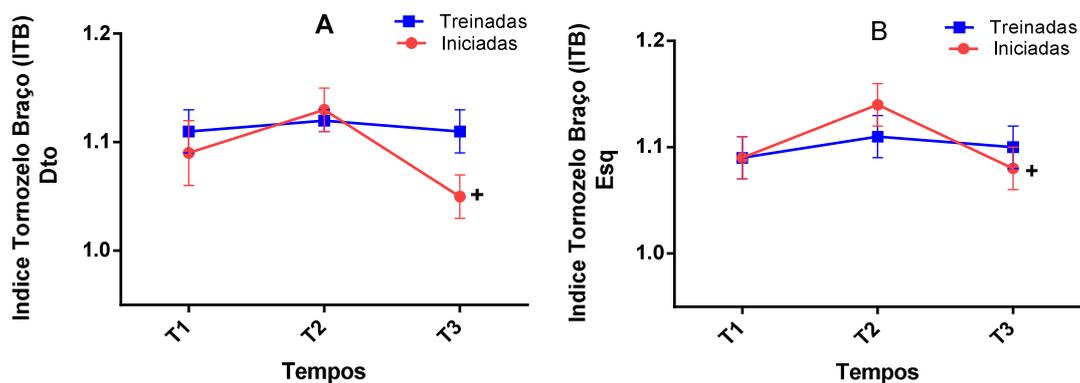
**Gráfico 16 A:** Variação da Pressão Sistólica do Membro Superior Direito no início no meio e no fim do estudo; **B:** Variação da Pressão Sistólica do Membro Superior Esquerdo no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 16 A: \*p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T1. \*\*p<0.05 do tempo T2 relativamente ao tempo T1 no grupo das treinadas no membro superior direito. Gráfico 16 B: \*p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T1; \*\*p<0.05 do tempo T2 relativamente ao tempo T1; no grupo das treinadas. +p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das iniciadas no membro superior esquerdo.

As variações das pressões sistólicas dos membros inferiores são apresentadas nos gráficos 17A e 17B. Apesar dos valores serem semelhantes em ambos os grupos verificamos que na perna direita há uma diminuição significativa das pressões sistólicas. No grupo das treinadas essa diminuição é significativa de T1 para T3 (p=0.009) e de T1 para T2 (p=0.012); nas iniciadas a diminuição ocorreu de T1 para T3 (p=0.0001). e de T2 para T3 (p=0.001). No membro inferior esquerdo nas treinadas, verificou-se uma diminuição significativa de T1 para T3 (p= 0.010) e de T1 para T2 (p=0.04); nas iniciadas verificou-se uma descida significativa de T1 para T3 (p=0.0001) e de T2 para T3 (p=0.014). A variação da PSMIdto deve-se ao exercício em 36% ( $\epsilon^2=0.36$ ), e na PSMiesq em 24.7% ( $\epsilon^2=0.247$ ).



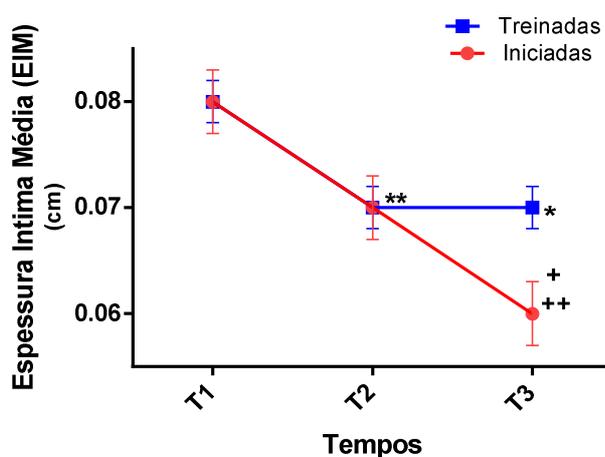
**Gráfico 17** A: Variação das Pressão Sistólica do Membro Inferior Direito no início no meio e no fim do estudo; **B**: Variação das Pressão Sistólica do Membro Inferior Esquerdo no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 17 A: \*p<0.01 do tempo T3 relativamente ao tempo T1; \*\*p<0.05 do tempo T2 relativamente ao tempo T1 no grupo das treinadas. +p<0.001 do tempo T3 relativamente ao tempo T1. ++p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T2 no grupo das iniciadas. Gráfico 17 B: \*p<0.05 do tempo T3 relativamente a T1; \*\*p<0.05 do tempo T2 relativamente a T1, no grupo das Treinadas. +p<0.001 do tempo T3 relativamente a T1; ++p<0.05 do tempo T3 relativamente a T2, no grupo das iniciadas.

Nos gráficos 18A e 18B, estão representadas as variações do Índice Tornozelo Braço (ITB) ao longo do tempo. Verificamos que não existem diferenças deste índice entre o início e o fim do programa em ambos os grupos. No entanto, verificamos que do tempo T2 para T3 existe uma diminuição significativa (p=0.001 e p=0.037) dos valores quer no membro direito quer no esquerdo, mas apenas no grupo das iniciadas. A variância da diferença no ITB deve-se ao exercício em 17.2% ( $\epsilon^2=0.172$ ) nos membros direitos e esquerdos.



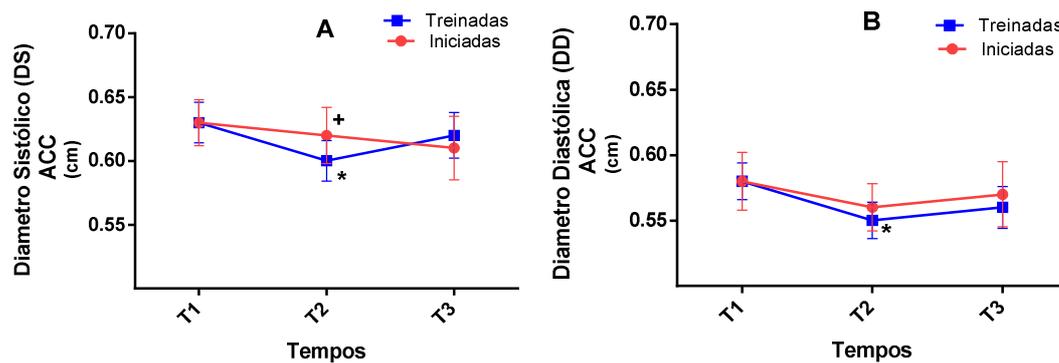
**Gráfico 18** - A: Variação do Índice Tornozelo Braço Direito no início no meio e no fim do estudo; **B**: Variação do Índice Tornozelo Braço Esquerdo no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 18 A: +p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T2 no grupo das iniciadas. Gráfico 18 B: +p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T2, no grupo das iniciadas.

No gráfico 19, são apresentadas as variações da Espessura Intima Média (EIM) ao longo do programa. Verificamos que, em ambos os grupos houve uma diminuição significativa da EIM. Nas treinadas verificou-se uma diminuição de T1 para T3 ( $p=0.020$ ) e de T1 para T2 ( $p=0.001$ ). Nas iniciadas a diminuição significativa deu-se de T1 para T3 ( $p=0.0001$ ) entre T2 e T3 ( $p=0.012$ ) o que representa uma descida muito significativa do EIM. A magnitude do efeito deve-se ao exercício em 36.4% ( $\epsilon^2=0.364$ ), demonstrando que o exercício tem um efeito muito forte na alteração da EIM.



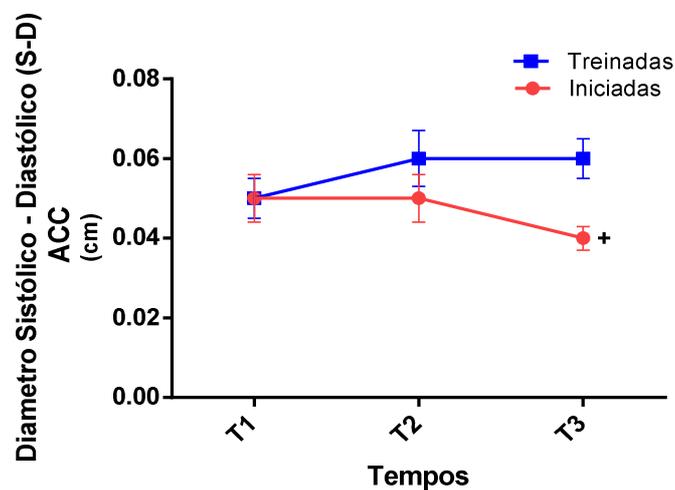
**Gráfico 19** -Variação da Espessura Intima Média no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas ( $n=11$ ), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas ( $n=19$ ), os traços verticais representam o erro padrão da média. \* $p<0.05$  do tempo T3 relativamente ao tempo T1, \*\* $p=0.001$  do tempo T2 relativamente ao tempo T1 no grupo das Treinadas. + $p=0.0001$  do tempo T3 relativamente ao tempo T1, ++ $p<0.05$  do tempo T3 relativamente ao tempo T2 no grupo das iniciadas.

Nos gráficos 20A e 20B, são apresentadas as variações dos diâmetros da artéria carótida comum ao longo do tempo. Como podemos verificar, apesar dos diâmetros serem muito semelhantes entre grupos e o comportamento desses diâmetros também foi semelhante, mostram uma tendência de diminuição nos primeiros meses e com a continuação do exercício voltam a valores semelhantes aos iniciais. No entanto, as treinadas apresentam uma diminuição significativa ( $p=0.026$ ) entre T1 e T2 do Diâmetro Sistólico (DS). No grupo das iniciadas a diminuição significativa ( $p=0.028$ ) também se verifica entre T1 e T2. Ao analisarmos o Diâmetro Diastólico (DD), a redução é significativa ( $p=0.004$ ) de T1 para T2 apenas no grupo das treinadas.



**Gráfico 20 A:** Variação do Diâmetro Sistólico no início no meio e no fim do estudo; **B:** Variação do Diâmetro Diastólico da artéria carótida Comum no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 20 A: \*p<0.05 do tempo T2 relativamente ao tempo T1 no grupo das treinadas. +p<0.05 do tempo T2 relativamente ao tempo T1, nas iniciadas no DS. Gráfico 20 B: \*p<0.01 do tempo T2 relativamente ao tempo T1 no DD.

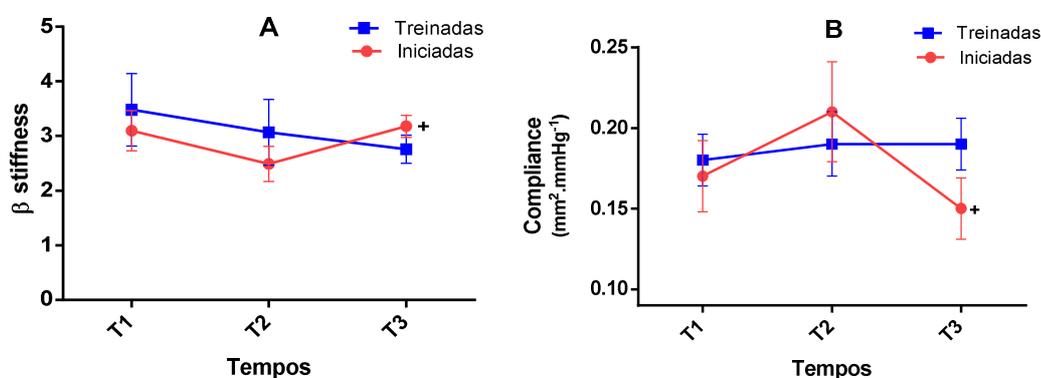
No gráfico 21 são apresentadas a variação da diferença entre diâmetros sistólicos e diastólicos. Verificamos que, ao longo do tempo, as treinadas aumentam o valor das diferenças entre estes diâmetros e as iniciadas diminuem (p=0.033) com o acumular de exercício. A variância da diferença entre a sístole e diástole (S-D) deve-se ao exercício em 4.3% ( $\epsilon^2=0.043$ ).



**Gráfico 21** -Variação da diferença entre Diâmetro Sistólico e Diastólico no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. +p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T2 no grupo das iniciadas.

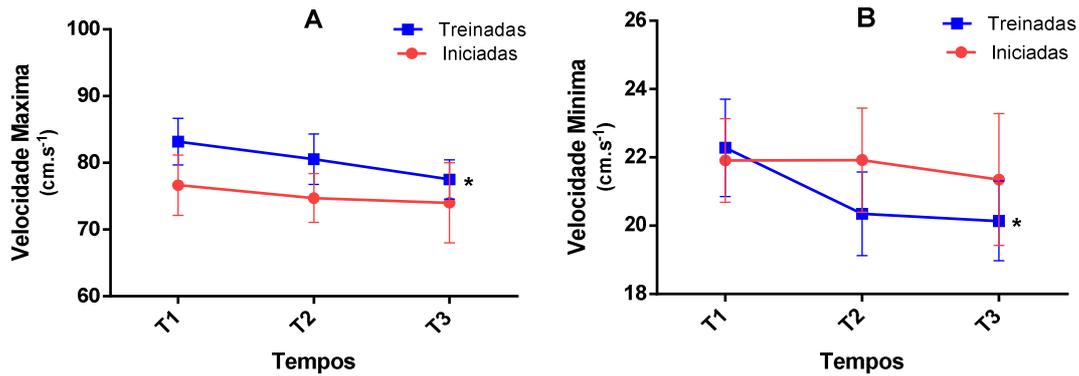
Nos gráficos 22A e 22B, são apresentados a variação do índice de rigidez ( $\beta$  stiffness) e a Compliance (C) da ACC. Verificamos que as treinadas apresentam uma tendência

para diminuição contínua da rigidez arterial ao longo do programa, já as iniciadas apresentam uma tendência semelhante de T1 para T2 mas invertem essa tendência do tempo T2 para T3, apresentando uma subida significativa ( $p=0.002$ ). A variância da diferença da rigidez arterial deve-se ao exercício em 1.7% ( $\epsilon^2=0.017$ ). Quando analisamos a Compliance o comportamento é simétrico ao da rigidez arterial onde se verifica uma tendência de aumento da Compliance ao longo do tempo nas treinadas mas sem significado. No grupo das iniciadas, o comportamento é totalmente simétrico ao comportamento da rigidez, aumentando na primeira fase e diminuindo significativamente ( $p=0.016$ ) na segunda fase. A variância da diferença da Compliance deve-se ao exercício em 7.8% ( $\epsilon^2=0.078$ ).



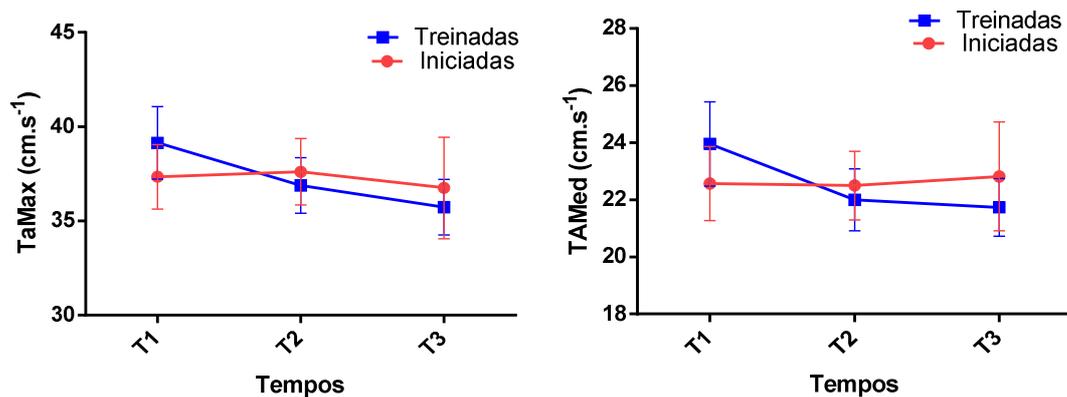
**Gráfico 22 A:** Variação da rigidez arterial no início no meio e no fim do estudo; **B:** Variação da Compliance arterial no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico A: + $p<0.01$  do tempo T3 relativamente ao tempo T2 no grupo das iniciadas. Gráfico B: + $p<0.05$  do tempo T3 relativamente ao tempo T2 no grupo das iniciadas.

Nos gráficos 23A e 23B são apresentadas as variações das velocidades máximas e mínimas na ACC ao longo do estudo. Verificamos que as velocidades máximas são mais elevadas no grupo das treinadas no entanto a resposta ao exercício é semelhante em ambos os grupos, ocorrendo uma diminuição significativa ( $p=0.037$ ) no grupo das treinadas. A variância da diferença da velocidade máxima deve-se ao exercício em 4.1% ( $\epsilon^2=0.041$ ). Relativamente ao comportamento da velocidade mínima, as treinadas apresentam uma diminuição significativa ( $p=0.031$ ) de T1 para T3 na velocidade mínima já as iniciadas não apresentam variação. A variância da diferença da velocidade mínima deve-se ao exercício em 8.6% ( $\epsilon^2=0.086$ ).



**Gráfico 23 A:** Variação da Velocidade Máxima carotídea no início no meio e no fim do estudo, **B:** Variação da Variação da Variação da Velocidade Mínima carotídea no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 23 A: \*p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das Treinadas. Gráfico 23 B: \*p<0.05 do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das Treinadas.

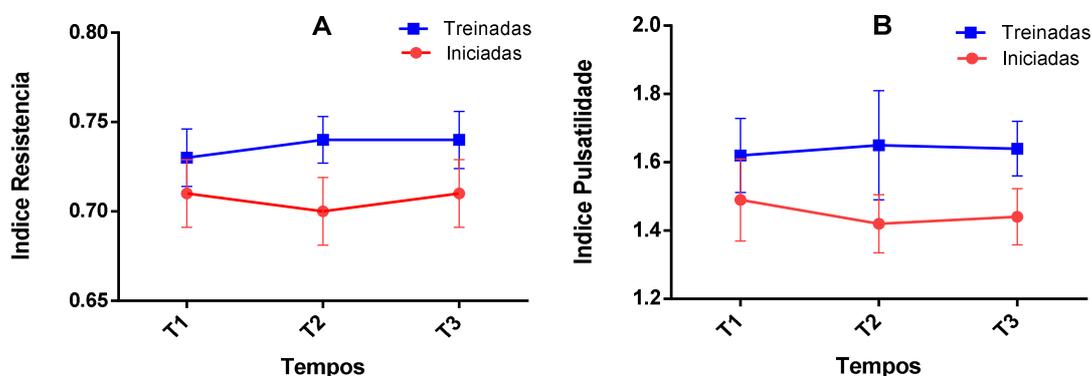
Nos gráficos 24A e 24B, estão representadas as variações da média das velocidades máximas (TAMax) e da média das velocidades médias (TAMed) ao longo do tempo. Estes dois parâmetros demonstram que as velocidades máximas e médias dentro do vaso mantêm-se ao longo de todo o programa. No grupo das treinadas existe uma tendência de diminuição desses valores ao longo do tempo, mas sem significado. A variância da TAMax e TAMed deve-se ao exercício em 3.8% ( $\epsilon^2=0.038$ ) e 2% ( $\epsilon^2=0.02$ ).



**Gráfico 24 A:** Variação das Médias das Velocidades Máximas no início no meio e no fim do estudo, **B:** Variação das Médias das Velocidades Médias no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média.

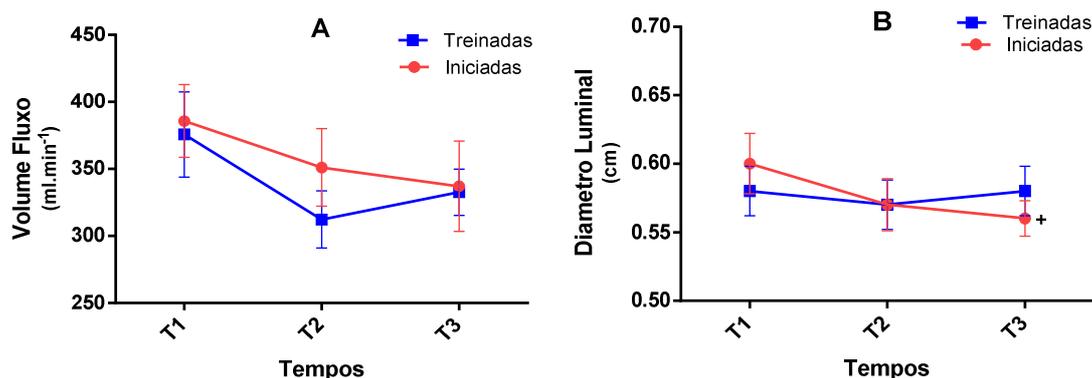
Os gráficos 25 A e 25 B, mostram as variações dos Índices de Resistência (IR) e do Índice de Pulsatilidade (IP) ao longo do programa. Verificamos que não há variação significativa destes índices ao longo do tempo em nenhum grupo, apresentando valores

de normalidade nos três tempos. A variância do IP deve-se ao exercício em 0.2% ( $\varepsilon^2=0.002$ ).



**Gráfico 25** - A: Variação do Índice de Resistência no início no meio e no fim do estudo; B: Variação do Índice de Pulsatilidade no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média.

Nos gráficos 26A e 26B, estão representados as variações do Volume de Fluxo e o Diâmetro carotídeo ao longo do tempo. Verificamos que, em ambos os grupos, há uma tendência para diminuir o volume de fluxo na ACC ao longo do programa de EF. A variância da diferença do volume de fluxo deve-se ao exercício em 4.6% ( $\varepsilon^2=0.046$ ). O diâmetro da artéria diminui significativamente ( $p=0.004$ ) nas iniciadas entre T1 e T3 e a variância da diferença do diâmetro luminal deve-se ao exercício em 10.1% ( $\varepsilon^2=0.0101$ ).



**Gráfico 26** A: Variação do Volume de Fluxo no início no meio e no fim do estudo, B: Variação do Diâmetro da ACC no início no meio e no fim do estudo. Os pontos representam as médias das variáveis nas iniciadas (n=11), e os quadrados as médias das variáveis nas treinadas (n=19), os traços verticais representam o erro padrão da média. Gráfico 26 B: + $p<0.01$  do tempo T3 relativamente ao tempo T1 no grupo das Iniciadas.



## **Capítulo V – Discussão e Conclusão**



## Capítulo V – Discussão e Conclusão

A Direção Geral de Saúde (DGS) considera que, mais do que o índice massa corporal (IMC), o perímetro da cintura (PC) é a medida antropométrica mais importante para avaliar o risco de mortalidade (DGS, 2005). De acordo com os dados obtidos neste estudo, as participantes estudadas não apresentam patologia impeditiva da prática de exercício físico adaptado à sua idade. No entanto, os valores do perímetro da cintura eram significativamente elevados no início do programa de hidroginástica. Tendo em conta que as mulheres que participaram neste estudo tinham uma média de idades de 64 anos, a DGS refere que nas pessoas idosas o impacto da obesidade na sua saúde é determinado pelas comorbilidades a ela associadas: diabetes tipo 2, dislipidemia, hipertensão arterial (HTA), disfunção endotelial, doença coronária, doença vascular cerebral e mesmo morte.

Relativamente aos dados antropométricos do nosso estudo, as participantes treinadas apresentam valores médios mais elevados na massa corporal, IMC, MG e PC em relação às iniciadas. Isto poderá ser justificado pela diferença significativa das idades entre grupos. Quando analisámos os valores antropométricos ao longo do programa de hidroginástica do nosso estudo, verificamos que a massa corporal, IMC e MG não mostraram variações significativas com o exercício, embora tenha ocorrido uma ligeira tendência para a diminuição destes valores. Isto pode significar que o tipo de exercício, ou o tempo de duração do programa não foi eficaz na redução destes parâmetros. Por outro lado, a massa magra, no início do estudo, apresentou-se mais elevada nas iniciadas, o que também poderá estar relacionado com a diferença nas idades mas, com o decorrer do programa foi o grupo das treinadas a apresentar valores significativamente mais elevados desta variável.

O perímetro da cintura (PC) foi o fator que mais se alterou ao longo do tempo no nosso estudo, as participantes treinadas, tiveram uma descida significativa destes valores ao fim de 5 meses de programa e essa diminuição tornou-se ainda mais significativa no final dos 10 meses do programa. Nas participantes iniciadas, a diminuição do PC fez-se ao longo do tempo mas só apresentou significado, ao fim dos 10 meses do programa.

Pescatello et al. (2014) avaliaram os efeitos do aumento do PC e encontraram associação deste fator a um maior risco de HTA, síndrome metabólica, diabetes mellitus e AVC (Pescatello 2014). Similarmente, os grupos de Thompson e de Grahan afirmaram que a redução do PC contribuiu para regular e desacelerar as mudanças relacionadas com

a idade, melhorando a função física e diminuindo a probabilidade de ocorrência de doenças cerebrovasculares (Thompson 2003)(Graham et al. 2007). Estas conclusões podem ser transpostas para o nosso estudo, uma vez que, em relação às medidas antropométricas alguns indicadores não aumentaram ao longo do tempo, enquanto que os valores do PC no fim do programa implementado eram significativamente mais baixos levando a concluir que ocorreu uma diminuição do risco de HTA, síndrome metabólico, diabetes mellitus e doenças cerebrovasculares.

Na abordagem terapêutica das dislipidemias, os profissionais de saúde devem promover intervenções no estilo de vida, adequadas a cada pessoa, considerando-se adequada uma dieta variada, nutricionalmente equilibrada e rica em leguminosas e verduras. É recomendado a prática regular e continuada de exercício físico, controlo e manutenção do IMC, restrição do consumo excessivo de álcool, diminuição do consumo de sal e cessação do consumo tabágico. A DGS (Norma nº 019/2011) recomenda como objetivo terapêutico, um risco cardiovascular baixo (SCORE < 1%) a moderado (SCORE  $\geq$  1% a < 5%), a manutenção do valor de C-Total inferior a 190 mg/dl e C-LDL inferior a 115 mg/dl (Reiner et al. 2011).

Algumas das sugestões apontadas para se conseguir a diminuição destes valores, são a simultaneidade de programas de exercício físico adequados e o apoio de Nutricionista, para a adequação da dieta, promovendo e executando sessões educativas, sendo nestes casos os benefícios obtidos de forma mais consistente e duradoura (Magalhães et al. 2013).

No nosso estudo a avaliação dos valores do perfil lipídico foram feitas apenas no início e no fim do programa de hidroginástica (10 meses depois). Os valores do perfil lipídico apresentados no início e no fim do programa eram ligeiramente superiores nas treinadas comparativamente com as iniciadas. Não ocorreu alteração desta em relação no fim do programa. Ao contrário do que aconteceu no estudo de Fahlman et al., realizado em mulheres idosas, que concluiu que 10 semanas de exercício de resistência conduziu a alterações positivas no perfil lipídico. No nosso estudo não se verificaram essas alterações ao final de 10 meses, esta manutenção pode ser justificada pela intensidade e tipo de exercício por nós estudado ou porque os valores iniciais já eram normais ou próximos dos valores de normalidade.

No estudo bioquímico das participantes e no decorrer do nosso programa de exercício físico apenas o índice aterogénico (IA) mostrou alterações que, no grupo das participantes

iniciadas, teve um aumento significativo. Esta variação do IA nas participantes iniciadas é devida à diminuição do C-HDL. Esta variação contraria a grande maioria dos estudos feitos nesta área, mas está de acordo com o estudo de Walter (2009), que afirma que o C-HDL se mantém ao longo da vida nas mulheres mas que em idade pós-menopausa tende a baixar, apresentando valores menores ou semelhantes aos Homens com perfil mais Aterogénico.

Os parâmetros hematológicos, como são exemplo a HbA1c, Hb, HCT, VGM e HGM, não mostraram alterações ao longo do nosso programa. Segundo Lima e Glaner (Lima & Glaner 2006), a associação de gordura abdominal aumentada com níveis elevados de glicémia, de C-LDL e triglicéridos conduzem a risco mais elevado de desenvolver eventos cerebrovasculares. No início do nosso estudo, apesar dos parâmetros hematológicos estarem dentro de valores normais e pelo facto do PC estar elevado em ambos os grupos, permitiu-nos dizer que existia um elevado risco destas mulheres desenvolverem complicações metabólicas (OMS, 2011).

Segundo a OMS, estima-se que em 2025 haja 300 milhões de diabéticos em todo o mundo. Em Portugal, segundo o Infarmed (2015) a prevalência de diabetes entre os 20 e 79 anos é de 13%. De facto, estima-se que os custos com esta patologia em Portugal represente aproximadamente 10% da despesa total em saúde e 0.9% do produto interno bruto português. A diabetes mellitus é um fator de risco bem estabelecido para doença cardiovascular (Silva et al. 2008).

Numa meta-análise realizada por Umpierre (2011) concluiu-se que o exercício físico estruturado, composto por treino aeróbico e de resistência, durante pelo menos 12 semanas está associado à redução acentuada da HbA1c, comparativamente aos efeitos da atividade física quotidiana. No nosso estudo não verificámos diminuição da HbA1c, no entanto, ambos os grupos apresentaram valores muito semelhantes, e dentro dos valores recomendados pela American Diabetes Association (Anon 2014). Podemos pressupor que o exercício físico continuado e estruturado pode ser efetivamente um fator controlador e regulador da HbA1c, uma vez que, nas participantes deste estudo, não se alterou ao longo do tempo, mantendo-se dentro dos limites da normalidade.

Mais de 30 estudos epidemiológicos demonstraram que a proteína C reativa (PCR) está associada ao aumento do risco cardiovascular (Calabrò et al. 2009). Esta proteína, marcador de inflamação sistémica, aumenta em resposta a diversos tipos de lesão, muito em particular a infeções bacterianas e outras situações clínicas que constituem estímulos inflamatórios. No Womens Health Study (WHS), realizado em mulheres no período pós-

menopausa, concluiu-se que a PCR ultra sensível foi o melhor preditor de risco cardiovascular, quando comparado com outros fatores de risco, como os níveis lipídicos (Silva & Lacerda 2012).

No nosso estudo a PCR apresentou-se mais elevada no grupo das treinadas, no entanto esses valores estavam dentro de valores de normalidade para ambos os grupos. Ao longo do programa de exercício físico esses valores diminuíram ligeiramente. Podemos afirmar que os valores iniciais da PCR, bem como a diminuição das mesmas com o decorrer da prática de exercício físico, pode estar associada a níveis mais baixos de inflamação e por isso a uma menor exposição ao risco cardiovascular. Mais uma vez é evidente o benefício do exercício na manutenção de valores normais de PCR, como fator de prevenção do risco cardiovascular.

A presença de hipertensão arterial é reconhecida por consenso como um importante fator de risco para doenças cardiovasculares e cerebrovasculares. Segundo Mancia et al. (2013) os valores da pressão arterial diastólica, a partir da quinta década de vida, tendem a manter-se ou a diminuir e a pressão arterial sistólica tende a aumentar (Mancia et al. 2013).

Um estudo realizado por Katunga et al (2016), em indivíduos hipertensos, mostrou que existia uma elevada taxa de aumento da espessura da íntima média na artéria carótida comum numa população Congolense, e concluiu que a hipertensão descontrolada contribuía mais para o aumento da espessura da parede arterial do que a aterosclerose precoce (Katchunga et al. 2016).

No início do nosso estudo, o grupo das participantes mais idosas (treinadas) apresentava valores de pressão arterial sistólicas e diastólicas inferiores aos valores das participantes mais novas (iniciadas), apesar dos valores de ambas se encontrarem dentro dos limites da normalidade e da diferença entre os grupos não ser significativa. Com o decorrer do programa de exercício físico esses valores foram diminuindo nos dois grupos.

No final dos dez meses do programa de exercício físico, as participantes mais novas apresentavam valores de pressão arterial sistólica inferiores às participantes mais velhas invertendo-se a tendência inicial destes valores nos dois grupos. Podemos apresentar duas justificações para estes achados, por um lado os valores mais baixos da pressão arterial sistólica das treinadas, no início do estudo, pode ser consequência do programa de hidroginástica do ano anterior, por outro, as participantes iniciadas tiveram uma descida mais acentuada que as treinadas no final do programa, consequência do exercício

continuado e provavelmente devido ao facto de serem mais novas. Quando observamos o comportamento da pressão arterial diastólica, as iniciadas apresentavam na primeira medição, valores mais elevados mas, com o decorrer do programa de hidroginástica esta pressão diminuiu significativamente, no entanto os valores de pressão arterial diastólica no final do programa continuaram mais elevados no grupo das iniciadas.

Ao analisarmos o comportamento da pressão arterial sistólica e diastólica em simultâneo, observamos uma tendência de descida de ambas as pressões com a prática do exercício físico, contribuído assim para a manutenção de valores apontados como recomendados, pelas Guidelines mais recentes da Sociedade Europeia de Cardiologia (M. F. Piepoli et al. 2016) e para a prevenção do risco de doença cardiocerebrovascular.

Os valores da pressão de pulso (PP) são bons indicadores da rigidez da artéria aorta e das grandes artérias centrais. A PP é considerada um importante marcador prognóstico cardiovascular, nas pessoas idosas é considerado como o principal preditor independente de risco de doença coronária (Roman et al. 2007)(Franklin 2010).

Verificamos que os valores da PP no início do estudo, no grupo das participantes iniciadas, era menor do que nas treinadas. Com o decorrer do programa de exercício físico a pressão arterial sistólica e diastólica diminuíram proporcionalmente, o que conduziu a manutenção dos valores da PP ao longo dos dez meses do programa. Estes achados no nosso estudo são ainda mais relevantes quando analisamos os resultados encontrados por Franklin et al (2010) que referem que em populações sedentárias e idosas a pressão de pulso tende a aumentar com a idade. Por outro lado podemos afirmar que estes resultados estão de acordo com os de Frisoli et al (2011) que demonstraram que a prática de exercício físico contribuiu para a diminuição das pressões arteriais. O facto de ter existido manutenção dos valores da PP ao longo do programa do nosso estudo, indica-nos que a rigidez arterial não aumentou contribuindo assim para a prevenção de doenças cardiovasculares.

A frequência cardíaca (FC) tem tendência a diminuir com a idade e a aumentar em indivíduos sedentários. As evidências científicas indicam que a FC de repouso tende a refletir condição de saúde, isto é, indivíduos cuja FC de repouso é elevada têm um maior risco associado a doenças cardiovasculares e mortalidade. Num estudo recente verificou-se que doze meses de treino aeróbio de intensidade moderada não melhorou a frequência cardíaca de repouso, entre adultos mais velhos (70-89 anos). Os mesmos autores

recomendam a necessidade de realizar mais estudos para determinar a relação entre a FC, a duração e a intensidade do exercício físico, em pessoas idosas (O'Hartaigh et al. 2014).

Um estudo realizado por Shephard & Sidney (1978) em humanos mais velhos, concluiu que o exercício aeróbio reduz a frequência cardíaca de repouso e as catecolaminas plasmáticas.

No nosso estudo verificamos que as participantes iniciadas tinham valores de FC mais elevados do que as treinadas (mais velhas). Com o decorrer do programa de hidroginástica a diminuição da FC foi significativa apenas no grupo das iniciadas atingindo valores médios finais inferiores às treinadas. Podemos depreender que a influência do exercício físico nos valores de FC, encontrados no nosso estudo, contrariam os resultados encontrados por O'Hartaigh (2014) (O'Hartaigh et al. 2014). Parece-nos ainda que o efeito do exercício sobre a FC só ocorre quando os valores iniciais da FC, antes do início do programa de exercício programado, são mais elevados, isto é, o exercício parece ter efeito mais pronunciado na FC das participantes sedentárias.

Podemos também pressupor que os valores mais baixos de FC nas treinadas, apesar de velhas, tenha a ver com o exercício acumulado do ano anterior.

O Índice de Risco Cardiovascular (IRCV) é um indicador de risco global para eventos cardiovasculares. Este índice é calculado tendo por base a massa corporal, idade, IMC, PAS e C-HDL entre outros fatores de risco não existentes nesta população, como hábitos tabágicos e consumo de álcool (M. Piepoli et al. 2016).

No nosso estudo, o IRCV dos dois grupos de participantes era moderado (1.5 nas iniciadas e 1.8 nas treinadas) segundo a Sociedade Europeia de Cardiologia (M. F. Piepoli et al. 2016), sendo as participantes mais velhas a apresentar valores ligeiramente superiores. Quando observamos individualmente cada grupo, verificámos que ao longo do programa de exercício ocorre uma ligeira diminuição do IRCV nas participantes iniciadas mas sem significado estatístico. Com estes resultados podemos afirmar que o exercício físico não provocou uma diminuição significativa do IRCV, o que pode dever-se ao facto do grau de risco, ser inicialmente, muito próximo dos valores considerados baixo risco, contudo, o IRCV não aumentou durante os 10 meses do programa.

A medição das pressões sistólicas dos membros superiores (PSMS) e inferiores (PSMI) permitem-nos calcular o Índice Tornozelo Braço (ITB). Este índice é considerado atualmente como um excelente contributo para a deteção precoce de doença arterial periférica (DAP) (Alahdab et al. 2015)(Aboyans et al. 2012).

Quando analisamos as pressões sistólicas dos membros superiores e inferiores, podemos verificar se esses valores estão dentro dos valores de normalidade, por outro lado existem valores de referência entre o lado direito e esquerdo que nos permitem detectar se há ou não alterações nos leitos vasculares. No nosso estudo, quando comparámos as PSMS esquerdas e direitas verificámos que não existiam diferenças superiores a 10 mmHg (Conte et al. 2015) de todas as participantes. Podemos concluir que nenhuma das participantes apresentava doença arterial periférica dos membros superiores. Quando fizemos a comparação entre os dois membros inferiores chegamos à mesma conclusão, uma vez que os valores se encontravam dentro dos valores de normalidade.

A análise das pressões sistólicas de todos os membros ao longo do programa de exercício físico permitiu verificar que há uma diminuição progressiva das PSMS do lado direito e do lado esquerdo, no entanto essa diminuição só se apresenta significativa no grupo das treinadas. Este comportamento pode ser justificado por estas terem adquirido uma maior capacidade de adaptação da vasculatura arterial com o exercício físico acumulado no ano anterior, que se traduziu numa maior redução das resistências vasculares periféricas.

Quando analisámos o comportamento das pressões dos membros inferiores ao longo do programa de exercício físico, verificámos uma diminuição progressiva das pressões nas treinadas. As participantes iniciadas apresentaram um aumento destas pressões aos cinco meses, mas com a continuidade do programa ocorreu uma diminuição significativa destes valores. Ao analisar este comportamento, podemos dizer que as participantes iniciadas tiveram uma resposta inicial que se manifestou com um aumento das resistências periféricas e depois, com a continuidade do programa, a vasculatura arterial adapta-se diminuindo as resistências nos membros inferiores.

O exercício físico é apontado como responsável pelos seguintes efeitos na vasculatura periférica, promoção e alargamento da rede colateral, angiogenese induzida pelo exercício e vasodilatação devido ao aumento de libertação e biodisponibilidade de óxido nítrico (Conte et al. 2015). O ITB é atualmente considerado essencial na deteção da doença aterosclerótica assintomática, estando os valores considerados anormais relacionados com risco cardiovascular aumentado (Ittaman et al. 2014). É um índice de fácil obtenção e reprodutível (Perk et al. 2012). Atualmente, para o diagnóstico de aterosclerose nos membros inferiores, o cálculo do ITB, cujo valor representa a

permeabilidade vascular periférica, é considerado o método *GoldStandard* com sensibilidade e especificidade entre os 97% e 100% (Criqui & Aboyans 2015).

Segundo (Resnick et al. 2004), valores de ITB inferiores a 0.9 ou superiores a 1.4 associados ao envelhecimento, aumentam o risco de mortalidade cardiovascular; já Garg et al. 2009 afirmam que níveis elevados de atividade física estão associados a menor declínio funcional em pessoas com DAP ou em pessoas com fatores de risco.

Os valores do ITB no nosso estudo encontram-se dentro dos limites de normalidade nos dois grupos e não ocorreram diferenças significativas quando comparamos o início e o fim do programa de exercício físico. Apesar da diminuição das pressões sistólicas dos membros superiores e inferiores, esta descida foi equivalente em todos os membros e desta forma o ITB não apresentou variação de valores.

Nas participantes iniciadas ocorre uma ligeira subida deste índice, em resposta ao exercício, até aos cinco meses de programa. Com a continuidade do programa de exercício físico este valor desce significativamente dos cinco para os dez meses, não havendo diferenças significativas entre o início e o fim do programa.

À mesma conclusão chegaram Crowther et al. (2008), que após um programa de exercício físico supervisionado com a duração de 12 meses, não obtiveram diferenças nos valores do ITB (Crowther et al. 2008).

Também (Bertoni et al. 2009) num estudo multiétnico, chegou à conclusão que o efeito do exercício físico moderado ou vigoroso em mulheres, pouco influenciava os valores do ITB.

No estudo (Matsushita et al. 2017) em indivíduos com idades compreendidas ente os 50 e os 75 anos, concluiu que o ITB entre os valores 1.11 e 1.2 tinham um melhor perfil diabético, menor recurso a fármacos anti-hipertensores, menor probabilidade de doença coronária e de AVC. Por outro lado, verificou que valores de ITB inferiores a 1.1 e superior a 1.3 estão associados a má condição física, independentemente dos fatores de risco cardiovasculares.

Em síntese, podemos dizer que as participantes que frequentavam o programa pelo segundo ano (treinadas) apresentaram uma maior estabilidade das pressões arteriais periféricas ao longo do tempo, que não foi tão linear nas iniciadas. Estas respostas podem dever-se ao facto das treinadas terem um tempo de exercício acumulado e terem desenvolvido processos adaptativos ao exercício físico. O exercício mostra ser um estabilizador das pressões arteriais periféricas contrariando a tendência de aumento devido à idade e inatividade frequente nesta faixa etária.

A medição das pressões sistólicas dos membros superiores e inferiores, em conjunto com o cálculo do ITB, têm alta sensibilidade para a detecção de DAP. Esta doença é muitas vezes assintomática, pelo que estes métodos contribuem de forma simples e não invasiva para o despiste e intervenção precoce, travando a progressão da doença.

Desta forma, podemos inferir que este programa de hidroginástica, ao manter ou diminuir as pressões arteriais periféricas, diminuiu o risco cardiovascular e manteve o nível funcional das praticantes, melhorando a resposta endotelial. Estes achados vêm de encontro aos de Payvandi et al. 2009, que afirmam que a associação entre atividade física e a função endotelial pode ser diferente em indivíduos com ou sem DAP, sendo que os que têm DAP apresentam menor nível de atividade física e uma menor resposta endotelial ao exercício.

As primeiras alterações morfológicas dos vasos podem ser visualizadas por ultrassonografia em modo B. A espessura íntima-média (EIM) da artéria carótida comum (ACC) tem sido medida por ultrassonografia modo B nos últimos 30 anos e é considerada consensualmente como uma ferramenta poderosa para a estratificação do risco cardiovascular, a EIM da ACC pode ser o marcador mais sensível para os primeiros estágios da aterosclerose (Lorenz et al. 2007).

A ultrassonografia permite-nos compreender que a maior ou menor capacidade de amortecimento da onda de pressão sanguínea, depende da rigidez e distensibilidade arterial e estas interferem nas velocidades do sangue no seu interior.

No nosso estudo verificámos uma diminuição das velocidades máximas e mínimas, ao longo do tempo do programa nos dois grupos, mas com significado estatístico apenas no grupo das participantes treinadas. O mesmo comportamento foi observado no volume de sangue e nos diâmetros das carótidas. Estas respostas, por parte das artérias, podem ser consideradas fatores de equilíbrio hemodinâmico e, desta forma, contribuem para reduzir o stresse na parede arterial. Em concordância com os resultados anteriores, a rigidez arterial (calculada por ultrassonografia carotídea) também apresentou uma diminuição ao longo do programa. Em concordância com o exposto, os valores da Compliance aumentaram ao longo do programa de exercício físico.

Quando analisamos os grupos individualmente, podemos observar que as participantes treinadas apresentavam inicialmente velocidades máximas mais elevadas, velocidades mínimas mais baixas, o que se refletiu nos índices de resistência e de pulsatilidade que se apresentavam mais elevados neste grupo de participantes.

Os índices de resistência e pulsatilidade são considerados úteis para o diagnóstico de doença cerebrovascular, no entanto, no nosso estudo, não sofreram alterações significativas com o exercício físico e mantiveram-se dentro dos valores de normalidade. As diferenças que existem entre grupos dever-se-ão à diferença de idade e ao tempo de exposição ao exercício físico, isto é, as participantes treinadas, por terem mais tempo de prática de exercício físico, têm uma maior capacidade de amortecimento/compliance ao fluxo arterial, mas por outro lado e devido à idade, têm uma rigidez arterial inicial maior. As iniciadas em resposta ao exercício físico (cinco meses), apresentaram uma menor variação das velocidades mínimas (endodiastólicas) e uma menor variação do volume de fluxo.

Num estudo de Lefferts et al. (2014) observou-se que o exercício físico agudo de resistência produziu alterações no índice de rigidez carotídea no entanto, não houve alterações nos índices de resistência e de Pulsatilidade, estes resultados também foram observados nos estudos de Collier e DeVan (Collier et al. 2008)(DeVan et al. 2005).

O estudo (Okamoto et al. 2014) concluiu que o exercício de baixa resistência e baixa intensidade aumenta a compliance arterial e diminui a resistência.

Na análise dos diâmetros sistólicos (DS) e diastólicos (DD) da carótida comum, observamos uma diminuição destes valores ao longo do programa de exercício físico, no entanto, quando calculamos a diferença entre estes dois diâmetros (DS-DD), verificamos que nas participantes iniciadas, com o decorrer do programa, esta diferença tende a diminuir, enquanto a diferença tende a aumentar nas treinadas. Podemos concluir que, com o decorrer do programa de exercício físico, a elasticidade da artéria carotídea melhorou nas treinadas não acontecendo o mesmo nas iniciadas.

Para avaliarmos as propriedades elásticas das artérias carotídeas recorreremos à medição da rigidez arterial. A velocidade da onda de pulso (PWV) mede (em metros por segundo) o tempo que a onda demora a percorrer a distância entre as artérias carótida e femoral. No nosso estudo recorreremos à técnica ultrassonográfica, que mede a pressão e o diâmetro dos vasos, aplicando as fórmulas descritas por Miyachi (Miyachi 2004). Estes resultados permitem chegar a um valor que reflete essa propriedade inerente de todas as artérias.

Ao analisarmos os diâmetros das carótidas (sistólico, diastólico e diferença entre eles), verificamos que há uma diminuição significativa do diâmetro sistólico nos primeiros cinco meses em ambos os grupos. Com a continuidade do programa, os diâmetros das treinadas voltam a aumentar quase até aos valores iniciais. Já nas participantes treinadas,

a diminuição continuou até aos 10 meses mas sem significado. O diâmetro diastólico apresentou uma diminuição significativa ao final de cinco meses, mas apenas no grupo das treinadas. Esta resposta difere dos diâmetros carotídeos a partir dos cinco meses entre grupos, e pode ser explicada pela maior flexibilidade arterial ou mesmo pela capacidade de remodelação já adquiridas pelas treinadas no ano anterior. Esta diminuição dos diâmetros, sobretudo aos cinco meses do programa, e as maiores diferenças entre os diâmetros sistólicos e diastólicos são consequência duma maior vasodilatação e consequente diminuição da pressão arterial.

Ao analisarmos os valores da Compliance arterial, que é funcionalmente oposta ao índice de rigidez arterial ( $\beta$  stiffness), verificamos que o grupo das participantes treinadas tem valores mais elevados destes dois fatores no início do programa, o que significa que as treinadas têm inicialmente maior distensibilidade arterial ou compliance arterial, o que lhes permite uma maior capacidade de amortecimentos da onda de pressão arterial.

As participantes treinadas aumentam ligeiramente os valores da Compliance, até aos dez meses, mas sem significado estatístico. Nas participantes iniciadas, os valores da Compliance sobem aos cinco meses e descem significativamente até aos dez meses do programa. Podemos considerar, analisando e comparando o comportamento da Compliance das treinadas, que a continuidade do exercício físico, permite uma maior adaptação e remodelação arterial que se traduz por uma maior Compliance.

Exercício de alta intensidade e treino de resistência está associado ao aumento da resistência (Miyachi 2013). Evidências recentes têm demonstrado que o exercício de resistência pode contribuir para a diminuição da velocidade do fluxo cerebral (Jung et al. 2012).

O aumento da rigidez arterial está associada ao aumento do risco de um primeiro evento cardiovascular incluindo o enfarte miocárdio e o AVC (Amoh-Tonto et al. 2009)(Mitchell et al. 2010).

Numa meta-análise (Montero et al. 2015) com combinação de exercício aeróbico e de resistência, mostrou-se que esta combinação não é tão eficaz como o exercício aeróbico isolado para a diminuição da rigidez arterial.

Por outro lado, noutra meta-análise (Ashor et al. 2014), concluiu-se que o exercício aeróbico melhorou significativamente a rigidez arterial e este efeito foi mais significativo nos participantes que tinham maior rigidez inicial e nos indivíduos em quem se aumentou a intensidade do exercício ao longo do programa.

No nosso estudo verificámos que a rigidez nas iniciadas diminuiu ao fim de 5 meses mas depois voltou a aumentar. Já nas treinadas a rigidez desceu progressivamente ao longo do estudo, mas de uma forma muito ligeira. Mais uma vez podemos considerar que é o exercício físico realizado, de forma continuada e programada, tem um efeito mais consistente e positivo na rigidez arterial, diminuindo-a, o que vai ao encontro dos resultados na meta-análise de Ashor, 2014.

A medição da Espessura Íntima Média (EIM) nas artéria carótídea por ultrassonografia, com ou sem a presença de placas na carótida comum, mostrou-se um importante preditor para a ocorrência de AVC e enfarte do miocárdio, independentemente dos fatores de risco apontados como mais comuns (HTA, tabagismo, dislipidémias, sedentarismo, diabetes). Isto é válido tanto para o valor EIM nas bifurcações carótídeas (refletindo um estadio inicial da aterosclerose) como para o valor da EIM ao nível da artéria carótida comum (refletindo principalmente hipertrofia vascular). Existe uma relação positiva entre o aumento da EIM carótídea e o risco de desenvolver eventos cardiovasculares (Mancia et al. 2013).

O estado glicémico está associado a todos os graus de aterosclerose carótídea. Estas alterações nas carótidas, em graus intermédios de evolução da aterosclerose, podem ser detetadas precocemente através da medição da EIM ou demonstrado pela presença de placas carótídeas ou de estenose carótídea (Mostaza et al. 2015). No nosso estudo esta relação não se verificou.

Por outro lado, comparando com o Cardiovascular Health Study, em pacientes idosos, ou com o European Lacidipine Study on Atherosclerosis (ELSA), em pacientes de meia-idade, onde também foi avaliado a EIM, o risco cardiovascular foi maior nos pacientes idosos do que nos pacientes de meia-idade.

Uma revisão sistemática recente (Peters et al. 2011) concluiu que o rastreio carotídeo tem um valor preditivo adicional, e deve ser realizado em indivíduos assintomáticos com risco cardiovascular intermédio.

Numa recente revisão da literatura (Qu & Qu 2015) foi evidenciada a associação entre o espessamento da íntima média carótídea e fatores de risco cardiovasculares tradicionais, mostrando que a EIM é um bom preditor precoce de aterosclerose e que a medição da EIM é vantajosa, simples e prática, mesmo em pessoas que ainda não têm doença.

No estudo (Homma et al. 2001) observou-se que a EIM da artéria carótida comum, aumenta linearmente com a idade, a partir de um valor médio de 0.48 mm aos 40 anos para 1.02 mm aos 100 anos ([EIM = (0.009x idade)+0.116]).

Os resultados do estudo MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis) (Tattersall et al. 2014) demonstraram que, ao longo de uma década de observação, a etnia hispânica e chinesa, bem como o uso de medicação anti-hipertensiva, foram consistentemente associados a uma progressão mais lenta da EIM na carótida.

Os valores da EIM avaliados no início do nosso estudo, encontravam-se dentro de valores de normalidade e não se verificou a existência de placas de ateroma em nenhuma das participantes. Quando avaliámos o comportamento da EIM ao longo do programa de hidroginástica, verificamos que houve uma diminuição significativa entre o início e o fim do programa em ambos os grupos das participantes. Quando analisámos individualmente cada grupo, as participantes treinadas apresentavam uma diminuição significativa da EIM aos cinco meses e depois estabilizavam esses valores até ao final do programa; já nas participantes iniciadas a diminuição da EIM foi significativa ao final dos cinco meses e ao final dos dez meses tornou-se ainda mais significativa.

Os resultados por nós encontrados vão ao encontro dos de Dinunno et al. (2001) e Rauramaa et al. (2004), que também avaliaram o comportamento da EIM carotídea e obtiveram diminuição da parede, contudo Tanaka et al. (2000) e Okamoto et al. (2006) não obtiveram diferenças.

Numa meta-análise (Thijssen et al. 2012) de vários estudos do comportamento da EIM, em resposta ao exercício físico aeróbico, os resultados foram mais otimistas uma vez que o exercício mostrou ser o fator que mais contribui para a prevenção primária do espessamento da intima média, em indivíduos saudáveis e remodelação das artérias em sujeitos que tinham risco ou já com doença cardíaca.

Sendo a EIM um preditor independente para doença cardiovascular (Lorenz et al. 2006), podemos dizer que a diminuição da EIM após um programa de hidroginástica, diminui significativamente o risco cardiovascular, mesmo em indivíduos assintomáticos (Peters et al. 2011). Outros autores como Smith (2000), O'Lerery (2002) e Touboul (2012) e também a American Heart Association, mostraram que os participantes neste tipo de programas, ao obterem a redução da EIM, reduzem o risco de desenvolver doença coronária e doença carotídea.

Um estudo realizado por Eigenbrodt et al. (2013) concluiu que o aumento da EIM em ambas as carótidas é um forte preditor para eventos cerebrovasculares e uma ótima ferramenta para a previsão de AVC.

Os nossos resultados apontam para uma diminuição desse risco, uma vez que nenhuma das participantes apresentava placas de atheroma e ocorreu uma diminuição significativa da EIM no fim do programa de hidroginástica, contrariando desta forma, o aparecimento de aterosclerose.

Recorrendo aos dados do estudo de Rotterdam (Lorenz et al. 2006) onde se calculou que um aumento de 0.163 mm da EIM na artéria carótida, aumenta o risco de AVC e aos dados posteriores de uma meta-análise realizada pelo mesmo autor (2007)(Lorenz et al. 2007) onde refere que um aumento de 0.1 mm na EIM da artéria carótida aumenta o risco de AVC entre 13% a 18%, aplicá-los ao nosso estudo.

Com a aplicação destes cálculos, podemos dizer que o nosso programa de hidroginástica, de 10 meses, conseguiu uma redução da EIM de 0.1 mm nas participantes treinadas e de 0.18 mm nas iniciadas, diminuindo o risco de AVC entre 13 e 18% nas primeiras e quase do dobro nas iniciadas.

Se aplicarmos a fórmula descrita por Homma et al. 2001, à idade das participantes deste estudo, a EIM deveria ter aumentado aproximadamente 0.09mm durante a duração do programa, o que evidencia ainda mais o benefício obtido pelo tipo de exercício por nós estudado, já que obtivemos diminuição significativa da EIM atrasando a evolução fisiológica, relacionada com a idade e o sedentarismo.

As paredes das artérias carótidas e femorais são diretamente influenciadas por alterações no tónus vascular, uma vez que, em ambas ocorre uma diminuição da espessura da parede, quando o tónus vascular é modificado de forma aguda (Thijssen et al. 2012). O mesmo aconteceu em estudos anteriores onde se observou que o exercício físico pode alterar o tónus vascular das artérias periféricas contribuindo, possivelmente, para uma diminuição na espessura da parede arterial.

Perante este resultado, podemos afirmar que, em pessoas idosas ou próximas destas idades, quanto mais precoce for desenvolvida a prática de exercício físico orientado e adaptado, maiores serão os benefícios e mais rapidamente se reduz ou mantem o risco de doenças cerebrovasculares.

Os nossos resultados permitem-nos afirmar que a intensidade e frequência do exercício de que foi utilizada neste estudo, contribuiu para a diminuição do perímetro da cintura, para a diminuição da Pressão arterial, diminuição da frequência cardíaca,

diminuição da PCR (indicador direto da função endotelial) diminuição da espessura da íntima média carotídea, permitindo desta forma reduzir e atrasar o aparecimento de sinais sub-clínicos de aterosclerose. Assim sendo, podemos dizer também que o programa de exercício físico utilizado para este estudo contribuiu para a redução do risco cardiovascular e, por conseguinte, para a diminuição da morbidade e comorbidades normalmente associadas aos indivíduos sedentários nesta faixa etária.

### **Conclusão:**

A prática de exercício físico supervisionada implementada neste programa não foi, só por si, responsável pela diminuição significativa dos valores dos parâmetros antropométricos e do perfil lipídico. Contudo, parece ter contribuído para a manutenção dos valores iniciais, dentro dos limites da normalidade, e até para a ligeira diminuição de alguns destes parâmetros. Este facto pode ser considerado um benefício, dado que estes valores tendem a sofrer alterações significativas com o avançar da idade e com estilos de vida sedentário.

A pressão arterial sistólica e diastólica diminuíram com o exercício físico; assim podemos considerar que o exercício físico praticado neste programa permite diminuir ou adiar o recurso a fármacos anti-hipertensores, prevenindo o desenvolvimento de doença aterosclerótica, pela diminuição da espessura da íntima média carotídea.

As pressões periféricas e parâmetros cardiovasculares, apesar de não mostrarem variações significativas ao longo do programa, não deixaram de se manter dentro dos valores normais, aproximando-se de valores médios mais baixos do que os valores apontados como normais para estas idades.

Podemos deduzir que, a diminuição do perímetro da cintura, das resistências periféricas associadas à diminuição da PCR e a diminuição da EIM são fatores preponderantes para a diminuição dos riscos cardiovasculares, permitindo às populações mais idosas encarar a manutenção da sua independência e de níveis de saúde e de qualidade de vida mais elevados, durante mais tempo.

Os resultados mais relevantes do nosso estudo, pelo impacto amplamente observado, foram a diminuição significativa da EIM e a diminuição do perímetro da cintura. Estes dois fatores são, só por si, capazes de reduzir significativamente o risco de ocorrência de doenças cardiocerebrovasculares. Desta forma, o incentivo da prática da hidroginástica

feita por entidades públicas e profissionais de saúde competentes, é uma excelente ferramenta na remodelação e manutenção das propriedades vasculo-elásticas das artérias, para além dos benefícios psicológicos e a qualidade de vida de pessoas mais velhas apontados por diversos estudos. Podemos concluir que, os benefícios decorrentes da prática do exercício físico continuado, fazem-se sentir com maior intensidade nas pessoas que iniciaram pela primeira vez estes programas. Nas participantes que frequentaram o programa pela segunda vez, demonstrou-se o benefício contínuo e acumulado, que é positivamente influenciador da diminuição de probabilidade de ocorrência de eventos cardiovasculares, habitualmente associados ao envelhecimento e ao sedentarismo.

Perante estas evidências, é importante desenvolver medidas que possibilitem reduzir o envelhecimento prematuro ou patológico, ajudando a retardar ou anular as situações que contribuem para a perda da capacidade de independência e autonomia dos idosos. A inclusão dos idosos em programas de atividade física torna-se um mediador do envelhecimento mais saudável, além de proporcionar uma maior inclusão no meio social, permitindo o aumento dos indicadores de saúde nestas populações.

Os profissionais de saúde e do desporto devem promover a prática de exercício físico em todas as idades, e trabalhar em conjunto ajustando estratégias para cada caso de acordo com as possibilidades físicas de cada um, e desta forma possibilitar o controlo dos fatores de risco que, nas pessoas idosas, têm um forte impacto na ocorrência de eventos cardiovasculares e cerebrovasculares.

A promoção deste tipo de programas, como é exemplo o da hidroginástica, deve ser desenvolvido e replicado por entidades locais, nacionais ou internacionais e deve ser promovido e divulgado para que, cada vez mais pessoas possam beneficiar deles.

Esperamos que os resultados expressos neste trabalho possam servir de alerta e estímulo para o desenvolvimento de programas de exercício físico para as populações, atuando como prevenção de doenças altamente prevalentes na nossa sociedade.

O impacto social e económico das doenças cardio e cerebrovasculares na sociedade atual é considerado devastador. Não só pela mortalidade como pelos custos económicos e sociais associados à morbilidade numa sociedade com crescente população idosa.

Este tipo de atividade preventiva deve ser encarada numa perspetiva de saúde pública onde, com pouco investimento económico, se poderia reduzir em biliões de euros os gastos em saúde provocados por internamentos, cuidados continuados e fármacos,

habitualmente associados ao tratamento e às consequências dos eventos cardio e cerebrovasculares.

Esperamos também, com estes resultados, ter dado um contributo para que sejam inculcadas, o mais precocemente possível, estratégias para a mudança comportamental para a adoção de estilos de vida saudável, principalmente para a prática de hidrogenástica que desta forma, pode dar um contributo fundamental na diminuição da mortalidade e morbilidade por doença cardiovascular no nosso país e no mundo.



## **Bibliografia**



## Bibliografia

- Aboyans, V. et al., 2012. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 126(24), pp.2890–909. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23159553> [Accessed August 6, 2013].
- Acree, L.S. et al., 2006. Physical activity is related to quality of life in older adults. *Health and quality of life outcomes*, 4, p.37. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1524938&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 6, 2013].
- Alahdab, F. et al., 2015. A systematic review for the screening for peripheral arterial disease in asymptomatic patients. *Journal of Vascular Surgery*, 61(3), p.42S–53S. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521414022836>.
- Alves, R. et al., 2004. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(1), pp.31–37. Available at: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-86922004000100003&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922004000100003&lng=pt&tlng=pt).
- Amoh-Tonto, C.A. et al., 2009. Brachial-ankle pulse wave velocity is associated with walking distance in patients referred for peripheral arterial disease evaluation. *Atherosclerosis*, 206(1), pp.173–178. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021915009000926>.
- Anon, 2014. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 37(Supplement\_1), pp.S81–S90.
- Araujo, C., 2015. componentes aeróbico e não-aeróbicos da aptidão física: fatores de risco para mortalidade por todas as causas. *Revista Factores de Risco*, (35), pp.36–42.
- Ashor, A.W. et al., 2014. Effects of Exercise Modalities on Arterial Stiffness and Wave Reflection: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials Y. Li, ed. *PLoS ONE*, 9(10), p.e110034. Available at: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0110034>.
- Aubert, A.E., Seps, B. & Beckers, F., 2003. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Medicine*, 33(12), pp.889–919. Available at: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200333120-00003>.
- Bassuk, S.S. & Manson, J.E., 2010. Physical activity and cardiovascular disease prevention in women: A review of the epidemiologic evidence. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 20(6), pp.467–473. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0939475310000086>.
- Batista, F. et al., 2011. *Livro Verde da actividade física*, Instituto Desporto Portugal.
- Bertoni, A.G. et al., 2009. The association between physical activity and subclinical atherosclerosis: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American journal of epidemiology*, 169(4), pp.444–54. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2726643&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 14, 2013].
- Bjällmark, A. et al., 2010. Ultrasonographic strain imaging is superior to conventional non-invasive measures of vascular stiffness in the detection of age-dependent differences in the mechanical properties of the common carotid artery. *European*

- journal of echocardiography: the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology*, 11(7), pp.630–6. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20338957> [Accessed August 7, 2013].
- Calabrò, P., Golia, E. & Yeh, E.T.H., 2009. CRP and the risk of atherosclerotic events. *Seminars in Immunopathology*, 31(1), pp.79–94. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s00281-009-0149-4>.
- Caspersen, C.J., Powell, K.E. & Christenson, G.M., 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 100(2), pp.126–31. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1424733&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 6, 2013].
- Chang-Chien, C.S. et al., 1978. [Malignant hemangioendothelioma of the liver --case report and review of literature (author's transl)]. *Taiwan yi xue hui za zhi. Journal of the Formosan Medical Association*, 77(11), pp.868–72. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/284096>.
- Chau, J. et al., 2013. Daily Sitting Time and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis O. Y. Gorlova, ed. *PLoS ONE*, 8(11), p.e80000. Available at: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0080000>.
- Chodzko-Zajko, W. et al., 2009. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), pp.1510–1530.
- Chodzko-Zajko, W.J. et al., 2009. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), pp.1510–1530. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19516148> [Accessed August 6, 2013].
- Collaboration, E.R.F., 2011. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease. *Lancet*, 377, pp.1085–95. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60105-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60105-0) Open access funded by British Heart Foundation.
- Collier, S.R. et al., 2008. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *Journal of Human Hypertension*, 22(10), pp.678–686. Available at: <http://www.nature.com/doifinder/10.1038/jhh.2008.36>.
- Conte, M. et al., 2015. Society for Vascular Surgery practice guidelines for atherosclerotic occlusive disease of the lower extremities: Management of asymptomatic disease and claudication. *Journal of Vascular Surgery*, 61(3), p.2S–41S.e1. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521414022848>.
- Costa, A. & Duarte, E., 2002. Atividade física e a relação com a qualidade de vida, de pessoas com seqüelas de acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI) ischemic cerebral stroke disease. *Rev. Bras. Ciên. e Mov*, 10(1), pp.47–54.
- Criqui, M.H. & Aboyans, V., 2015. Epidemiology of Peripheral Artery Disease. *Circulation Research*, 116(9), pp.1509–1526. Available at: <http://circres.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/CIRCRESAHA.116.303849>.
- Crowther, R.G. et al., 2008. Effects of a long-term exercise program on lower limb mobility, physiological responses, walking performance, and physical activity levels in patients with peripheral arterial disease. *Journal of Vascular Surgery*, 47(2), pp.303–309. Available at:

- <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0741521407017405>.
- Dachun Xu et al., 2010. Sensitivity and specificity of the ankle-brachial index to diagnose peripheral artery disease: a structured review. *Vascular Medicine*, 15(5), pp.361–369. Available at: <http://vmj.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1358863X10378376>.
- Davis, N.E., 2005. Atherosclerosis—An Inflammatory Process. *JOURNAL OF INSURANCE MEDICINE*, p.37:72–75.
- DeVan, A.E. et al., 2005. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 98(6), pp.2287–91. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15718412> [Accessed August 6, 2013].
- Dinunno, F. et al., 2001. Regular endurance exercise induces expansive arterial remodelling in the trained limbs of healthy men. *J Physiol.*, 1(534), pp.287–95.
- Eigenbrodt, M.L. et al., 2013. Bilateral common carotid artery ultrasound for prediction of incident strokes using intima-media thickness and external diameter: an observational study. *Cardiovascular Ultrasound*, 11(1), p.22. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3686606&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 7, 2013].
- Fahlman, M.M. et al., 2002. *Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women.*,
- Federman, D.G. & Kravetz, J.D., 2007. Peripheral arterial disease: diagnosis, treatment, and systemic implications. *Clinics in dermatology*, 25(1), pp.93–100. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17276206> [Accessed August 7, 2013].
- Felipe, M.R., Munretti, A.M. & Lima, E.C. de, 2009. Atividade física, perfil antropométrico e padrão de consumo alimentar de idosos pertencentes aos clubes de melhor idade do município de Balneário Camburiú, Santa Catarina. *Revista da Unifebe*, 1(1), pp.1–13.
- Flegal, K.M. et al., 2007. Cause-Specific Excess Deaths Associated With Underweight, Overweight, and Obesity. *JAMA*, 298(17), p.2028. Available at: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.298.17.2028>.
- Franchi, K.M.B. et al., 2009. Original Capacidade Funcional E Atividade Física De Idosos Com Diabetes Tipo 2. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 13(3), pp.158–166.
- Franklin, S.S. et al., 2009. Single Versus Combined Blood Pressure Components and Risk for Cardiovascular Disease: The Framingham Heart Study. *Circulation*, 119(2), pp.243–250. Available at: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.797936>.
- Franklin, S.S., 2010. The pathobiology of isolated systolic hypertension. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 27(1), pp.23–26. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1889183709000622>.
- Frisoli, T.M. et al., 2011. Beyond salt: Lifestyle modifications and blood pressure. *European Heart Journal*, 32(24), pp.3081–3087.
- Garg, P.K. et al., 2009. Physical activity during daily life and functional decline in peripheral arterial disease. *Circulation*, 119(2), pp.251–60. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2888033&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 7, 2013].

- Graham, I. et al., 2007. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Executive summary. *Atherosclerosis*, 194(1), pp.1–45. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17880983> [Accessed October 31, 2013].
- Greenland, P. et al., 2010. 2010 ACCF/AHA Guideline for Assessment of Cardiovascular Risk in Asymptomatic Adults: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, 122(25), pp.e584–e636. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21098428> [Accessed August 7, 2013].
- Hamerlynck, J.V.T.H., Middeldorp, S. & Scholten, R.J.P.M., 2006. From the Cochrane Library: postmenopausal hormone replacement therapy (HRT) does not protect women against cardiovascular disease but does lead to an increased risk of venous thromboembolism. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, 150(10), pp.546–548. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16566418>.
- Hauer, H. et al., 2008. Prevalence of obesity in primary care using different anthropometric measures--results of the German Metabolic and Cardiovascular Risk Project (GEMCAS). *BMC public health*, 8, p.282.
- Homma, S. et al., 2001. Carotid Plaque and Intima-Media Thickness Assessed by B-Mode Ultrasonography in Subjects Ranging From Young Adults to Centenarians Editorial Comment. *Stroke*, 32(4), pp.830–835. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11283378>.
- Irwin, M.L. et al., 2003. Effect of Exercise on Total and Intra-abdominal Body Fat in Postmenopausal Women. *JAMA*, 289(3), p.323. Available at: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.289.3.323>.
- Ittaman, S. V., VanWormer, J.J. & Rezkalla, S.H., 2014. The Role of Aspirin in the Prevention of Cardiovascular Disease. *Clinical Medicine & Research*, 12(3–4), pp.147–154. Available at: <http://www.clinmedres.org/cgi/doi/10.3121/cmr.2013.1197>.
- Jung, J. et al., 2012. Effects of Resistive Exercise on Cerebral Blood Flow Velocity and Pulsatility Index of Healthy People. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(9), pp.915–917. Available at: <http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/jpts/24.915?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>.
- Kanthe, P.S. et al., 2012. Atherogenic Index as a Predictor of Cardiovascular Risk among Women with Different Grades of Obesity. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health*, 4(10), pp.1767–1774.
- Katchunga, P. et al., 2016. Épaisseur intima-média carotidienne chez l’hypertendu congolais du Sud-Kivu. *Annales de Cardiologie et d’Angéiologie*, 65(2), pp.64–70. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003392814002017>.
- LaMonte, M.J. et al., 2002. Cardiorespiratory fitness and C-reactive protein among a tri-ethnic sample of women. *Circulation*, 106(4), pp.403–406.
- Lee, D.C. et al., 2014. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *Journal of the American College of Cardiology*, 64(5), pp.472–481.
- Lefferts, W.K., Augustine, J.A. & Heffernan, K.S., 2014. Effect of acute resistance exercise on carotid artery stiffness and cerebral blood flow pulsatility. *Frontiers in Physiology*, 5. Available at: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2014.00101/abstract>.

- Lima, W. & Glaner, M., 2006. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. *Revista brasileira de Cineantropometria*, 8 (1), pp.96–104.
- Lorenz, M. et al., 2007. Prediction of clinical cardiovascular events with carotid intima-media thickness: A systematic review and meta-analysis. *Circulation*, 115(4), pp.459–467.
- Lorenz, M.W. et al., 2006. Carotid intima-media thickening indicates a higher vascular risk across a wide age range: Prospective data from the Carotid Atherosclerosis Progression Study (CAPS). *Stroke*, 37(1), pp.87–92.
- Machann, J. et al., 2013. Diagnostic imaging in obesity. *Best practice & research. Clinical endocrinology & metabolism*, 27(2), pp.261–77.
- Magalhães, S. et al., 2013. Efeitos a longo prazo de um programa de reabilitação cardíaca no controlo dos fatores de risco cardiovasculares. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 32(3), pp.191–199.
- Mancia, G. et al., 2013. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. *Journal of Hypertension*, 31(7), pp.1281–1357. Available at: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00004872-201307000-00002>.
- Matsudo, V.K.R. et al., 2005. Dislipidemias e a promoção da atividade física: uma revisão na perspectiva de mensagens de inclusão. *R. bras. Ci e Mov*, 13(2), pp.161–169.
- Matsushita, K. et al., 2017. Ankle-brachial index and physical function in older individuals: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Atherosclerosis*, 257, pp.208–215. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021915016314915>.
- Mendonça, R. et al., 2014. The Effects of Different Exercise Programmes on Soares Costa de Mendonça, R. M., Targino de Araújo Júnior, A., Cirilo de Sousa, M. do S. and Fernandes, H. M. (2014) “The Effects of Different Exercise Programmes on Female Body Composition”, *Journal of Human Kinetics*, 43(1). Available at: <http://www.degruyter.com/view/j/hukin.2014.43.issue-1/hukin-2014-0091/hukin-2014-0091.xml>.
- Menezes, J. et al., 2009. Estudo da Prevalência da Doença Arterial Periférica em Portugal. *Angiologia e Cirurgia Vascolar*, 5.
- Mitchell, G.F. et al., 2010. Arterial Stiffness and Cardiovascular Events The Framingham Heart Study. *Circulation*, 121(4), pp.505–511.
- Miyachi, M., 2013. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 47(6), pp.393–396. Available at: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2012-090488>.
- Miyachi, M., 2004. Unfavorable Effects of Resistance Training on Central Arterial Compliance: A Randomized Intervention Study. *Circulation*, 110(18), pp.2858–2863. Available at: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.CIR.0000146380.08401.99>.
- Miyachi, M. et al., 2004. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: a randomized intervention study. *Circulation*, 110(18), pp.2858–63. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15492301> [Accessed August 6, 2013].

- Mølgaard, H., Sørensen, K.E. & Bjerregaard, P., 1991. Circadian variation and influence of risk factors on heart rate variability in healthy subjects. *The American Journal of Cardiology*, 68(8), pp.777–784. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0002914991906533>.
- Montero, D., Vinet, A. & Roberts, C.K., 2015. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training on arterial stiffness. *International Journal of Cardiology*, 178, pp.69–76. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167527314020841>.
- Moran, A.E. et al., 2014. Temporal trends in ischemic heart disease mortality in 21 world regions, 1980 to 2010: The global burden of disease 2010 study. *Circulation*, 129(14), pp.1483–1492.
- Moro, T. et al., 2017. High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. *Experimental Gerontology*, 98, pp.91–98.
- Morss, G. et al., 2004. Dose-Response to Exercise in Women Aged 45–75 yr (DREW): Design and Rationale. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), pp.336–344. Available at: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200402000-00025>.
- MORSS, G.M. et al., 2004. Dose-Response to Exercise in Women Aged 45–75 yr (DREW): Design and Rationale. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), pp.336–344. Available at: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200402000-00025>.
- Mostaza, J.M. et al., 2015. Carotid atherosclerosis severity in relation to glycemic status: A cross-sectional population study. *Atherosclerosis*, 242(2), pp.377–382. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021915015300484>.
- Nelson, H.D. et al., 2002. Postmenopausal hormone replacement therapy: scientific review. *JAMA*, 288(7), pp.872–81. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12186605>.
- Nelson, M.E. et al., 2007. Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), pp.1094–1105.
- Nwagha, U.I. et al., 2010. Atherogenic index of plasma as useful predictor of cardiovascular risk among postmenopausal women in Enugu, Nigeria. *African health sciences*, 10(3), pp.248–52. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21327136>.
- O’Hartaigh, B. et al., 2014. Physical activity and resting pulse rate in older adults: Findings from a randomized controlled trial. *American Heart Journal*, 168(4), pp.597–604. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002870314004906>.
- O’Leary, D.H. & Polak, J.F., 2002. Intima-media thickness. *The American Journal of Cardiology*, 90(10), pp.L18–L21. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002914902029570>.
- Oguma, Y. & Shinoda-Tagawa, T., 2004. Physical activity decreases cardiovascular disease risk in women: Review and meta-analysis. *American Journal of Preventive*

- Medicine*, 26(5), pp.407–418.
- Oja, P. et al., 2010. Physical activity recommendations for health: what should Europe do? *BMC public health*, 10, p.10.
- Okamoto, T., Masuhara, M. & Ikuta, K., 2006. Effects of eccentric and concentric resistance training on arterial stiffness. *J Hum Hypertens*, 20(5), pp.348–54.
- Okamoto, T., Min, S. & Sakamaki-Sunaga, M., 2014. Arterial compliance and stiffness following low-intensity resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 114(2), pp.235–241. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s00421-013-2770-0>.
- Pate, R., O’Neill, J. & Lobelo, F., 2008. The evolving definition of “sedentary.” *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(4), pp.173–178.
- Payvandi, L. et al., 2009. Physical activity during daily life and brachial artery flow-mediated dilation in peripheral arterial disease. *Vascular medicine (London, England)*, 14(3), pp.193–201. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2749502&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed August 7, 2013].
- Perk, J. et al., 2012. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012): The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by re. *European Heart Journal*, 33(13), pp.1635–1701. Available at: <http://eurheartj.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/eurheartj/ehs092>.
- Pescatello, L.S.. A.R.R.D.; T.P.D., 2014. *ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription* Ninth Edit.,
- Peters, S. et al., 2011. Improvements in risk stratification for the occurrence of cardiovascular disease by imaging subclinical atherosclerosis: a systematic review. *Heart*, 98(3), pp.177–84.
- Piepoli, M., Hoes, A. & Agewall, S., 2016. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, pp.2–78.
- Piepoli, M.F. et al., 2016. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *European Heart Journal*, 37(29), pp.2315–2381. Available at: <https://academic.oup.com/eurheartj/article-lookup/doi/10.1093/eurheartj/ehw106>.
- Qu, B. & Qu, T., 2015. Causes of changes in carotid intima-media thickness: a literature review. *Cardiovascular Ultrasound*, 13(1), p.46. Available at: <http://www.cardiovascularultrasound.com/content/13/1/46>.
- Rauramaa, R. et al., 2004. Effects of aerobic physical exercise on inflammation and atherosclerosis in men: the DNASCO Study: a six-year randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.*, 15;140(12), pp.1007–14.
- Reiner, Z. et al., 2011. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *European Heart Journal*, 32(14), pp.1769–1818. Available at: <https://academic.oup.com/eurheartj/article-lookup/doi/10.1093/eurheartj/ehr158>.
- Resnick, H.E. et al., 2004. Relationship of High and Low Ankle Brachial Index to All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality: The Strong Heart Study. *Circulation*,

- 109(6), pp.733–739.
- Rocha, E. & Nogueira, P., 2015. As doenças cardiovasculares em Portugal e na região Mediterrânica: uma perspetiva epidemiológica. *Revista Fatores de Risco*, 36, Abril, pp.35–44.
- Roman, M.J. et al., 2007. Central pressure more strongly relates to vascular disease and outcome than does brachial pressure: The strong heart study. In *Hypertension*. pp. 197–203.
- Sacks, D.B. et al., 2011. Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 34(6), pp.e61–e99. Available at: <http://care.diabetesjournals.org/cgi/doi/10.2337/dc11-9998>.
- Sanchis-Gomar, F. & Lippi, G., 2014. Physical activity - An important preanalytical variable. *Biochemia Medica*, 24(1), pp.68–79. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3936967&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed September 26, 2014].
- Schiattarella, G.G. et al., 2014. Physical activity in the prevention of peripheral artery disease in the elderly. *Frontiers in Physiology*, 5. Available at: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2014.00012/abstract>.
- Shephard, R.J. & Sidney, K.H., 1978. EXERCISE AMD AGING. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 6(1), p.1??58. Available at: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=0003677-197800060-00002>.
- Silva, A. et al., 2008. *Recomendações portuguesas para a prevenção primária e secundária da aterosclerose*, Sociedade Portuguesa de Aterosclerose.
- Silva, D. & Lacerda, A., 2012. Proteína C reativa de alta sensibilidade como biomarcador de risco na doença coronária. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 31(11), pp.733–745.
- Tanaka, H. et al., 2000. Aging, Habitual Exercise, and Dynamic Arterial Compliance Hirofumi Tanaka, Frank A. Dinunno, Kevin D. Monahan, Christopher M. Clevenger, Christopher A. DeSouza and Douglas R. Seals *Circulation* 2000, 102:1270-1275. *Circulation*, 102, pp.1270–1275.
- Tattersall, M.C. et al., 2014. Predictors of Carotid Thickness and Plaque Progression During a Decade. *Stroke*, 45(11), pp.3257–3262. Available at: <http://stroke.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/STROKEAHA.114.005669>.
- Thijssen, D.H.J., Cable, N.T. & Green, D.J., 2012. Impact of exercise training on arterial wall thickness in humans. *Clinical science (London, England: 1979)*, 122(7), pp.311–22. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3233305&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> [Accessed July 5, 2013].
- Thompson, P.D., 2003. Exercise and Physical Activity in the Prevention and Treatment of Atherosclerotic Cardiovascular Disease: A Statement From the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical. *Circulation*, 107(24), pp.3109–3116. Available at: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.CIR.0000075572.40158.77>.
- Touboul, P. et al., 2006. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness Consensus (2004–2006). *Cerebrovascular Diseases*, 23(1), pp.75–80. Available at:

<http://www.karger.com/?doi=10.1159/000097034>.

- Touboul, P.-J. et al., 2012. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness and Plaque Consensus (2004&#150;2006&#150;2011). *Cerebrovascular Diseases*, 34(4), pp.290–296. Available at: <http://www.karger.com/doi/10.1159/000343145>.
- Umpierre, D., 2011. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA 1c Levels in Type 2 Diabetes. *JAMA*, 305(17), p.1790. Available at: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2011.576>.
- Walter, M., 2009. Interrelationships Among HDL Metabolism, Aging, and Atherosclerosis. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 29(9), pp.1244–1250. Available at: <http://atvb.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/ATVBAHA.108.181438>.
- Zieman, S., Melenovsky, V. & Kass, D., 2005. Mechanisms, Pathophysiology, and Therapy of Arterial Stiffness. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 25(5), pp.932–943. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15731494> [Accessed August 8, 2013].