

**Envelhecimento e Rigidez Arterial:  
Influência dos Fatores de Risco Cardiovasculares**

Relatório de estágio elaborado com vista à obtenção do Grau de Mestre em  
Exercício e Saúde

**Orientadora:** Doutora Maria Helena Santa Clara Pombo Rodrigues, Professora  
auxiliar da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa

Júri:

Presidente:

Doutora Helô Isa Oliveira Viana André, Professora Auxiliar convidada  
da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutora Maria Helena Santa-Clara Pombo Rodrigues, Professora  
Auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de  
Lisboa.

Doutor Pedro Xavier Melo Fernandes Castanheira, Professor  
Coordenador Egas Moniz School of Health and Science.

**Sara Daniela Dias Broa**

**2023**

## | Agradecimentos |

Esta etapa foi definida pelo foco, pela resiliência e superação. Foco em cumprir ao que me propus estes dois anos, com muita luta e força para não desistir quando o caminho se tornou mais tempestuoso e superação, nos momentos em que não achei que fosse capaz mas que olhando para o lado positivo há sempre uma solução. A todos que influenciaram esta jornada um sincero obrigada.

À **Professora Dra. Helena Santa-Clara**, minha orientadora, pelo conhecimento, profissionalismo, rigor e por me apoiar. Obrigada!

Ao **Professor Dr. Xavier Melo**, por todos os ensinamentos prestados, pela exigência e assertividade, pelo apoio e dedicação, tornando-se um modelo enquanto profissional. Obrigada!

Ao **Mestre Bruno Simão**, pelo companheirismo e dedicação que me trouxe até ao final. Obrigada!

A **todos os colegas do GCP Lab** que apoiaram em todas as etapas do processo de estágio e mesmo depois de concluírem estiveram sempre disponíveis para qualquer questão. Obrigada!

Ao **Ginásio Clube Português** e respetivas direções de Exercício e Saúde e Investigação, pela oportunidade, compreensão e simplificação de todo este processo. E a todos os atletas envolvidos no projeto ARTERIX. Obrigada!

A **todos os meus amigos da vida** que me acompanharam durante esta aventura, contribuindo para o equilíbrio emocional. Obrigada!

Ao **António Falcão**, que me ajudou a construir o pilar da resiliência que, apesar de massacrado e frágil, não desabou e trouxe-me até ao fim.

Aos **meus pais e irmã**, pela transmissão de valores de vida que me fizeram ser quem sou hoje. Obrigada!

## | Resumo|

Na sequência do plano de estudos do 2º ano para finalização do mestrado em *Exercício e Saúde*, foi realizado um estágio que conjugou a área de investigação e o exercício. Este estágio teve lugar no Ginásio Clube Português sob orientação do departamento de pesquisa e investigação denominado por GCP Lab.

Este documento transcreve todo o processo de aprendizagem durante o percurso, desde o manuseamento dos equipamentos, colaboração com a equipa GCP Lab em projetos que estavam a decorrer e após atingir o nível de competência exigido, iniciei o projeto ARTERIX que pretendia recolher dados das crianças atletas do clube.

Como contributo à instituição, foi realizada uma compilação de dados obtidos nos vários projetos que abrangeram diferentes faixas etárias e fazer uma análise sobre a relação entre a estrutura e rigidez arterial com os fatores de risco cardiovasculares em diferentes faixas etárias. Por último, são apresentadas conclusões e reflexões sobre a importância da monitorização destas variáveis desde a infância.

**Palavras-chave:** rigidez arterial, envelhecimento arterial, idade, fatores de risco cardiovascular, doenças cardiovasculares, mortalidade, prevenção, aptidão cardiorrespiratória, pressão arterial, velocidade de onda de pulso,

## | Abstract |

The following Internship Report concludes the curriculum of the 2<sup>nd</sup> year within the MA in *Exercise and Health*, investigating different forms of exercise and its effects within an experimental setting. The internship took place at *Ginásio Clube Português* under the guidance of the research and investigation department, GCP Lab.

The document transcribes all of the learning processes, from equipment handling, to the collaboration with the GCP Lab Team in on-going projects. After attaining the required technical expertise, I initiated the *ARTERIX* project that intended to collect data from the club's athlete children.

As a contribution to the institution, data was collected for and from various projects and the relationship between arterial structure and stiffness and cardiovascular risk factors across multiple age-ranges was subsequently analyzed. Lastly, conclusions and reflections are put forth about the importance of monitoring these variables from childhood

**Keywords:** arterial stiffness, arterial aging, age, cardiovascular risk factors, cardiovascular diseases, mortality, prevention, cardiorespiratory fitness, blood pressure, pulse wave velocity.

## | Índice |

I. Índice de Figuras.....	6
II. Índice de Tabelas.....	6
III. Índice de Abreviaturas e Siglas .....	7
1. Introdução .....	8
2. Enquadramento Teórico.....	10
I. Envelhecimento e Rigidez Arterial.....	10
II. Progressão do Envelhecimento Arterial com a Idade .....	11
III. Técnicas não Invasivas de Avaliação da Estrutura e Rigidez Arterial.....	12
IV. Fatores de Risco Associados à Progressão da Rigidez Arterial .....	14
3. Realização da Prática Profissional .....	17
I. Motivação e Objetivos.....	17
II. Caracterização Geral do Estágio.....	17
4. Contributo à Instituição.....	25
I. Introdução .....	25
II. Métodos .....	26
III. Estatística .....	31
IV. Resultados.....	31
V. Discussão .....	35
VI. Limitações do Estudo e Direções Futuras .....	36
5. Conclusão .....	37
6. Referências Bibliográficas.....	38
Anexo 1 – Exemplo Relatório Final <i>ARTERIX</i> .....	50
Anexo 2 – Exemplo Relatório Final <i>Mov'in</i> .....	51
Anexo 3 – Excerto do Consentimento Informado enviado aos participantes .....	52

## **I. Índice de Figuras**

Figura 1 - Projetos GCP Lab.....	19
Figura 2 - Cronograma das atividades realizadas alusivas ao estágio durante o ano letivo 2021/2022.....	20
Figura 3 - Fase de Aprendizagem / Treino: Aplicação das técnicas de manuseamento da sonda do ultrassom para obtenção do cIMT .....	22
Figura 4 - ARTERIX: Exemplo de avaliação Cardiorrespiratória com análise de Gases para determinação do VO <sub>2</sub> pico .....	24
Figura 5 - Cronograma das avaliações.....	27

## **II. Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Reprodutibilidade de medidas de rigidez arterial.....	23
Tabela 2 - Características dos participantes .....	31
Tabela 3 - Índices de rigidez e estrutura arterial local e regional.....	32
Tabela 4 - Índices de aptidão Cardiorrespiratória.....	33
Tabela 5 - Índices de hemodinâmica .....	33
Tabela 6 - Variáveis de composição corporal .....	34
Tabela 7 - Comparações entre grupos – Post Hoc .....	34

### III. Índice de Abreviaturas e Siglas

<b>Abreviatura</b>	<b>Significado</b>
ACR	Aptidão Cardiorrespiratória
AF	Atividade Física
bPAS	Pressão Arterial Sistólica Braquial
cfVOP	Velocidade da Onda de Pulso da Carótida-Femoral
cIMT	Espessura da Parede Íntima-Média da Carótida
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DCV	Doenças Cardiovasculares
EA	Envelhecimento Arterial
EVA	Envelhecimento Arterial Avançado
FC	Frequência Cardíaca
FRCV	Fatores de Risco Cardiovasculares
GCP	Ginásio Clube Português
GCP Lab	Laboratório do Ginásio Clube Português
HA	Hipertensão Arterial
IMC	Índice Massa Corporal
IO	Intensidade da Onda
O <sub>2</sub>	Oxigénio
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PC	Perímetro da Cintura
PP	Pressão de Pulso
RA	Rigidez Arterial
VO <sub>2</sub> pico	Consumo Máximo de Oxigénio
W	Watts

## 1. Introdução

*Um homem é (apenas) tão velho quanto as suas artérias.*

(Thomas Sydenham, séc. XVII)

As doenças cardiovasculares (DCV) permanecem, desde os últimos 20 anos, como a principal causa de morte em todo o mundo (OMS, 2021). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) 2021, o número de mortes por doenças cardíacas aumentou em mais de 2 milhões desde o ano 2000 para quase 9 milhões em 2019. Segundo Mikael et al., 2017, a morbidade e a mortalidade na população idosa são em grande parte definidas pelo aumento da incidência e prevalência de DCV. Estima-se então que, 70% das pessoas com mais de 70 anos desenvolverão DCV (Dunlay & Chamberlain, 2016). As DCV abrangem um grupo de distúrbios do coração e dos vasos sanguíneos e incluem doença coronária, doença cerebrovascular, outras condições (OMS 2021). Estes eventos advêm de um bloqueio que impede que o sangue flua para o coração ou para o cérebro, devido principalmente ao acúmulo de depósitos de gordura nas paredes internas dos vasos sanguíneos que irrigam o coração ou o cérebro, designado por aterosclerose que por sua vez contribuem para o envelhecimento arterial (EA) (OMS, 2021).

Com o envelhecimento biológico surgem uma série de alterações fisiológicas e morfológicas que alteram a função cardiovascular e levam a uma progressão do EA e subsequentemente do risco de DCV, mesmo em indivíduos saudáveis assintomáticos (Dantas et al., 2012). A idade torna-se assim um fator de risco para desenvolvimento de DCV (FRCV) futura e que na presença de outros potenciam o EA precoce (Cecelja & Chowienczyk, 2012; Lakatta & Levy, 2003).

Neste sentido, o envelhecimento saudável está criticamente ligado à função cardiovascular intacta (Ungvari et al., 2018) e tratar a DCV na idade adulta pode ser "trancar a porta de casa depois desta ter sido roubada".

Como não é possível realizar ensaios clínicos de longa duração para testar o potencial benefício da modificação da exposição a FRCV (ex.: através da prática desportiva regular) em jovens no desenvolvimento de DCV na idade adulta, estudos de coorte com medições ao longo da vida fornecem a melhor oportunidade para entender os potenciais efeitos dos FRCV na trajetória individual em direção à DCV. Combinando esta vantagem com as técnicas de imagem não invasiva, os estudos de coorte são

capazes de fornecer dados importantes para a associação dos FRCV nos jovens com marcadores pré-clínicos de saúde cardiovascular na idade adulta (Fuchs et al., 2013).

Baseado nos aspetos supramencionados, o estágio desenvolvido no Ginásio Clube Português (GCP) incidiu sobre uma investigação laboratorial, no âmbito da análise da estrutura e RA, nas crianças atletas do clube. A recolha destes dados contribuiu para o projeto *ARTERIX*, que procura monitorizar as variáveis cardíacas ao longo da vida e identificar, alertar e estabelecer planos de prevenção precoce de desenvolvimento de DCV. O meu contributo à instituição resultou da recolha de dados em crianças atletas do clube de ambos os sexos e seguiu-se da análise comparativa da estrutura e RA entre os diferentes grupos etários já existentes na base de dados do projeto.

O presente relatório encontra-se dividido em duas partes: o enquadramento teórico que descreve sucintamente a fisiopatologia associada às alterações na função e estrutura no EA e RA, importância das alterações relacionadas à idade, FRCV associados ao envelhecimento e RA, métodos de avaliação laboratorial, e como existe uma influência positiva do sedentarismo na aceleração deste processo.

A realização da prática profissional começa por descrever a instituição, horários e práticas que foram desenvolvidas ao longo do ano de estágio, finalizando com o contributo à instituição que incidiu na análise de dados recolhidos nos vários projetos com o intuito de dar robustez ao projeto *ARTERIX* apresentando dados preliminares para futuras hipóteses.

## **2. Enquadramento Teórico**

### **I. Envelhecimento e Rigidez Arterial**

As artérias também sofrem alterações estruturais à medida que envelhecem (Thijssen et al., 2016). A parede arterial é composta por 3 camadas: íntima, média e a adventícia. O EA afeta uniformemente todas as camadas da parede do vaso (Thijssen et al., 2016; Dantas et al., 2012) e manifesta-se principalmente através da função endotelial comprometida, sofrendo alterações estruturais e funcionais caracterizadas pela redução da elasticidade vascular e espessamento da parede contribuindo para o aumento da rigidez arterial (RA) (Harvey et al., 2016; Lyle & Raaz, 2017). Estas alterações são causadas principalmente devido à alteração de equilíbrio entre a produção de elastina/colagénio (Kohn et al., 2015). Por um lado, há a deterioração das fibras de elastina, que apresentam uma taxa de renovação extremamente baixa, e por outro lado, a concentração de colagénio que por sua vez aumenta com a idade (Schlatmann & Becker, 1977) e consequentemente aumenta os níveis de RA (Cefalu, 2011).

A RA faz com que progressivamente, os grandes vasos percam a sua capacidade de amortecimento/acomodação da energia e pressão produzidas durante o ciclo cardíaco que por sua vez irá aumentar a progressão da velocidade de onda de pulso (VOP) e reflexão precoce da onda, atingindo o coração no momento da sístole e não na diástole como seria esperado (Mikael et al., 2017). Isso gera um aumento da pressão arterial sistólica (PAS) com consequente aumento da carga de trabalho cardíaco e também uma redução da perfusão coronária (Mikael et al., 2017).

A progressão da RA com a idade ocorre de forma gradual e contínua, pois está relacionada com o envelhecimento biológico, e pode ser acelerada pelo efeito acumulativo de outros FRCV. Assim, alterações nos mecanismos homeostáticos celulares, relacionadas à idade, tornam os vasos envelhecidos mais suscetíveis aos efeitos danosos (Ungvari et al., 2010), considerando assim a idade como potenciador do EA, podendo ser contornado ou acelerado na presença de outros FRCV (Benetos, Adamopoulos, et al., 2002).

Assim, é fundamental identificar os FRCV e os mecanismos subjacentes que tornam o sistema (cardio) vascular envelhecido propenso a doenças considerando o uso de tabaco, dietas inadequadas, obesidade, presença de diabetes melitus 2 (DM2), hipertensão arterial (HA), hiperlipidemia. Ao mesmo tempo podemos considerar uma baixa aptidão cardiorrespiratória (ACR) como FRCV que pode ou não ser proveniente do sedentarismo, e que está inversamente relacionada com o aumento da RA (Spence et al., 2013) A conjunção destes FRCV, concorre para a potencialização do dano

vascular e o envelhecimento vascular avançado (EVA) (Cecelja & Chowienczyk, 2009) que por sua vez é definido pela progressão acelerada do processo normal de envelhecimento onde as artérias apresentam características tipicamente observadas em idades (cronológicas) mais avançadas (Cunha et al., 2015).

Assim, o papel da RA no desenvolvimento de DCV tem sido estudado com maior ênfase nos últimos anos, sendo a sua utilização para o aprimoramento da estratificação do risco cardiovascular recomendada em diretrizes (Paini et al., 2006).

## **II. Progressão do Envelhecimento Arterial com a Idade**

Mais importante que a idade cronológica de um indivíduo, é a qualidade do envelhecimento e a forma como se reflete em anos livres de doença ou morbidade. Assim, o processo de envelhecimento biológico é não só um reflexo da idade, mas também da sua interação com uma série de sistemas e influências externas (Nilsson et al., 2013). Como resultado destas interações, podemos avaliar a diferença entre a idade cronológica e a idade biológica que a nível vascular irá determinar o EVA, predispondo assim manifestações precoces de DCV (Cunha et al., 2017).

Apesar de, em indivíduos jovens, as artérias serem mais elásticas (Safar et al., 2003), indícios do processo aterosclerótico podem ser manifestados logo desde a infância e a sua associação à presença de FRCV é evidente (Schack-Nielsen et al., 2005). O estudo “The Bogalusa Heart Study”, que examina os determinantes dos FRCV durante a idade pediátrica, associou níveis de PA mais altos na infância a artérias mais rígidas 26 anos depois, o que sugere que a PA, mesmo na primeira infância, desempenha um papel no processo de RA na idade adulta (Li et al., 2004). O estudo de Framingham documentou que sujeitos com EA normal apresentaram uma redução do risco de DCV em 55%, quando comparados com sujeitos que não têm um envelhecimento saudável, ao fim de 9,4 anos de acompanhamento (Mahmood et al., 2014). Também Nilsson et al., 2018, no estudo MARE, ao comparar 1723 sujeitos com EA saudável com o resto da população, foi possível encontrar nos primeiros indivíduos uma redução da idade biológica vascular de até 14 anos.

Neste sentido, entendemos que o processo e EA pode ser dado por ações fisiológicas inerentes ao envelhecimento biológico natural, como explicado anteriormente, mas também pode ser antecipado pela presença de FRCV (Cunha et al., 2017) que por sua vez, quando presentes logo desde a infância predizem o risco de DCV na idade adulta (Berenson et al., 1998; Schack-Nielsen et al., 2005).

Ao explorar o impacto da idade avançada na estrutura das artérias, uma observação comum e frequentemente relatada é o aumento da VOP (Benetos, Waeber, et al., 2002) e da rigidez da parede intima-média da artéria carótida (cIMT) (Engelen et al., 2013; van den Munckhof et al., 2012), que por sua vez têm sido considerados um marcador de risco DCV (Nezu et al., 2016; Touboul et al., 2007).

### **III. Técnicas não Invasivas de Avaliação da Estrutura e Rigidez Arterial**

O papel das consequências do EA, no desenvolvimento das DCV tem sido estudado com maior ênfase nos últimos anos. Este processo de desgaste e modificação progressiva da estrutura da parede arterial que influencia a distensibilidade e o aumento da rigidez da parede das grandes artérias, pode ser avaliada por métodos não invasivos (O'Rourke & Franklin, 2006; Yao et al., 2018). A utilização de parâmetros de substituição, tais como VOP e cIMT, proporcionam uma abordagem alternativa que pode identificar melhor os jovens com ou em risco de DCV, especialmente aqueles com múltiplos FRCV (Benetos, Waeber, et al., 2002; Yao et al., 2018). Um marcador substituto válido de DCV na população pediátrica deve ser capaz de prever o risco de desenvolvimento de DCV como adulto (Mcneal et al., 2009).

#### **Rigidez Arterial Regional**

Considerada uma *goldstandart*, a VOP é o método clínico mais comumente usado para a avaliação da RA (Benetos, Waeber, et al., 2002; Van Sloten et al., 2014). A VOP é determinada pelo tempo de trânsito da onda de pulso que se desloca para a frente entre 2 locais arteriais (Mahmood et al., 2014; O'Rourke & Franklin, 2006; Paini et al., 2006).

O aparelho para medir a VOP determina o tempo que uma onda de pressão demora a propagar-se num vaso sanguíneo, medida em duas áreas arteriais separadas do corpo, sendo a artéria carótida o ponto de referência. A distância física entre os dois sensores é medida na superfície do corpo usando uma fita métrica, e a medida da velocidade é a razão entre a distância percorrida e o tempo decorrido (van Popele et al., 2001; Gaynor-Metzinger et al., 2022; Paini et al., 2006). A VOP entre a artéria carótida e a artéria femoral (cfVOP), é considerada o padrão de referência na avaliação da RA central através da tonometria de aplanção (Cunha et al., 2015; Kelly et al., 1989). O valor da VOP está diretamente correlacionado com o modelo de elasticidade pela equação de Moens-Korteweg, que leva em consideração o raio do vaso, a espessura

da e a densidade do fluxo (Newman & Greenwald, 1978). Medidas de VOP mais altas estão associadas a um risco maior de acidente vascular cerebral, morte cardiovascular, doença coronária e HA (Cecelja & Chowienczyk, 2009).

A VOP tornou-se um método poderoso para prever clinicamente o risco cardiovascular (Blacher et al., 1999), apesar da utilidade clínica da VOP ainda ser limitada devido à relativa escassez de dados normativos (de indivíduos normotensos sem nenhum fator de risco cardiovascular importante), dados de referência (de participantes com fatores de risco cardiovascular) e dados para cada dispositivo de medição em particular (Gómez-Sánchez et al., 2020). No entanto, uma publicação no *European Heart Journal* em 2010, estimou valores de referência para a cfVOP para indivíduos normotensos e hipertensos a começar nos 6m/s aos 30 anos e chegando aos 10m/s a partir dos 70 anos (Brunner-La Rocca, 2010). Nestes dados pode-se observar a progressão marcada dos níveis de RA em relação à idade e em relação à presença de FRCV. (Brunner-La Rocca, 2010).

### **Rigidez Arterial Local**

A RA local das artérias superficiais pode ser determinada usando aparelhos de ultrassom. A cIMT pode ser de particular interesse, já que é um local onde a aterosclerose é frequente (Laurent et al., 2006) e é cada vez mais usada em ensaios clínicos como um ponto final substituto para determinar o sucesso de intervenções que diminuem os FRCV (Fernández-Alvarez et al., 2022). A cIMT é acelerada e intensificada na presença de FRCV, particularmente com a idade e HA, (Nezu et al., 2016; Paini et al., 2006).

O sistema de ultrassom pode ser usado para determinar o diâmetro na diástole e as mudanças de diâmetro no decorrer da avaliação (Laurent et al., 2006). O ultrassom e as técnicas de processamento de imagem que o acompanham fornecem uma determinação simples e visual das propriedades mecânicas da artéria onde a expansão e a contração da artéria com a FC podem ser medidas para determinar a distensibilidade (Macsweney et al., 1992; Cuadrado Godia et al., 2007). O coeficiente de distensibilidade é calculado como a mudança relativa no diâmetro da artéria dividida pela pressão de pulso sistólica (Reneman et al., 1986). Uma diminuição na distensibilidade da artéria está diretamente correlacionada com o aumento da RA e, portanto, indica que a distensibilidade pode ser usada como uma predição para DCV (Gamble et al., 1994; Selzer et al., 2001).

#### **IV. Fatores de Risco Associados à Progressão da Rigidez Arterial**

Embora o EA seja uma sequência natural da idade, independentemente da presença de outros FRCV, as alterações mecânicas neste processo podem ser aceleradas e agravadas pelo efeito acumulativo destes fatores (Berenson et al.; Kucharska-Newton et al., 2019).

##### **Hipertensão Arterial**

A HA é um grande problema de saúde global crescente. Oito em cada dez pessoas provavelmente terão hipertensão ao longo da vida. Afeta mais de 40% da população mundial com mais de 25 anos e quase 80% das pessoas com mais de 75 anos e é responsável por cerca de 13% do total de todas as mortes em todo o mundo (Angeli et al., 2015; Nezu et al., 2016).

Com o avançar da idade, há uma disfunção endotelial associada com diminuição biodisponibilidade do óxido nítrico e aumento da produção da endotelina-1, bem como o tônus vascular desregulado que contribui para o aumento da PAS (Nowak et al., 2018) e consequentemente contribui para o aumento da RA (AlGhatrif & Lakatta, 2015). Por outro lado, há uma relação bidirecional destas variáveis (AlGhatrif & Lakatta, 2015). Há evidências de que a RA contribui para o aumento da PAS (Laurent et al., 2001). O aumento da RA pode aumentar a morbidade e mortalidade cardiovascular devido à elevação da PAS e diminuição da PAD devido ao aumento da PP (AlGhatrif & Lakatta, 2015). Este é o caso da HA sistólica isolada, a forma dominante de HA em indivíduos jovens e idosos, com domínio exponencialmente crescente com o avançar da idade (Franklin et al., 2001; Grebla et al., 2010).

A HA está associada com outros FRCV, tais como tabagismo, obesidade, colesterol elevado e DM2, aumenta significativamente o risco de complicações micro e macrovasculares, assim como a incidência das DCV (Santana et al., 2019).

##### **Adiposidade**

A obesidade é o acúmulo de tecido adiposo em excesso que prejudica a saúde e o bem-estar físico e psicossocial (James, 2004). Caracterizada por inflamação persistente de baixo grau, a obesidade é acompanhada por um desequilíbrio da secreção de adipocinas pró-inflamatórias/ anti-inflamatórias. A grande maioria das adipocinas são pró-inflamatórias e estão relacionadas com as complicações

metabólicas e vasculares da obesidade (Para et al., 2021). A obesidade é responsável por grande parte do risco de HA por meio de vários mecanismos, incluindo ativação neuro-hormonal, inflamação e disfunção renal. À medida que a prevalência da obesidade continua a aumentar, a HA e as doenças cardio-renais associadas também aumentarão, a menos que sejam desenvolvidas estratégias mais eficazes para prevenir e tratar a obesidade (Hall et al., 2021).

Atualmente, a obesidade atingiu um nível emergente, impulsionada pelo consumo de uma dieta rica em gorduras e um estilo de vida sedentário em crianças e adultos que está a atingir proporções que levam a aumentos precoces na RA e DCV associada (Whaley-Connell & Sowers, 2011; Jia et al., 2015). De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde, mais de 1,0 bilhão de adultos estavam acima do peso e > 650 milhões desses indivíduos tinham obesidade em 2016 (Hall et al., 2021). A crescente prevalência de obesidade infantil está associada ao surgimento de comorbidades anteriormente consideradas doenças "adultas", como HA, DM2 e dislipidemias. As presenças destes FRCV desempenham um papel essencial no processo de envelhecimento vascular e contribuem para o aumento da morbimortalidade cardiovascular (Para et al., 2021).

Vários estudos epidemiológicos e clínicos que avaliaram a distensibilidade arterial em indivíduos obesos mostraram que a obesidade, particularmente na sua forma abdominal, está associada ao aumento da RA (Wildman et al., 2003; Fu et al., 2013). A RA em crianças obesas muitas vezes precede o desenvolvimento de HA, sugerindo a RA como um dos primeiros biomarcadores para aumento do risco de DCV (Fernhall & Agiovlasitis, 2008).

### **Estilo de Vida – Aptidão Cardiorrespiratória**

Prevenir aumentos excessivos da adiposidade abdominal, seguir práticas alimentares saudáveis e de AF e, possivelmente, o uso seletivo de produtos farmacêuticos, também desempenham um papel importante na preservação da função vascular com o envelhecimento.

A AF é a intervenção de estilo de vida mais estudada para melhorar a complacência arterial pois está proporcionalmente relacionado com a redução de risco de desenvolvimento DCV (Tanaka et al., 2000). Evidências epidemiológicas demonstram que baixos níveis de AF estão associados a maior prevalência da maioria dos FRCV, incluindo HA, obesidade, dislipidemia e DM2. Além disso, dados

substanciais demonstram uma forte relação inversa entre os níveis de AF e todas as causas e mortalidade por DCV (Swift et al., 2013). Um estudo de Bohn et al., 2017 e outro de Van De Laar et al., 2014, *Amsterdam Growth And Health Longitudinal Study*, revelaram uma forte associação entre o sedentarismo e os níveis de RA. Outros estudos demonstraram que, indivíduos quando habitualmente ativos, apresentam artérias mais complacentes quando comparados com os seus pares da mesma idade, mas sedentários e que, intervenções moderadas de exercícios aeróbios aumentaram com sucesso a complacência arterial em populações idosas saudáveis (Tanaka et al., 2000; Santos-Parker et al., 2014). Em crianças saudáveis, de 10 anos e normoponderais, o Estudo de Coorte de Copenhague sobre Nutrição e Saúde Infantil (Sakuragi et al., 2009) e o Projeto Young Hearts da Irlanda do Norte (Boreham et al., 2004) descobriram que a diminuição da ACR resultou em artérias mais rígidas. Num estudo com 1241 adultos jovens, foi observado que os sujeitos fisicamente mais ativos apresentavam valores mais baixos de RA comparativamente aos sujeitos menos ativos. Para além disso, os indivíduos que praticavam mais de 30 minutos por dia de AF moderada a vigorosa apresentavam cfVOP significativamente mais baixa (Horta et al., 2015).

Neste sentido, níveis mais altos de prática regular de AF estão associados a menor RA e conseqüentemente com valores inferiores de cfVOP (Park et al., 2017). A prática regular de AF é muitas vezes refletida por maior ACR e pode atenuar a RA pois tem benefícios agudos e efeitos crônicos no sistema arterial (Meyer et al., 2017). O exercício aeróbio apresenta efeitos benéficos na função arterial modulando proteínas estruturais, reduzindo o stresse oxidativo e a inflamação e restaurando a biodisponibilidade do óxido nítrico que atua na vasodilatação garantindo a homeostase vascular (Bachschmid et al., 2013). A ACR é medida através do consumo máximo de oxigénio e o critério determinante para definir a ACR e é definido pela capacidade máxima do organismo captar, fixar, transportar e utilizar o oxigénio (O<sub>2</sub>), é representado pelo VO<sub>2</sub> pico (Burnley & Jones, 2007).

### **3. Realização da Prática Profissional**

O estágio supramencionado foi realizado no âmbito da *Estrutura e Rigidez Arterial* e surgiu na continuação do mestrado em Exercício e Saúde, propiciado pela Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa (FMH-UL). A orientadora do mesmo foi a Professora Doutora Helena Santa-Clara da FMH-UL e o orientador da instituição de acolhimento foi o Professor Doutor Xavier Melo. No ano letivo 2021/2022, o GCP concebeu o acesso às suas instalações, nomeadamente ao laboratório, doravante designado GCP Lab, bem como o acesso às turmas das modalidades desportivas de formação: Judo, Ginástica e Esgrima. Esta dupla ação teve origem na produção do contributo à instituição.

#### **I. Motivação e Objetivos**

Por já me encontrar em fase laboral na área do exercício físico desde 2016, senti a necessidade de me direcionar para uma vertente mais prática fora o âmbito tradicional dos ginásios e health clubs. A oportunidade de ingressar o meu estágio no GCP, instituição de referência quer no contexto desportivo como na promoção e inclusão da atividade física, com atuação no âmbito laboratorial, foi o ponto chave que queria alcançar no desfecho da minha formação académica. Por proporcionar uma visão mais ciente e clara de como a ciência na saúde e exercício está a progredir, bem como adquirir ferramentas únicas e distintas que irão tornar-me uma profissional mais qualificada. A ciência está a evoluir em todos os campos e a área do exercício físico não é exceção e neste sentido temos de estar prontos para acompanhar este avanço e o GCP Lab fomenta isso de forma exímia.

#### **II. Caracterização Geral do Estágio**

O estágio supramencionado teve lugar no GCP, na área laboratorial inserida no departamento de investigação, o GCP Lab.

##### **Ginásio Clube Português**

Fundado em 1875 e com sede em Campo de Ourique, o GCP, é considerado um clube vanguardista das atividades físicas e desportivas, sendo atualmente um dos clubes mais ecléticos do país, com cerca de 50 atividades distintas. Conhecido por ser pioneiro no conceito de clube com finalidades desportivas, sociais e culturais, aposta

nas áreas da formação, competição e representação, e ainda, no domínio de exercício e saúde. Com uma tradição que já vai longa, o GCP integra cerca de 13 modalidades de competição, das quais importa destacar a ginástica portuguesa, sendo a soberana do clube, detendo nas diversas sub-modalidades lugares no pódio nacional e internacional, e entradas nas mais diversas competições, desde nacionais, europeias, mundiais e nos jogos olímpicos. Distingue-se no campo do pleno amadorismo, regendo-se pelos mais altos valores éticos desportivos, contribuindo para uma formação eclética da juventude, desempenhando assim um papel notável no desenvolvimento desportivo do país.

No seu interior alberga, seis ginásios para as diferentes modalidades, um ginásio específico para atletas e uma sala de exercício, um laboratório, uma sala destinada às avaliações físicas e um departamento de fisioterapia. Todos os mencionados estão devidamente equipados. Podemos encontrar ainda dois balneários, um espaço kids e uma zona de restauração/bar, o que corresponde a uma área total coberta de 2511 m<sup>2</sup>. No seu exterior possui um parque de estacionamento privativo, dois ginásios para modalidades desportivas e seis campos para jogar Padel. Não incluído no mesmo espaço, encontra-se a Piscina Municipal de Campo de Ourique, que tem vindo a ser explorada pelo GCP desde julho de 2009, em parceria com a Junta de Freguesia de Campo de Ourique.

### **GCP Lab**

Para manter a ciência ativa e participar em módulos de investigação, o GCP conta com um laboratório nas suas instalações, intitulado GCP Lab. Criado em 2016, é já núcleo de diversos projetos de investigação relacionados com duas influentes áreas de intervenção: o treino desportivo e o exercício e saúde. No âmbito do treino desportivo, pretende-se contribuir para novas metodologias no sentido de maximizar a performance dos atletas, para que, não só o clube, mas a própria modalidade possa expandir o seu conhecimento e ganhar visibilidade na vertente científica conseguindo, posteriormente, aplicar na prática. No domínio do exercício e saúde, vertente mais evidenciada no GCP Lab, os projetos abrangem todas as faixas etárias, em situação saudável e clínica, com e sem dificuldade intelectual e física e de desenvolvimento, estudando-se, maioritariamente, variáveis relacionadas com a função cardiovascular nomeadamente, respostas e adaptações da função arterial, autonómica e cardíaca ao exercício físico.

A energia, disciplina e rigor exigido dentro do GCP Lab impulsionam a cadeia de projetos concebidos, tornando a experiência desafiante e única.

O *ARTERIX* é um dos projetos de investigação do GCP Lab, que pretende evidenciar a importância da deteção de FRCV em idades precoces e entender qual a percussão no desenvolvimento de DCV na idade adulta. Este projeto foi o resultado de um ano de muitas aprendizagens e superação.

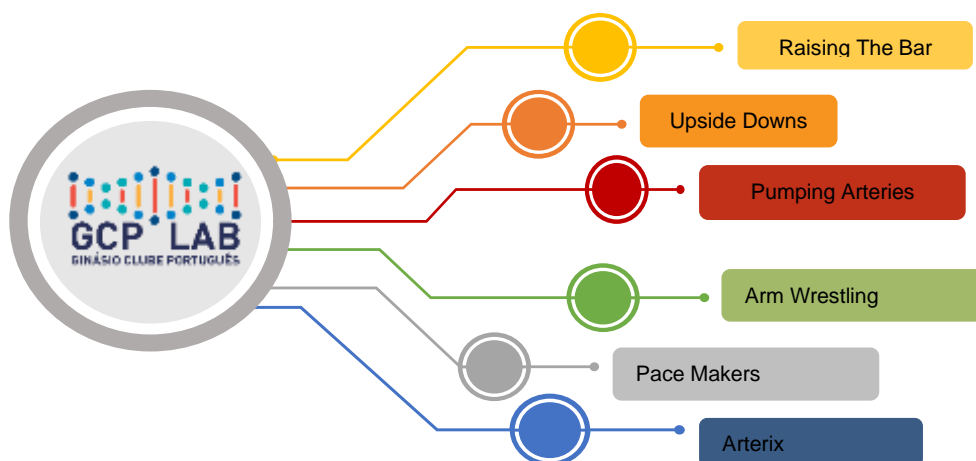


Figura 1 - Projetos GCP Lab

### **Cronograma das Atividades**

O presente estágio foi ordenado em duas fases: fase de aprendizagem, treino e avaliação da prática de manuseamento dos diversos equipamentos do GCP Lab e a fase de aplicação da aprendizagem nos atletas em escalões de formação do GCP.

Na primeira fase do processo de estágio, com início a setembro de 2021 até dezembro de 2021, foi dada instrução teórica e prática sobre como utilizar e manusear os equipamentos existentes no laboratório. Existiram diversas sessões de acompanhamento e níveis de treino para que, juntamente com a equipa já existente no GCPLa, fosse possível alcançar a competência e autonomia necessária para utilização do material e recolha de dados durante as avaliações dos respetivos projetos. Dada a primeira fase terminada com a respetiva avaliação de domínio de conhecimentos e técnica por parte do orientador do local, iniciamos a segunda fase, que consistiu à aplicação prática das aprendizagens anteriores. Nesta fase, com início a janeiro de 2022 e término a junho de 2022, houve a oportunidade de poder complementar o estágio participando de forma principal no projeto *ARTERIX*, tendo recolhido dados dos participantes entre os 6 e os 14 anos de idade de ambos os sexos, atletas das diversas modalidades desportivas de formação do GCP. Em simultâneo, colaborei na recolha de dados num projeto já decorrente, o *MOV'IN*.

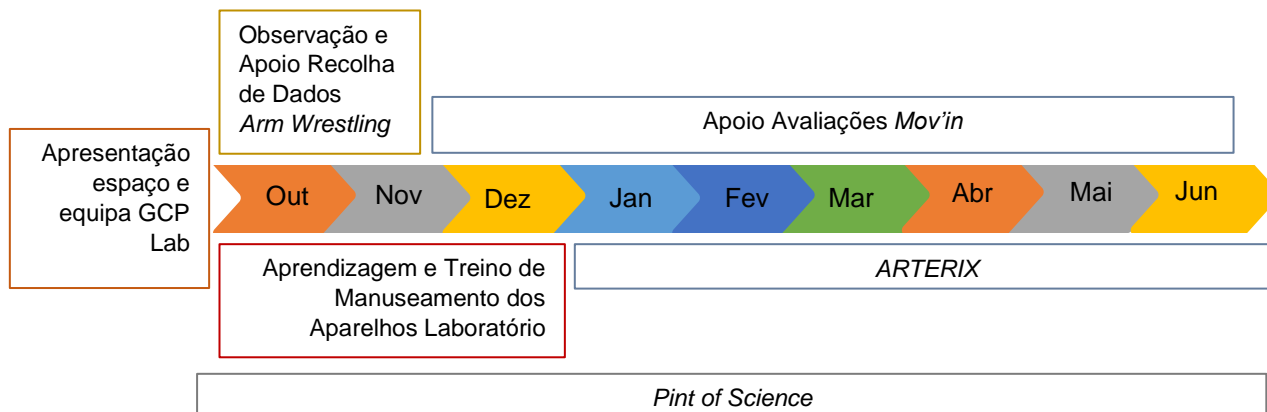


Figura 2 - Cronograma das atividades realizadas alusivas ao estágio durante o ano letivo 2021/2022

### Horário de Funcionamento

Por parte do GCP Lab, foram realizadas sessões de aprendizagem diárias relacionadas com o manuseamento dos aparelhos e, após o seu aperfeiçoamento, houve espaço para colaborações em projetos de investigação decorridos ao longo do ano por elementos da equipa, onde o *ARTERIX* também se incluiu. Tínhamos ainda reuniões semanais, intituladas *Pints of Science*, planeadas para toda a equipa com o intuito de organizar e discutir assuntos alusivos ao laboratório, aos respetivos projetos, e apontar possíveis barreiras ou problemas que poderiam decorrer, tentando encontrar a solução em equipa. Para terminar as reuniões, realizavam-se apresentações com base em artigos científicos estipulados para cada semana, onde se fazia uma análise do mesmo com vista a apurar o nosso sentido crítico em relação aos diversos temas e metodologias publicadas.

Sendo as classes de formação das diversas modalidades o foco da parte prática do estágio e sendo as avaliações realizadas durante o período de treino, estas estavam contemplados durante a semana no período do final do dia. Estando também dependente da autorização dos encarregados de educação para a participação dos seus educandos nas análises laboratoriais, o horário acabava por, ao longo da semana, ser irregular regendo-se de acordo com o número de atletas autorizados, horário da modalidade, momento de avaliação, presença dos atletas.

## **Aprendizagem de Técnicas Laboratoriais**

O início do processo de estágio incidiu sobre o conhecimento e aprendizagem dos diversos equipamentos do GCP Lab. Este processo foi dividido por níveis de aprendizagem, desde a teoria até à prática, com o objetivo de nos proporcionar competências no manuseamento dos seguintes equipamentos:

- **Complior Analyse (Complior, Alam Medical, França):** Permite medir VOP regional a partir da distância carótida-femoral e o tempo de trânsito entre as artérias carótida e femoral.
- **SECA mBCA (modelo 274, seca, Hamburgo, Alemanha):** Equipamento que permite a divisão do peso do corpo em vários compartimentos importantes para o exercício e a saúde, como a Massa Gorda, Massa Isenta de Gordura, Água Corporal e a Massa Muscular Esquelética.
- **Ultrassom Hitachi-Aloka (Arietta V60, Hitachi Aloka, Medical Ltd, Mitaka-shi, Tóquio, Japão):** Permite avaliar a RA através da medição da espessura da parede íntima-média da carótida (cIMT) e a VOP local.
- **Cosmed K5 (K5, Cosmed, Rome, Italy):** Concebido para medir a função cardiorrespiratória e metabólica durante a realização de testes de esforço, reabilitação, medicina desportiva e outras atividades relacionadas. As principais medidas reportadas pelo sistema são o consumo de oxigênio, a produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a ventilação, a frequência cardíaca (FC) e o gasto energético.
- **Finapres Nova Device (Ohmeda, Louisville, Colorado, USA):** Os inputs da área aferente vão modelar a atividade simpática e parassimpática e esta pode ser registada a nível central pela variabilidade da FC e PA. O Finapres analisa valores de FC e PA por batimento cardíaco.

No presente ano letivo, todos os alunos em regime de estágio ou dissertação no GCP Lab, foram submetidos ao mesmo processo de aprendizagem para auxiliar outros projetos em desenvolvimento, fomentando o bom funcionamento do GCP Lab. Neste sentido, de modo a não comprometer a qualidade dos dados recolhidos, para além dos diferentes níveis de prática que nos foi exigido, foi ainda necessário determinar a reprodutibilidade das medidas de RA regional avaliadas pelo método de aplanção por tonometria (*Complior Analyse*) e RA local avaliadas por ultrassonografia (*Ultrassom Hitachi-Aloka*). A reprodutibilidade destas medidas de RA foi examinada com recurso ao

cálculo de técnicas estatísticas de reprodutibilidade absoluta – coeficiente de variação (CV) ( $Média/DP * 100$ ) - para medidas realizadas no mesmo dia e em dias diferentes sob condições padronizadas. Para garantir a reprodutibilidade destas medidas foi necessário avaliar dez voluntários e os CV para as variáveis de interesse (VOP e cIMT) fossem  $< 10\%$  (Tabela 1). Em termos práticos quanto menor for CV, mais reprodutíveis serão os dados recolhidos, pois indica maior consistência das medidas realizadas.



Figura 3 - Fase de Aprendizagem / Treino: Aplicação das técnicas de manuseamento da sonda do ultrassom para obtenção do cIMT

Tabela 1 - Reprodutibilidade de medidas de rigidez arterial

	<i>Intra-dia</i>	<i>Entre dias</i>
<b>Rigidez arterial regional</b>		
	<b>CV (%)</b>	
Velocidade da onda de pulso carótida-femoral (m.s-1)	3	2
Velocidade da onda de pulso carótida-distal (m.s-1)	3	2
Índice de aumento (%)	120	32
<b>Rigidez arterial local (carótida)</b>		
	<b>CV (%)</b>	
Espessura íntima-média (mm)	2	3
Diâmetro (mm)	3	3
Velocidade da onda de pulso beta (m.s-1)	3	2
$\beta$ -Stiffness (AU)	7	3
Intensidade das ondas de pressão (m.s-3)	99	94
Velocidade do fluxo sanguíneo (cm.s-1)	601	530

*Nota: Valores de CV retirados de oito participantes avaliados.*

### **Atividade Primária - ARTERIX**

O *ARTERIX*, projeto desenvolvido pelo GCP Lab, tem como objetivo a análise, desde a infância, das trajetórias de marcadores de estrutura e função arterial, da sua associação com FRCV tradicionais (ex.: obesidade, hipertensão arterial e baixa aptidão física), e o impacto da prática desportiva regular no desenvolvimento da DCV na idade adulta. O *ARTERIX* proporciona a oportunidade de avaliar o perfil de risco cardiovascular através de marcadores pré-clínicos, contribuindo em simultâneo para o avanço do conhecimento científico nesta área. As avaliações são não invasivas, indolores, rápidas e isentas de qualquer risco físico.

A participação neste projeto ocupou a segunda fase do processo de estágio, onde pude aplicar todas as técnicas adquiridas anteriormente e contribuir para o enriquecimento e desenvolvimento da pesquisa. A minha contribuição ao estudo fundamentou-se na recolha laboratorial de dados dos participantes na faixa etária entre os 6 e 15 anos. Esta ação veio complementar a base de dados do *ARTERIX* que serviu como base para o desenvolvimento do contributo à instituição descrito no ponto 3.

Os participantes pertenciam às equipas das modalidades desportivas de formação do GCP e a sua colaboração neste projeto era acompanhada de uma autorização prévia do encarregado de educação que era, antecipadamente, ciente do conceito do projeto e de todos os procedimentos envolvidos nas recolhas laboratoriais. Inicialmente os

treinadores de cada modalidade eram informados e posteriormente os encarregados de educação. Este contato era formalizado através de e-mail ([arterixgcp@gmail.com](mailto:arterixgcp@gmail.com)) pelo qual os mesmos poderiam colocar qualquer questão pertinente ao processo.



*Figura 4 - ARTERIX: Exemplo de avaliação Cardiorrespiratória com análise de Gases para determinação do  $VO_2$  pico*

No final do processo, após download de todos os dados recolhidos dos diversos equipamentos, foi criada uma base de dados para análise e posteriormente emitidos relatórios com várias observações sobre os resultados obtidos e enviados por e-mail aos encarregados de educação. Estes resultados eram descritos de forma simples e leiga para que todas as crianças pudessem compreender qual o seu estado atual de saúde (anexo 1).

### **Atividades Complementares – MOV'IN**

O departamento de Exercício e Saúde do GCP incorpora programas de acompanhamento e prescrição de AF para sujeitos com dificuldade intelectual e dificuldade visual, o MOV'IN. Este programa contempla dois momentos de avaliações de bioimpedância, antropometria, hemodinâmica, RA, aptidão muscular, flexibilidade, equilíbrio e ACR.

Estando as avaliações inseridas no plano do GCP Lab, pude colaborar na realização destas avaliações através da gestão e coordenação dos participantes em consonância com as responsáveis do projeto (Sara Planches e Ana Louseiro), da equipa atribuída para as avaliações, antes e durante os momentos de avaliação, aplicação prática da técnica de tonometria por aplanção para determinar a RA, elaboração da base de dados e emissão dos relatórios de avaliação (anexo 2).

#### **4. Contributo à Instituição**

No desenvolvimento do contributo à instituição, como referido anteriormente, foram analisados os dados inseridos na base de dados do projeto *ARTERIX* de forma a obter resultados preliminares para fomentar hipóteses futuras que darão robustez ao projeto longitudinal. A oportunidade de realizar a investigação desde a recolha de dados até posterior análise, escrita de resultados e discussão, tornou esta experiência ainda mais enriquecedora.

### **Envelhecimento e Rigidez Arterial: Influência dos Fatores de Risco Cardiovasculares**

#### **I. Introdução**

*Um homem é (apenas) tão velho quanto as suas artérias.*

*(Thomas Sydenham, séc. XVII)*

As doenças cardiovasculares (DCV) permanecem, desde os últimos 20 anos, como a principal causa de morte em todo o mundo (OMS, 2021). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) 2021, o número de mortes por doenças cardíacas aumentou em mais de 2 milhões desde o ano 2000 para quase 9 milhões em 2019. Segundo Mikael et al., 2017, a morbidade e a mortalidade na população idosa são em grande parte definidas pelo aumento da incidência e prevalência de DCV. Estima-se então que, 70% das pessoas com mais de 70 anos desenvolverão DCV (Dunlay & Chamberlain, 2016). As DCV abrangem um grupo de distúrbios do coração e dos vasos sanguíneos e incluem doença coronária, doença cerebrovascular, outras condições (OMS 2021). Estes eventos advêm de um bloqueio que impede que o sangue flua para o coração ou para o cérebro, devido principalmente ao acúmulo de depósitos de gordura nas paredes internas dos vasos sanguíneos que irrigam o coração ou o cérebro,

designado por aterosclerose que por sua vez contribuem para o envelhecimento arterial (EA) (OMS, 2021).

Com o envelhecimento biológico surgem uma série de alterações fisiológicas e morfológicas que alteram a função cardiovascular e levam a uma progressão do EA e subsequentemente do risco de DCV, mesmo em indivíduos saudáveis assintomáticos (Dantas et al., 2012). A idade torna-se assim um fator de risco para desenvolvimento de DCV (FRCV) futura e que na presença de outros potenciam o EA precoce (Cecelja & Chowienczyk, 2012; Lakatta & Levy, 2003).

Neste sentido, o envelhecimento saudável está criticamente ligado à função cardiovascular intacta (Ungvari et al., 2018) e tratar a DCV na idade adulta pode ser "trancar a porta de casa depois desta ter sido roubada".

Como não é possível realizar ensaios clínicos de longa duração para testar o potencial benefício da modificação da exposição a FRCV (ex.: através da prática desportiva regular) em jovens no desenvolvimento de DCV na idade adulta, estudos de coorte com medições ao longo da vida fornecem a melhor oportunidade para entender os potenciais efeitos dos FRCV na trajetória individual em direção à DCV. Combinando esta vantagem com as técnicas de imagem não invasiva, os estudos de coorte são capazes de fornecer dados importantes para a associação dos FRCV nos jovens com marcadores pré-clínicos de saúde cardiovascular na idade adulta (Fuchs et al., 2013).

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo observar a relação entre o desenvolvimento da RA com a idade e FRCV. Esta compilação de dados irá fornecer ao projeto *ARTERIX* dados preliminares para a elaboração de futuras hipóteses.

## **II. Métodos**

### **Objetivo Estudo**

Os estudos de coorte com medições ao longo do ciclo de vida proporcionam uma melhor oportunidade para compreender os efeitos potenciais dos FRCV no caminho de um indivíduo para a DCV. Combinando esta vantagem com imagens não invasivas, os estudos de coorte são capazes de fornecer dados que ligam diretamente os FRCV juvenis com marcadores pré-clínicos da saúde cardiovascular na idade adulta.

Neste sentido, o presente estudo foi observacional e teve como objetivo avaliar e identificar as diferenças na RA entre grupos de diferentes faixas etárias e apresentar dados preliminares que suportem o projeto longitudinal, o *ARTERIX*. Este tem como

objetivo a análise, desde a infância, das trajetórias de marcadores de estrutura e RA, da sua associação com FRCV tradicionais, e o impacto da prática de AF regular no desenvolvimento da DCV na idade adulta.

### Amostra

O estudo contou com 116 participantes que foram distribuídos por 3 grupos consoante a faixa etária. Um grupo designado por *Crianças e Adolescentes* entre os 6 e os 18 anos ( $10\pm 3$ ) constituído por 36 participantes e classificado como Grupo I, um grupo de *Adultos* com 60 participantes entre os 19 e os 60 anos ( $24\pm 3$ ) e classificado como Grupo II um último grupo de *Idosos* com 20 participantes acima dos 60 anos ( $65\pm 4$ ) e classificado como Grupo III.

A todos os participantes foi enviado por e-mail um consentimento informado (anexo 3) antes de iniciarem as avaliações que teve de ser devidamente preenchido, autorizado e retornado. Expeto os participantes menores de idade que foi autorizado pelos encarregados de educação. Para além do consentimento informado para a participação neste estudo, os avaliados teriam de apresentar idade compreendida entre os 6 e os 70 anos, e como critérios de exclusão caso apresentassem algum tipo de DCV, perturbação respiratória significativa, doença metabólica, instabilidade atlanto-axial, incapacidade intelectual grave ou profunda e utilização de medicamentos anti-inflamatórios não-esteroides e bloqueadores da FC e PA.

### Metodologia de Avaliação

Todos os participantes passaram pelas seguintes avaliações realizadas no GCP Lab em dois momentos distintos. No primeiro momento realizámos as avaliações de bioimpedância, antropométrica, estrutura e RA e função hemodinâmica e o segundo momento foi dedicado à avaliação da ACR.

O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia, e aprovado pelo Quadro de Revisão Ético da Faculdade de Motricidade Humana – Universidade de Lisboa (01/2019).

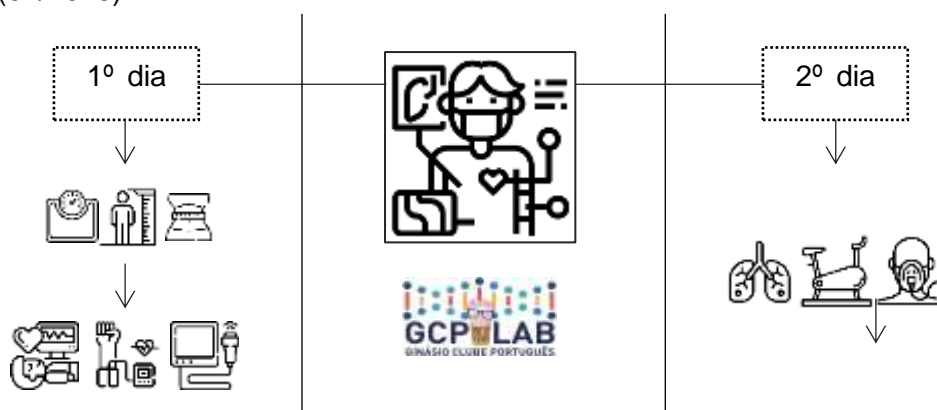


Figura 5 - Cronograma das avaliações

## **Procedimentos das Avaliações**

- **Avaliação Antropométrica**

A altura e o peso foram determinados numa balança com um estadiómetro acoplado (modelo 770, Seca; Hamburg, Deutschland). O IMC foi calculado como massa corporal dividida pela altura ao quadrado ( $\text{kg.m}^2$ ). O PC, uma estimativa do tecido adiposo subcutâneo e intra-abdominal (ou seja, visceral), na região abdominal foi medida ao milímetro mais próximo com uma fita metálica flexível inelástica (Lufkin - W606PM, Vancouver, Canadá) a meia distância entre a margem inferior das costelas e a crista ilíaca.

- **Avaliação Bioimpedância**

A Bioimpedância é um exame de corpo inteiro, realizado em pé e descalço numa balança de bioimpedância que permite avaliar a massa muscular segmentada, gordura corporal segmentada, água corporal, massa óssea e gordura visceral. Através do equipamento *seca mBCA 515* foi utilizada a técnica dos 8 elétrodos que permite a medição da impedância segmentar dos braços e pernas. A impedância é medida com uma corrente de 100  $\mu\text{A}$  a Frequências entre 1 e 1 000 kHz. A duração de cada medida de BIA é de 75 s.

- **Avaliação da Estrutura e Rigidez Arterial**

A RA medida pela VOP obtida por tonometria de aplanção foi medida através cfVOP no lado esquerdo do corpo e marcou o ponto de captação das curvas de pressão correspondentes com dois transdutores específicos sensíveis à pressão. A distância entre as artérias carótidas e femorais foram medidas diretamente e introduzida no software Complior Analyse (ALAM Medical, Paris, França). A bPAS esquerda foi medida com o esfigmomanómetro (Sugawara et al., 2000). e inserida no software Complior Analyse.

Após observarmos dez formas de onda de pulso carotídea de qualidade suficiente, são registadas simultaneamente curvas de pressão carotídea e femoral, para 10 formas de onda de pulso. O tempo de atraso (tempo de trânsito aórtico) entre as duas formas de onda de pulso é então calculado automaticamente. Os valores obtidos da carótida para artéria femoral são tomados como índices de RA central/aórtica, superior e inferior dos membros, respetivamente.

A cIMT foi avaliada com ultrassom do modo B (Arietta V60, Hitachi Aloka Medical Ltd, Mitaka-shi, Tóquio, Japão) usando uma sonda de alta Frequência linear (5-13 MHz). Após 15 minutos em repouso, os participantes foram examinados em posição supina, o pescoço ligeiramente estendido, e a sua cabeça virada 45° em frente do local a ser examinado (Touboul et al., 2007). O ciclo cardíaco foi controlado simultaneamente com um eletrocardiograma de 3 derivações. Os segmentos arteriais dos participantes foram avaliados de forma longitudinal, perpendicular ao feixe de ultrassom, com ambas as paredes bem visualizadas para obter medidas de diâmetro. A incidência lateral da sonda é recomendada, pois oferece a melhor visualização no campo intermediário, onde a resolução é conhecida por ser maior do que no campo próximo ou distante. Ao longo de um comprimento mínimo de 10 mm de uma artéria, uma aquisição de imagem de alta qualidade é necessária para medições reprodutíveis em série (Seizer et al., 1994).

A artéria carótida comum foi digitalizada com uma máquina de ultra-sons Arietta V60 (Hitachi Aloka Medical Ltd, Mitaka-shi, Tóquio, Japão) usando uma sonda linear de 7,5-MHz incorporando um transdutor Doppler de 5-MHz. Em vista longitudinal, a sonda foi manipulada de modo que a cIMT seja claramente visualizada e uma única linha seja alinhada perpendicularmente às paredes do vaso num local 20 mm proximal ao bulbo carotídeo. Os cursores no ecrã foram então colocados nas bordas anterior e posterior da íntima-média para permitir o seguimento de ambas as paredes. As correspondentes formas de onda de deslocamento e curva de diâmetro serão assim calculadas utilizando o rastreamento de parede em linha de alta resolução (tecnologia "E-track"), com uma taxa de amostragem de 1 kHz.

As formas de onda de PA foram obtidas automaticamente em tempo real através da calibração dos valores de pico e de fundo com a PAS e PAD medida através de um esfigmomanómetro, conforme previamente validado (Sugawara et al., 2000). A seguir, o Doppler foi alinhado às paredes do vaso no local de aquisição da forma de onda de diâmetro, para simultaneamente adquirir dados de velocidade de uma caixa de Doppler de fluxo de cor cobrindo todo o lúmen do vaso num ângulo entre 60 e 65 graus, com uma taxa de amostragem de pelo menos 50 Hz. A velocidade de fluxo média foi calculada a partir da média dos dados Doppler a cores (Swampillai et al., 2006). Diâmetro arterial e velocidade foram registados continuamente durante 20 s e em simultâneo foi registada a FC através de eletrocardiograma.

- **Aptidão Avaliação Cardiorrespiratória**

Para determinar o  $VO_2$  pico é necessário realizar uma Prova de Esforço Cardiorrespiratória (PECR) (K Wasserman, 2004). Durante a PECR, o  $VO_2$  pico pode ser definido como um estado de equilíbrio na captação de  $O_2$  no ponto máximo de fadiga do sujeito e o valor de  $VO_2$  pico obtido não aumenta mesmo perante um aumento da carga de trabalho (K Wasserman, 2004)

A PECR máxima é realizada com o auxílio de um analisador de gases (K5, Cosmed, Rome, Italy) para medir a captação respiratória de  $O_2$ , a produção de  $CO_2$  e limiares ventilatórios (Albouaini et al., 2007).

A ACR foi determinada diretamente através de um teste de ciclo com cargas de trabalho progressivamente crescentes utilizando um ciclo ergométrico travado eletronicamente (Monark 839 Ergomedic; Monark, Vansbro, Suécia). As cargas de trabalho iniciais e incrementais serão de 20 watts (W) para crianças com peso inferior a 30 kg e de 25 W para crianças com peso igual ou superior a 30 kg (Klasson-Heggebø et al., 2006). Para adultos e idosos a carga inicial e incremental foi de 15 a 30W independentemente do peso. A carga de trabalho será aumentada a cada 3 minutos até se atingir o esforço máximo dos participantes. O cicloergómetro foi calibrado eletronicamente uma vez em cada dia de teste e mecanicamente após ser movido.

Os gases inspirados e expirados foram continuamente analisados, respiração por respiração, através de um analisador de gases portátil (K5, Cosmed, Roma, Itália). Antes de cada teste, os analisadores de  $O_2$  e  $CO_2$  foram calibrados utilizando ar ambiente e gases de calibração padrão de concentração conhecida (16,7% de  $O_2$  e 5,7% de  $CO_2$ ). A calibração da turbina do K5 foi efetuada utilizando uma seringa de 3-l (Quinton Instruments, Seattle, Wash., EUA) de acordo com as instruções do fabricante. A FC foi monitorizada de forma contínua (Garmin, EUA). Os dados foram avaliados em médias de 20 segundos, e o pico de  $VO_2$  pico será definido como o valor mais alto de 20 segundos atingido no último minuto de esforço, desde que 2 dos seguintes critérios sejam cumpridos:

- (1) Atingir ~90% da FC máxima prevista para a idade;
- (2) Planalto em  $VO_2$  com um aumento da carga de trabalho ( $<2,0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ );
- (3) Classificação do esforço percebido  $\geq 9$  (ESE 1-10);
- (4) Quociente Respiratório (QR)  $\geq 1,1$ ;

(5) senso subjectivo do observador de que o participante já não poderia continuar, mesmo depois de encorajado.

### III. Estatística

Os dados encontram-se apresentados como média e desvio padrão. Os pressupostos da normalidade e da homogeneidade de variâncias populacionais foram testados com o teste de Shapiro-Wilk e com o teste de Levene, respetivamente, e adicionalmente com recurso a inspeção visual. Anova para amostras independentes foram usados para comparar as características dos participantes.

Para cada efeito de grupo foram estimadas medidas de dimensão do efeito – eta quadrado parcial ( $\eta^2$ ) – com recurso ao pacote R sjstats (Lüdecke et al., 2020). O  $\eta^2$  foi interpretado de acordo com as classificações propostas por Cohen (1988) efeito pequeno ( $\eta^2 < 0.05$ ), médio ( $\eta^2 < 0.25$ ) e grande ( $\eta^2 > 0.25$ ). Em caso de fatores principais e/ou efeitos de interação significativos, procedeu-se a comparações múltiplas aplicando a correção de Tuckey HSD usando o pacote emmeans (Lenth, 2020). Todas as análises foram realizadas utilizando o software R, versão 4.0.1, adotando um nível de significância ( $\alpha$ ) de  $< 0.05$ .

### IV. Resultados

#### Caraterísticas da Amostra

Como esperado observou-se um efeito de grupo na idade ( $p < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.96$ ) demonstrando uma diferença entre o Grupo I e Grupo II ( $d = -14$ ; 95% IC: -16 a -12 anos), entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -54$ ; 95% IC: -56 a -51 anos) e entre os entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -40$ ; 95% IC: -42 a -37 anos).

Tabela 2 - Características dos participantes

Variáveis	Grupo I (n=36)	Grupo II (n=60)	Grupo III (n=19)	Diferenças entre Grupos (p-value; Eta quadrado Parcial)
Idade	10±3	24±3	65±4	$p < 0.01$ ; $\eta^2 = 0.96$
Sexo (M/F)	13/24	36/24	17/2	$p < 0.01$ ; $\eta^2 = 0.13$

Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Abreviaturas: M/F = Masculino/Feminino. Grupo I - Crianças e Adolescentes; Grupo II – Adultos; Grupo III – Idosos.

## Rigidez Arterial

Observou-se um efeito de grupo na cfVOP ( $p < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.51$ ), demonstrando uma diferença entre o Grupo I e Grupo II ( $d = -1.7$ ; 95% IC: -2.3 a -1.1 m/s), entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -2.9$ ; 95% IC: -3.8 a -2.1 m/s) e entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -1.2$ ; 95% IC: -2.0 a -0.5 m/s). No Diâmetro Máximo foram observadas diferenças apenas entre as entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -0.6$ ; 95% IC: -0.9 a -0.3mm), enquanto no Diâmetro Mínimo foram apresentadas diferenças entre o Grupo I e Grupo II ( $d = -0.6$ ; 95% IC: -0.9 a -0.3mm) e entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -0.7$ ; 95% IC: -0.2 a -1.1mm).

Tabela 3 - Índices de rigidez e estrutura arterial local e regional

Variáveis	Grupo I (n=36)	Grupo II (n=60)	Grupo III (n=19)	Diferenças entre Grupos (p-value; Eta quadrado Parcial)
cfVOP (m/s)	4.5±1	6.2±1	7.4±2	<b><math>p &lt; 0.01</math>; <math>\eta^2 = 0.51</math></b>
clMT (mm)	0.48±0.05	0.48±0.78	NA	$p = 0.61$ ; $\eta^2 = 0$
$\beta$ -Stiffness (AU)	3.4±1.7	6.7±1.1	8.0±3.8	<b><math>p &lt; 0.01</math>; <math>\eta^2 = 0.40</math></b>
VOP- $\beta$ (m/s)	3.8±0.7	4.1±0.6	6.1±1.2	<b><math>p &lt; 0.01</math>; <math>\eta^2 = 0.51</math></b>
Diâmetro Máximo (mm)	6.1±0.6	6.71±0.58	6.4±0.7	<b><math>p &lt; 0.01</math>; <math>\eta^2 = 0.17</math></b>
Diâmetro Mínimo (mm)	5.4±0.6	6.0±0.51	6.0±0.7	<b><math>p &lt; 0.01</math>; <math>\eta^2 = 0.22</math></b>

Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Abreviaturas: cfVOP = Carótida-Femoral Velocidade da Onda de Pulso; clMT = Espessura da Parede Íntima-Média Carótida. Grupo I - Crianças e Adolescentes; Grupo II - Adultos; Grupo III - Idosos.

## Aptidão Cardiorrespiratória

Nos dados obtidos da avaliação cardiorrespiratória foram observadas diferenças na FC repouso entre o Grupo I e Grupo II ( $d = 22$ ; 95% IC: 17 a 28bpm) e entre o Grupo I e Grupo III ( $d = 29$ ; 95% IC: 22 a 36bpm). Por outro lado, na FC Pico foram observadas diferenças entre o Grupo II e Grupo III ( $d = 32$ ; 95% IC: 26 a 38bpm) e entre o Grupo I e Grupo III ( $d = 34$ ; 95% IC: -42 a -28bpm). De igual forma à FC repouso, observaram-se diferenças no QR entre o Grupo I e Grupo II e entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -0.23$ ; 95% IC: -0.28 a -0.17) e entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -0.14$ ; 95% IC: -24 a -0.03). Por fim, nos resultados obtidos do  $VO_2$  Pico relativo observaram-se diferenças entre os grupos entre o Grupo II e Grupo III ( $d = 14.5$ ; 95% IC: 8.7 a 20.3 mL/Kg/min) e entre o Grupo I e Grupo III ( $d = 18$ ; 95% IC: 11.3 a 25.0 mL/Kg/min) enquanto no  $VO_2$  Pico absoluto observaram-se diferenças entre o Grupo I e Grupo II ( $d = -1063$ ; 95% IC: -1494 a -632 mL/min) e entre o Grupo II e Grupo III ( $d = 926$ ; 95% IC: 401 a 1450 mL/min).

Tabela 4 - Índices de aptidão Cardiorrespiratória

Variáveis	Grupo I (n=36)	Grupo II (n=60)	Grupo III (n=19)	Diferenças entre Grupos (p-value; Eta quadrado Parcial)
FC Repouso (bpm)	86±10	62±11	56±7	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.55</math></b>
FC Pico (bpm)	187±9	184±9	153±14	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.61</math></b>
QR	1.0±0.1	1.2±0.1	1.1±0.1	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.52</math></b>
VO <sub>2</sub> Pico (mL/kg/min)	45.9±7.2	42.7±10.4	28.3±8.9	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.30</math></b>
VO <sub>2</sub> Pico (mL/min)	7645±460	2780±1005	1782±756	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.27</math></b>

Dados apresentados como média ± desvio padrão. Abreviaturas: FC = Frequência Cardíaca; QR = Quociente Respiratório; VO<sub>2</sub> = Consumo de Oxigênio. Grupo I - Crianças e Adolescentes; Grupo II – Adultos; Grupo III – Idosos.

### Hemodinâmica

Foram observadas diferenças entre grupos na bPAS ( $p < 0.01$ ;  $\eta^2= 0.13$ ), nomeadamente entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -15$ ; 95% IC: -24 a -5 mmHg) e entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -13$ ; 95% IC: -22 a -5 mmHg). Por outro lado, na bPAD ( $p=0.03$ ;  $\eta^2= 0.06$ ) apenas existiram diferenças significativas entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -8$ ; 95% IC: -15 a -1 mmHg). Na bPAM também se verificaram diferenças ( $p < 0.01$ ;  $\eta^2= 0.10$ ), entre o Grupo I e Grupo III ( $d = -10$ ; 95% IC: -17 a -3 mmHg) e entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -8$ ; 95% IC: -14 a -2 mmHg). Por fim, na bPP apenas foram observadas diferenças significativas ( $p=0.03$ ;  $\eta^2= 0.06$ ), entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -8$ ; 95% IC: -15 a -1 mmHg).

Tabela 5 - Índices de hemodinâmica

Variáveis	Grupo I (n=36)	Grupo II (n=60)	Grupo III (n=19)	Diferenças entre Grupos (p-value; Eta square Parcial)
bPAS (mmHg)	118±12	119±13	132±16	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.13</math></b>
bPAD (mmHg)	72±11	75±9	80±11	<b>p = 0.03; <math>\eta^2= 0.06</math></b>
bPAM (mmHg)	87±10	90±10	97±11	<b>p &lt; 0.01; <math>\eta^2= 0.10</math></b>
bPP (mmHg)	46±11	44±11	52±13	<b>p = 0.03; <math>\eta^2= 0.06</math></b>
cPAS (mmHg)	113±17	117±17	124±18	<b>p = 0.06; <math>\eta^2= 0.11</math></b>

Dados apresentados como média ± desvio padrão. Abreviaturas: bPAS = Pressão Arterial Sistólica Braquial; bPAD = Pressão Arterial Diastólica Braquial; bPAM = Pressão Arterial Média Braquial; bPP = Pressão de Pulso Braquial; cPAS = Pressão Arterial Sistólica Central. Grupo I - Crianças e Adolescentes; Grupo II – Adultos; Grupo III – Idosos.

## Composição Corporal

Observaram-se diferenças em todos os parâmetros avaliados na composição corporal entre os três grupos, exceto no parâmetro da MM onde não foram reconhecidas diferenças entre os grupos entre o Grupo II e Grupo III ( $d = -0.5$ ; 95% IC: -6.8 a 5.7kg).

Tabela 6 - Variáveis de composição corporal

Variáveis	Grupo I (n=36)	Grupo II (n=60)	Grupo III (n=19)	Diferenças entre Grupos (p-value; Eta quadrado Parcial)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19±3	23±3	27±4	<b>p &lt; 0.01; η<sup>2</sup>= 0.41</b>
MG (%)	6±4	16±7	26±9	<b>p &lt; 0.01; η<sup>2</sup>= 0.50</b>
MM (kg)	31±7	53±10	54±13	<b>p &lt; 0.01; η<sup>2</sup>= 0.51</b>
PC (m)	0.61±0.14	0.81±0.07	0.92±0.10	<b>p &lt; 0.01; η<sup>2</sup>= 0.53</b>

Dados apresentados como média ± desvio padrão. Abreviaturas: MG = Massa Gorda; MM = Massa Magra; PC = Circunferência da Cintura. Grupo I - Crianças e Adolescentes; Grupo II – Adultos; Grupo III – Idosos.

Tabela 7 - Comparações entre grupos – Post Hoc

Variáveis	Grupo I e II (p-value)	Grupo II e III (p-value)	Grupo I e III (p-value)
<b>Rigidez Arterial</b>			
Carótida VOP (m/s)	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
cIMT (mm)	p = 0.61	NA	NA
β-Stiffness (AU)	p = 0.69	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
VOP-β (m/s)	p = 0.26	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
Diâmetro Máximo (mm)	<b>p &lt; 0.01</b>	p = 0.24	p = 0.33
Diâmetro Mínimo (mm)	<b>p &lt; 0.01</b>	p = 0.99	<b>p &lt; 0.01</b>
<b>Aptidão Cardiorrespiratória</b>			
FCR (bpm)	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p = 0.06</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
FC Pico (bpm)	p = 0.42	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
QR	<b>p &lt; 0.01</b>	p = 0.08	<b>p = 0.01</b>
VO <sub>2</sub> Pico (mL/kg/min)	p = 0.25	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
VO <sub>2</sub> Pico (mL/min)	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>	p = 0.84
<b>Hemodinâmica</b>			
bPAS (mmHg)	p = 0.87	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
bPAD (mmHg)	p = 0.38	p = 0.14	<b>p = 0.02</b>
bMAP (mmHg)	p = 0.52	<b>p = 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
bPP (mmHg)	p = 0.83	<b>p = 0.02</b>	p = 0.09
cPAS (mmHg)	p = 0.52	p = 0.20	p = 0.05
<b>Composição Corporal</b>			
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p = 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
MG (%)	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>
MM (kg)	<b>p &lt; 0.01</b>	p = 0.98	<b>p &lt; 0.01</b>
PC (m)	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>	<b>p &lt; 0.01</b>

Abreviaturas: cVOP = Carótida-Femoral Velocidade da Onda de Pulso; cIMT = Espessura da Parede Íntima-Média Carótida; FC = Frequência Cardíaca; QR = Quociente Respiratório; VO<sub>2</sub> = Consumo de Oxigênio; bSBP = Pressão Arterial Sistólica Braquial; bDBP = Pressão Arterial Diastólica Braquial; bMAP = Pressão Arterial Média Braquial; bPP = Pressão de Pulso Braquial; cSBP = Pressão Arterial Central Sistólica; IMC = índice de massa corporal; MG = Massa Gorda; MM = Massa Magra; PC = Circunferência da Cintura. Grupo I - Crianças e Adolescentes; Grupo II – Adultos; Grupo III – Idosos.

## V. Discussão

Estes resultados constituem a primeira análise de um estudo longitudinal, o *ARTERIX*, com o intuito de gerar dados preliminares úteis que contribuam para a robustez da criação de futuras hipóteses.

Neste sentido, verificando os resultados apresentados no nosso estudo, os FRCV que aparentam ser mais relevantes na predição do desenvolvimento precoce do EA e consequentemente de um maior risco de DCV para além da idade, são o PC, a bPAS e a ACR. Estas variáveis são relevantes pois apresentam uma relação forte com a saúde cardiovascular, e podendo como consequência aumentar o risco de DCV (Albin et al., 2020; Kotsis et al., 2011; Sobhani et al., 2022a). De acordo com a literatura, o risco de eventos cardiovasculares e mortalidade por DCV aumentou em 12–14% e 13–15%, respectivamente, para cada aumento de 1 m/s na VOP (Charalambos Vlachopoulos et al., 2012; Vlachopoulos et al., 2010).

De acordo com o nosso estudo, a literatura também evidência a associação entre o PC e a RA ( $r=0.47$ ;  $P<0.01$ ), onde é manifestada uma correlação positiva entre ambos (Gupta et al., 2020; Sobhani et al., 2022). Desta forma, a literatura que relaciona o PC e o risco de DCV e a mortalidade por DCV é evidente (Lakka et al., 2002; Zhu et al., 2002). Alguns dos mecanismos que explicam esta correlação são o aumento dos ácidos gordos livre, mediadores inflamatórios e citocinas (Scuteri et al., 2004; Sutton-Tyrrell et al., 2001).

Do mesmo modo e de encontro aos resultados observados no nosso estudo ( $r=0.32$ ;  $P<0.01$ ), a literatura também apresenta evidência robusta que demonstra esta correlação positiva entre a bPAS e a RA (Kunz et al., 2020). Esta relação é explicada pela deposição da matriz extracelular que contribui para o aumento da RA (Lakatta, 2013). Por outro lado, apesar dos estudos referenciados indicarem a HA como contributo ao aumento da RA, outras evidências mostram o inverso desta relação admitindo que existe uma relação bidirecional entre estas duas variáveis (AlGhatrif & Lakatta, 2015; Kucharska-Newton et al., 2019; Nowak et al., 2018).

Por fim, a ACR revelou uma correlação negativa com a RA ( $r=-0.52$ ;  $P<0.01$ ) o que também vai de encontro aos resultados provenientes da literatura (Meyer et al., 2017; Vaitkevicius et al., 1993). Está bem documentada a relação entre a ACR e os níveis de AF e EF Neste sentido, também Ashor et al., 2014 observou que exercício aeróbico reduziu o VOP em 0,63 m/s, o que pode traduzir-se numa redução de 8% em eventos cardiovasculares e 9% em mortalidade por eventos. Assim, a prática regular de

AF gera um aumento da produção do óxido nítrico e reduz as concentrações de vasoconstritores (Higashi & Yoshizumi, 2004) e angiotensina II (Higashi & Yoshizumi, 2004).

Apesar do PC e da bPAS também se apresentarem na literatura como fatores evidentes preditores de EA, uma coleta de evidência epidemiológica e clínica demonstra não apenas que a ACR é um preditor independente potencialmente mais forte de mortalidade do que os FRCV estabelecidos (Mahmood et al., 2014), como também melhora significativamente a previsão e a classificação do risco de longo prazo para mortalidade por DCV (Ross et al., 2016).

Por fim, um maior entendimento e identificação precoce do processo de EA e dos biomarcadores relacionados pode contribuir para a melhora na prevenção através da modificação dos FRCV, como HA, dislipidemia, DM2, obesidade e sedentarismo (Oliveira et al., 2022).

## **VI. Limitações do Estudo e Direções Futuras**

Este estudo apresentou algumas limitações, nomeadamente: uma amostra entre grupos bastante heterogênea e por outro lado, a amostra de cada grupo é bastante homogênea (as idades dos participantes são idênticas) o que poderá explicar a ausência de diferenças intra-grupo; outra limitação relevante foi a ausência de dados dos valores de cIMT dos idosos que, apesar de ser expectável observar diferenças entre os restantes grupos, daria mais robustez ao estudo.

Num aglomerado dos resultados reportados e da consideração dos diversos fatores mencionados na discussão, coloco em questão se a variabilidade da PA realizada durante a prova de ACR poderia fornecer mais detalhes importantes ao estudo bem como a comparação da altura de todos os participantes com os valores da cfVOP visto que a distância medida entre a artéria carótida e femoral é um dado crucial para a avaliação.

## **5. Conclusão**

Após este grande desafio, onde foram dois anos de muita luta e resiliência, posso afirmar que o Mestrado em Exercício e Saúde, completou o espaço da bagagem de conhecimento e de competências que naquele momento da minha vida profissional e pessoal precisava de preencher. A preferência pelo estágio curricular veio neste mesmo sentido, pela procura da parte prática para que pudesse fazer o transfere para a minha prestação laboral e que me tornasse uma melhor profissional.

Apesar do contexto do estágio curricular ter sido no laboratório, área que eu não me sentia confortável e que em termos práticos, no início, não consegui ver o que me poderia acrescentar a nível profissional, hoje consigo acolher todas as qualidades inerentes a este processo. A experiência enriquecedora contemplada pela aprendizagem partilhada, o sentido critico sobre os assuntos, o sentido de entre ajuda que todos os membros da equipa GCP Lab fomentavam.

Apesar no contexto do fitness, estas questões laboratoriais ainda estarem um pouco “adormecidas”, o futuro está a evoluir cada vez mais rápido e a área do exercício não é exceção e acredito que os profissionais que nessa altura estiverem preparados irão marcar a diferença no mercado de trabalho.

## 6. Referências Bibliográficas

- Albin, E. E., Brellenthin, A. G., Lang, J. A., Meyer, J. D., & Lee, D. C. (2020). Cardiorespiratory Fitness and Muscular Strength on Arterial Stiffness in Older Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(8), 1737–1744. DOI:10.1249/MSS.0000000000002319
- Albouaini, K., Egred, M., Alahmar, A., & Wright, D. J. (2007). Cardiopulmonary exercise testing and its application. In *Postgraduate Medical Journal* (Vol. 83, Issue 985, pp. 675–682). DOI:10.1136/hrt.2007.121558
- AlGhatrif, M., & Lakatta, E. G. (2015). The Conundrum of Arterial Stiffness, Elevated Blood Pressure, and Aging. In *Current Hypertension Reports* (Vol. 17, Issue 2). Current Medicine Group LLC 1. DOI:10.1007/s11906-014-0523-z
- Angeli, F., Reboldi, G., & Verdecchia, P. (2015). The 2014 hypertension guidelines: implications for patients and practitioners in Asia. *Heart Asia*, 7, 21–25. DOI:10.1136/heartasia-2015
- Ashor, A. W., Lara, J., Siervo, M., Celis-Morales, C., & Mathers, J. C. (2014). Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS ONE*, 9(10). DOI:10.1371/journal.pone.0110034
- Bachschmid, M. M., Schildknecht, S., Matsui, R., Zee, R., Haeussler, D., A. Cohen, R., Pimental, D., & Loo, B. van der. (2013). Vascular aging: Chronic oxidative stress and impairment of redox signaling - Consequences for vascular homeostasis and disease. In *Annals of Medicine* (Vol. 45, Issue 1, pp. 17–36). DOI:10.3109/07853890.2011.645498
- Benetos, A., Adamopoulos, C., Bureau, J. M., Temmar, M., Labat, C., Bean, K., Thomas, F., Pannier, B., Asmar, R., Zureik, M., Safar, M., & Guize, L. (2002). Determinants of accelerated progression of arterial stiffness in normotensive subjects and in treated hypertensive subjects over a 6-year period. *Circulation*, 105(10), 1202–1207. DOI:10.1161/hc1002.105135
- Benetos, A., Waeber, B., Izzo, J., Mitchell, G., Resnick, L., Asmar, R., & Safar, M. (2002). *Influência da idade, fatores de risco e doença cardiovascular e renal na rigidez arterial: aplicações clínicas.*

- Berenson, G. S., Frank, G. C., Hunter, S. M., Srinivasan, S. R., Voors, A. W., & Webber, L. S. (1982). *Cardiovascular Risk Factors in Children Should They Concern the Pediatrician?*
- Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Bao, W., Newman, W. P., Tracy, R. E., & Wattigney, W. A. (1998). Association between Multiple Cardiovascular Risk Factors and Atherosclerosis in Children and Young Adults. *New England Journal of Medicine*, 338(23), 1650–1656. DOI:10.1056/nejm199806043382302
- Bohn, L., Ramoa, A., Silva, G., Silva, N., Abreu, S. M., Ribeiro, F., Boutouyrie, P., Laurent, S., & Oliveira, J. (2017). Sedentary Behavior and Arterial Stiffness in Adults with and without Metabolic Syndrome. *International Journal of Sports Medicine*, 38(5), 396–401. DOI:10.1055/s-0043-101676
- Boreham, C. A., Ferreira, I., Twisk, J. W., Gallagher, A. M., Savage, M. J., & Murray, L. J. (2004). Cardiorespiratory fitness, physical activity, and arterial stiffness: The Northern Ireland young hearts project. *Hypertension*, 44(5), 721–726. DOI:10.1161/01.HYP.0000144293.40699.9a
- Brunner-La Rocca, H. P. (2010). Towards applicability of measures of arterial stiffness in clinical routine. In *European Heart Journal* (Vol. 31, Issue 19, pp. 2320–2322). DOI:10.1093/eurheartj/ehq211
- Burnley, M., & Jones, A. M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, 7(2), 63–79. DOI:10.1080/17461390701456148
- Cecelja, M., & Chowienczyk, P. (2009). Dissociation of aortic pulse wave velocity with risk factors for cardiovascular disease other than hypertension: A systematic review. *Hypertension*, 54(6), 1328–1336. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.137653
- Cecelja, M., & Chowienczyk, P. (2012). Role of arterial stiffness in cardiovascular disease. *JRSM Cardiovascular Disease*, 1(4), 1–10. DOI:10.1258/cvd.2012.012016
- Cefalu, C. A. (2011). Theories and Mechanisms of Aging. In *Clinics in Geriatric Medicine* (Vol. 27, Issue 4, pp. 491–506). DOI:10.1016/j.cger.2011.07.001
- Charalambos Vlachopoulos, Konstantinos Aznaouridis, Dimitrios Terentes-Printzios, Nikolaos Ioakeimidis, & Christodoulos Stefanadis. (2012). *Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality With Brachial-Ankle Elasticity Index A Systematic Review and Meta-Analysis*. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA

- Cunha, P. G., Boutouyrie, P., Nilsson, P. M., & Laurent, S. (2017). Early Vascular Ageing (EVA): Definitions and Clinical Applicability. *Current Hypertension Reviews*, 13(1). DOI:.2174/1573402113666170413094319
- Cunha, P. G., Cotter, J., Oliveira, P., Vila, I., Boutouyrie, P., Laurent, S., Nilsson, P. M., Scuteri, A., & Sousa, N. (2015). Pulse wave velocity distribution in a cohort study: From arterial stiffness to early vascular aging. *Journal of Hypertension*, 33(7), 1438–1445. DOI:10.1097/HJH.0000000000000565
- Dantas, A. P., Jiménez-Altayó, F., & Vila, E. (2012a). Vascular aging: Facts and factors. In *Frontiers in Physiology: Vol. 3 AUG*. DOI:10.3389/fphys.2012.00325
- Dantas, A. P., Jiménez-Altayó, F., & Vila, E. (2012b). Vascular aging: Facts and factors. In *Frontiers in Physiology: Vol. 3 AUG*. DOI:10.3389/fphys.2012.00325
- Dunlay, S. M., & Chamberlain, A. M. (2016). Multimorbidity in Older Patients with Cardiovascular Disease. In *Current Cardiovascular Risk Reports* (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–9). Current Medicine Group LLC 1. DOI:10.1007/s12170-016-0491-8
- Engelen, L., Ferreira, I., Stehouwer, C. D., Boutouyrie, P., & Laurent, S. (2013). Reference intervals for common carotid intima-media thickness measured with echotracking: Relation with risk factors. *European Heart Journal*, 34(30). DOI:10.1093/eurheartj/ehs380
- Fernández-Alvarez, V., Linares Sánchez, M., López Alvarez, F., Suárez Nieto, C., Mäkitie, A. A., Olsen, K. D., & Ferlito, A. (2022). Evaluation of Intima-Media Thickness and Arterial Stiffness as Early Ultrasound Biomarkers of Carotid Artery Atherosclerosis. In *Cardiology and Therapy* (Vol. 11, Issue 2, pp. 231–247). Adis. DOI:10.1007/s40119-022-00261-x
- Fernhall, B., & Agiovlasis, S. (2008). HIGHLIGHTED TOPIC Biology of Physical Activity in Youth Arterial function in youth: window into cardiovascular risk. *J Appl Physiol*, 105, 325–333. DOI:10.1152/jappphysiol.00001.2008.-Noninvasive
- Franklin, S. S., Larson, M. G., Khan, S. A., Wong, N. D., Leip, E. P., Kannel, W. B., & Levy, D. (2001). Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging?: The Framingham Heart Study. *Circulation*, 103(9), 1245–1249. DOI:10.1161/01.CIR.103.9.1245
- Fu, S., Luo, L., Ye, P., Liu, Y., Zhu, B., Zheng, J., Bai, Y., & Bai, J. (2013). Overall and abdominal obesity indicators had different association with central arterial stiffness and hemodynamics independent of age, sex, blood pressure, glucose, and lipids in

- Chinese community-dwelling adults. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1579–1584. DOI:10.2147/CIA.S54352
- Fuchs, S. C., Biolo, A., & Polanczyk, C. A. (2013). Epidemiologia cardiovascular: O legado de sólidos estudos nacionais e internacionais. In *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* (Vol. 101, Issue 2, pp. 98–100). DOI:10.5935/abc.20130152
- Gamble, G., Zorn, ; J, Sanders, ; G, Macmahon, ; S, & Sharpe, ; N. (1994). *Estimation of Arterial Stiffness, Compliance, and Distensibility From M-Mode Ultrasound Measurements of the Common Carotid Artery*.
- Gaynor-Metzinger, S. H. A., Triplett, N. T., Meucci, M., Fasczewski, K. S., Flinchum, D. H., & Collier, S. R. (2022). Central arterial stiffness, wave reflection, and heart rate variability following 4-week high-intensity resistance training intervention in young active women. *European Journal of Applied Physiology*, 122(10), 2283–2293. DOI:10.1007/s00421-022-05003-4
- Gómez-Sánchez, M., Patino-Alonso, M. C., Gómez-Sánchez, L., Recio-Rodríguez, J. I., Rodríguez-Sánchez, E., Maderuelo-Fernández, J. A., García-Ortiz, L., & Gómez-Marcos, M. A. (2020). Reference values of arterial stiffness parameters and their association with cardiovascular risk factors in the Spanish population. The EVA Study. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 73(1), 43–52. DOI:10.1016/j.rec.2019.04.016
- Grebla, R. C., Rodriguez, C. J., Borrell, L. N., & Pickering, T. G. (2010). Prevalence and determinants of isolated systolic hypertension among young adults: The 1999-2004 US National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Hypertension*, 28(1), 15–23. DOI:10.1097/HJH.0b013e328331b7ff
- Gupta, R., Tyagi, K., Anoop, S., Ghosh, A., & Misra, A. (2020). About 1/3rd of north Indian patients less than 50 years of age with type 2 diabetes have high pulse wave velocity indicating high risk of atherosclerosis. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14(6), 2205–2210. DOI:10.1016/j.dsx.2020.11.010
- Hall, M. E., Cohen, J. B., Ard, J. D., Egan, B. M., Hall, J. E., Lavie, C. J., Ma, J., Ndumele, C. E., Schauer, P. R., & Shimbo, D. (2021). Weight-Loss Strategies for Prevention and Treatment of Hypertension: A Scientific Statement from the American Heart Association. In *Hypertension* (pp. E38–E50). Lippincott Williams and Wilkins. DOI:10.1161/HYP.0000000000000202

- Harvey, A., Montezano, A. C., Lopes, R. A., Rios, F., & Touyz, R. M. (2016). Vascular Fibrosis in Aging and Hypertension: Molecular Mechanisms and Clinical Implications. In *Canadian Journal of Cardiology* (Vol. 32, Issue 5, pp. 659–668). Pulsus Group Inc. DOI:10.1016/j.cjca.2016.02.070
- Higashi, Y., & Yoshizumi, M. (2004). Exercise and endothelial function: Role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. In *Pharmacology and Therapeutics* (Vol. 102, Issue 1, pp. 87–96). DOI:10.1016/j.pharmthera.2004.02.003
- Horta, B. L., Schaan, B. D., Bielemann, R. M., Vianna, C. Á., Gigante, D. P., Barros, F. C., Ekelund, U., & Hallal, P. C. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary-time are associated with arterial stiffness in Brazilian young adults. *Atherosclerosis*, 243(1), 148–154. DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2015.09.005
- James, P. T. (2004). Obesity: The worldwide epidemic. *Clinics in Dermatology*, 22(4 SPEC. ISS.), 276–280. DOI:10.1016/j.clindermatol.2004.01.010
- Jia, G., Aroor, A. R., DeMarco, V. G., Martinez-Lemus, L. A., Meininger, G. A., & Sowers, J. R. (2015). Vascular stiffness in insulin resistance and obesity. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 6, Issue Aug). Frontiers Media S.A. DOI:10.3389/fphys.2015.00231
- K Wasserman, J. H. D. S. W. S. B. W. eds. (2004). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*.
- Kelly, R., Hayward, C., Avolio, A., & O’rourke, M. (1989). *Noninvasive Determination of Age-Related Changes in the Human Arterial Pulse*.
- Klasson-Heggebø, L., Andersen, L. B., Wennlöf, A. H., Sardinha, L. B., Harro, M., Froberg, K., & Anderssen, S. A. (2006). Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 40(1), 25–29. DOI:10.1136/bjism.2004.016113
- Kohn, J. C., Lampi, M. C., & Reinhart-King, C. A. (2015). Age-related vascular stiffening: Causes and consequences. In *Frontiers in Genetics* (Vol. 6, Issue MAR). Frontiers Media S.A. DOI:10.3389/fgene.2015.00112
- Kotsis, V., Stabouli, S., Karafillis, I., & Nilsson, P. (2011). Early vascular aging and the role of central blood pressure. In *Journal of Hypertension* (Vol. 29, Issue 10, pp. 1847–1853). Lippincott Williams and Wilkins. DOI:10.1097/HJH.0b013e32834a4d9f

- Kucharska-Newton, A. M., Stoner, L., & Meyer, M. L. (2019a). Determinants of vascular age: An epidemiological perspective. In *Clinical Chemistry* (Vol. 65, Issue 1, pp. 108–118). American Association for Clinical Chemistry Inc. DOI:10.1373/clinchem.2018.287623
- Kucharska-Newton, A. M., Stoner, L., & Meyer, M. L. (2019b). Determinants of vascular age: An epidemiological perspective. In *Clinical Chemistry* (Vol. 65, Issue 1, pp. 108–118). American Association for Clinical Chemistry Inc. DOI:10.1373/clinchem.2018.287623
- Kunz, E. W., Barroso, S., Duarte, E. C., Marco, B., & Mota-Gomes, A. (2020). *São Paulo • 2020*.
- Lakatta, E. G. (2013). The reality of aging viewed from the arterial wall. In *Artery Research* (Vol. 7, Issue 2, pp. 73–80). DOI:10.1016/j.artres.2013.01.003
- Lakatta, E. G., & Levy, D. (2003). Arterial and cardiac aging: Major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part I: Aging arteries: A “set up” for vascular disease. In *Circulation* (Vol. 107, Issue 1, pp. 139–146). Lippincott Williams and Wilkins. DOI:.1161/01.CIR.0000048892.83521.58
- Lakka, H. M., Lakka, T. A., Tuomilehto, J., & Salonen, J. T. (2002). Abdominal obesity is associated with increased risk of acute coronary events in men. *European Heart Journal*, 23(9), 706–713. DOI:10.1053/euhj.2001.2889
- Laurent, S., Boutouyrie, P., Asmar, R., Gautier, I., Laloux, B., Guize, L., Ducimetiere, P., & Benetos, A. (2001). *Aortic Stiffness Is an Independent Predictor of All-Cause and Cardiovascular Mortality in Hypertensive Patients*.
- Laurent, S., Cockcroft, J., Van Bortel, L., Boutouyrie, P., Giannattasio, C., Hayoz, D., Pannier, B., Vlachopoulos, C., Wilkinson, I., & Struijker-Boudier, H. (2006). Expert consensus document on arterial stiffness: Methodological issues and clinical applications. In *European Heart Journal* (Vol. 27, Issue 21, pp. 2588–2605). DOI:10.1093/eurheartj/ehl254
- Li, S., Chen, W., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (2004). Childhood Blood Pressure as a Predictor of Arterial Stiffness in Young Adults: The Bogalusa Heart Study. *Hypertension*, 43(3), 541–546. DOI:10.1161/01.HYP.0000115922.98155.23
- Lüdecke, D., Ben-Shachar, M., Patil, I., & Makowski, D. (2020). Extracting, Computing and Exploring the Parameters of Statistical Models using R. *Journal of Open Source Software*, 5(53), 2445. DOI:10.21105/joss.02445

- Macsweeney, S. T. R., Young, G., Greenhalgh, R. M., & Powell, J. T. (1992). *Mechanical properties of the aneurysmal aorta* (Vol. 79).
- Mahmood, S. S., Levy, D., Vasan, R. S., & Wang, T. J. (2014). The Framingham Heart Study and the epidemiology of cardiovascular disease: A historical perspective. In *The Lancet* (Vol. 383, Issue 9921, pp. 999–1008). Elsevier B.V. DOI:10.1016/S0140-6736(13)61752-3
- Mcneal, C. J., Wilson, D. P., Christou, D., Bush, R. L., Shepherd, L. G., Santiago, J., & Wu, G. Y. (2009). The Use of Surrogate Vascular Markers in Youth at Risk for Premature Cardiovascular Disease. In *London Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism* (Vol. 22). Ö Freund Publishing House Ltd.
- Meyer, J., Elmenhorst, J., Giegerich, T., Oberhoffer, R., & Müller, J. (2017). Controversies in the association of cardiorespiratory fitness and arterial stiffness in children and adolescents. *Hypertension Research*, 40(7), 675–678. DOI:10.1038/hr.2017.19
- Mikael, L. de R., de Paiva, A. M. G., Gomes, M. M., Sousa, A. L. L., Jardim, P. C. B. V., Vitorino, P. V. de O., Euzébio, M. B., Sousa, W. de M., & Barroso, W. K. S. (2017). Envelhecimento Vascular e Rigidez Arterial. In *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* (Vol. 109, Issue 3, pp. 253–258). Arquivos Brasileiros de Cardiologia. DOI:10.5935/abc.20170091
- Newman, D. L., & Greenwald, S. E. (1978). *Validity of the Moens-Korteweg Equation*.
- Newman W, Wendy W, William B, & Gerald S. (1991). *Autopsy Studies in United States Children and Adolescents" Relationship of Risk Factors to Atherosclerotic Lesions*.
- Nezu, T., Hosomi, N., Aoki, S., & Matsumoto, M. (2016). Carotid Intima-Media Thickness for Atherosclerosis. In *J Atheroscler Thromb* (Vol. 23).
- Nilsson, P. M., Boutouyrie, P., Cunha, P., Kotsis, V., Narkiewicz, K., Parati, G., Rietzschel, E., Scuteri, A., & Laurent, S. (2013). Early vascular ageing in translation: From laboratory investigations to clinical applications in cardiovascular prevention. In *Journal of Hypertension* (Vol. 31, Issue 8, pp. 1517–1526). Lippincott Williams and Wilkins. DOI:10.1097/HJH.0b013e328361e4bd
- Nilsson, P. M., Laurent, S., Cunha, P. G., Olsen, M. H., Rietzschel, E., Franco, O. H., Rylis̄kyte, L., Strazhesko, I., Vlachopoulos, C., Chen, C. H., Boutouyrie, P., Cucca, F., Lakatta, E. G., & Scuteri, A. (2018). Characteristics of healthy vascular ageing in pooled population-based cohort studies: The global metabolic syndrome and

- artery research consortium. *Journal of Hypertension*, 36(12), 2340–2349. DOI:10.1097/HJH.0000000000001824
- Nowak, K. L., Rossman, M. J., Chonchol, M., & Seals, D. R. (2018a). Strategies for achieving healthy vascular aging. In *Hypertension* (Vol. 71, Issue 3, pp. 389–402). Lippincott Williams and Wilkins. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10439
- Nowak, K. L., Rossman, M. J., Chonchol, M., & Seals, D. R. (2018b). Strategies for achieving healthy vascular aging. In *Hypertension* (Vol. 71, Issue 3, pp. 389–402). Lippincott Williams and Wilkins. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10439
- Oliveira, A. C., Cunha, P. M. G. M., Vitorino, P. V. de O., Souza, A. L. L., Deus, G. D., Feitosa, A., Barbosa, E. C. D., Gomes, M. M., Jardim, P. C. B. V., & Barroso, W. K. S. (2022). Vascular Aging and Arterial Stiffness. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 119(4), 604–615. DOI:10.36660/abc.20210708
- OMS. (2021). *Doenças cardiovasculares*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- O'Rourke, M. F., & Franklin, S. S. (2006). Arterial stiffness: Reflections on the arterial pulse. In *European Heart Journal* (Vol. 27, Issue 21, pp. 2497–2498). DOI:10.1093/eurheartj/ehl312
- Paini, A., Boutouyrie, P., Calvet, D., Tropeano, A. I., Laloux, B., & Laurent, S. (2006). Carotid and aortic stiffness determinants of discrepancies. *Hypertension*, 47(3), 371–376. DOI:10.1161/01.HYP.0000202052.25238.68
- Para, I., Albu, A., & Porojan, M. D. (2021). Adipokines and arterial stiffness in obesity. In *Medicina (Lithuania)* (Vol. 57, Issue 7). MDPI AG. DOI:10.3390/medicina57070653
- Park, W., Park, H.-Y., Lim, K., & Park, J. (2017). The role of habitual physical activity on arterial stiffness in elderly Individuals: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 21(4), 16–21. DOI:10.20463/jenb.2017.16
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J. P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653–e699. DOI:10.1161/CIR.0000000000000461

- Safar, M. E., Levy, B. I., & Struijker-Boudier, H. (2003). Current perspectives on arterial stiffness and pulse pressure in hypertension and cardiovascular diseases. In *Circulation* (Vol. 107, Issue 22, pp. 2864–2869). DOI:10.1161/01.CIR.0000069826.36125.B4
- Sakuragi, S., Abhayaratna, K., Gravenmaker, K. J., O'reilly, C., Sri Kusalanukul, W., Budge, M. M., Telford, R. D., & Abhayaratna, W. P. (2009). Influence of adiposity and physical activity on arterial stiffness in healthy children the lifestyle of our kids study. *Hypertension*, 53(4), 611–616. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.108.123364
- Santana, B. de S., Rodrigues, B. S., Stival, M. M., & Volpe, C. R. G. (2019). Arterial hypertension in the elderly accompanied in primary care: profile and associated factors. *Escola Anna Nery*, 23(2). DOI:10.1590/2177-9465-ean-2018-0322
- Santos-Parker, J. R., LaRocca, T. J., & Seals, D. R. (2014). Aerobic exercise and other healthy lifestyle factors that influence vascular aging. *Advances in Physiology Education*, 38(4), 296–307. DOI:10.1152/advan.00088.2014
- Schack-Nielsen, L., Mølgaard, C., Larsen, D., Martyn, C., & Michaelsen, K. F. (2005). Arterial stiffness in 10-year-old children: current and early determinants. *British Journal of Nutrition*, 94(6), 1004–1011. DOI:10.1079/bjn20051518
- Schlatmann, T. J. M., & Becker, A. E. (1977). *Pathogenesis of Dissecting Aneurysm of Aorta Comparative Histopathologic Study of Significance of Medial Changes*.
- Scuteri, A., Najjar, S. S., Muller, D. C., Andres, R., Hougaku, H., Metter, E. J., & Lakatta, E. G. (2004). Metabolic syndrome amplifies the age-associated increases in vascular thickness and stiffness. *Journal of the American College of Cardiology*, 43(8), 1388–1395. DOI:10.1016/j.jacc.2003.10.061
- Selzer, R. H., Mack, W. J., Lee, P. L., Kwong-Fu, H., & Hodis, H. N. (2001). Improved common carotid elasticity and intima-media thickness measurements from computer analysis of sequential ultrasound frames. In *Atherosclerosis* (Vol. 154).
- Sobhani, S., Vakili, S., Javid Jam, D., Aryan, R., Khadem-Rezaiyan, M., Eslami, S., & Alinezhad-Namaghi, M. (2022a). Relationship between anthropometric indices and arterial stiffness: Insights from an epidemiologic study. *Obesity Science and Practice*, 8(4), 494–499. DOI:10.1002/osp4.582
- Sobhani, S., Vakili, S., Javid Jam, D., Aryan, R., Khadem-Rezaiyan, M., Eslami, S., & Alinezhad-Namaghi, M. (2022b). Relationship between anthropometric indices and

- arterial stiffness: Insights from an epidemiologic study. *Obesity Science and Practice*, 8(4), 494–499. DOI:10.1002/osp4.582
- Spence, A. L., Carter, H. H., Naylor, L. H., & Green, D. J. (2013). A prospective randomized longitudinal study involving 6 months of endurance or resistance exercise. Conduit artery adaptation in humans. *Journal of Physiology*, 591(5), 1265–1275. DOI:10.1113/jphysiol.2012.247387
- Sugawara, M., Kiyomi, Hiroshi, N. , Ohnishi, F. S., Suzuki, S., Sugawara, M., Niki, · K, Furuhashi, H., Ohnishi, S., & Suzuki, S. (2000). SHORT COMMUNICATION Relationship between the pressure and diameter of the carotid artery in humans. In *Heart Vessels* (Vol. 15).
- Sutton-Tyrrell, K., Newman, A., Simonsick, E. M., Havlik, R., Pahor, M., Lakatta, E., & Spurgeon, H. (2001). *Aortic Stiffness Is Associated With Visceral Adiposity in Older Adults Enrolled in the Study of Health, Aging, and Body Composition*.
- Swift, D. L., Lavie, C. J., Johannsen, N. M., Arena, R., Earnest, C. P., O’Keefe, J. H., Milani, R. v., Blair, S. N., & Church, T. S. (2013). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and exercise training in primary and secondary coronary prevention. In *Circulation Journal* (Vol. 77, Issue 2, pp. 281–292). DOI:10.1253/circj.CJ-13-0007
- Tanaka, H., Dinunno, F. A., Monahan, K. D., Clevenger, C. M., DeSouza, C. A., & Seals, D. R. (2000). Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*, 102(11), 1270–1275 DOI:10.1161/01.CIR.102.11.1270
- Thijssen, D. H. J., Carter, S. E., & Green, D. J. (2016). Arterial structure and function in vascular ageing: Are you as old as your arteries? In *Journal of Physiology* (Vol. 594, Issue 8, pp. 2275–2284). Blackwell Publishing Ltd. DOI:10.1113/JP270597
- Touboul, P. J., Hennerici, M. G., Meairs, S., Adams, H., Amarenco, P., Bornstein, N., Csiba, L., Desvarieux, M., Ebrahim, S., Fatar, M., Hernandez Hernandez, R., Jaff, M., Kownator, S., Prati, P., Rundek, T., Sitzer, M., Schminke, U., Tardif, J. C., Taylor, A., ... Zureik, M. (2007a). Mannheim carotid intima-media thickness consensus (2004-2006): An update on behalf of the advisory board of the 3rd and 4th Watching the Risk Symposium 13th and 15th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006. *Cerebrovascular Diseases*, 23(1), 75–80. DOI:10.1159/000097034
- Touboul, P. J., Hennerici, M. G., Meairs, S., Adams, H., Amarenco, P., Bornstein, N., Csiba, L., Desvarieux, M., Ebrahim, S., Fatar, M., Hernandez Hernandez, R., Jaff,

- M., Kownator, S., Prati, P., Rundek, T., Sitzer, M., Schminke, U., Tardif, J. C., Taylor, A., ... Zureik, M. (2007). Mannheim carotid intima-media thickness consensus (2004-2006): An update on behalf of the advisory board of the 3rd and 4th Watching the Risk Symposium 13th and 15th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006. *Cerebrovascular Diseases*, 23(1), 75–80. DOI:10.1159/000097034
- Ungvari, Z., Tarantini, S., Kiss, T., Wren, J. D., Giles, C. B., Griffin, C. T., Murfee, W. L., Pacher, P., & Csiszar, A. (2018). Endothelial dysfunction and angiogenesis impairment in the ageing vasculature. In *Nature Reviews Cardiology* (Vol. 15, Issue 9, pp. 555–565). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0030-z>
- Vaitkevicius, P. v, Fleg, J. L., Engel, J. H., O'connor, F. C., Wright, J. G., Lakatta, L. E., Frank, B. ;, Yin, C. P., & Lakatta, E. G. (1993). *Effects of Age and Aerobic Capacity on Arterial Stiffness in Healthy Adults*. <http://ahajournals.org>
- Van De Laar, R. J., Stehouwer, C. D., Prins, M. H., Van Mechelen, W., Twisk, J. W., & Ferreira, I. (2014). Self-reported time spent watching television is associated with arterial stiffness in young adults: The Amsterdam growth and health longitudinal study. *British Journal of Sports Medicine*, 48(3), 256–264. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092555>
- van den Munckhof, I., Scholten, R., Cable, N. T., Hopman, M. T. E., Green, D. J., & Thijssen, D. H. J. (2012). Impact of age and sex on carotid and peripheral arterial wall thickness in humans. *Acta Physiologica*, 206(4), 220–228. DOI:10.1111/j.1748-1716.2012.02457.x
- van Popele, N. M., Grobbee, D. E., Bots, M. L., Asmar, R., Topouchian, J., Reneman, R. S., Hoeks, A. P. G., van der Kuip, D. A. M., Hofman, A., & Witteman, J. C. M. (2001). Association between arterial stiffness and atherosclerosis: The Rotterdam study. *Stroke*, 32(2), 454–460. DOI:10.1161/01.STR.32.2.454
- Van Sloten, T. T., Schram, M. T., Van Den Hurk, K., Dekker, J. M., Nijpels, G., Henry, R. M. A., & Stehouwer, C. D. A. (2014). Local stiffness of the carotid and femoral artery is associated with incident cardiovascular events and all-cause mortality: The hoorn study. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(17), 1739–1747. DOI:10.1016/j.jacc.2013.12.041
- Vlachopoulos, C., Aznaouridis, K., & Stefanadis, C. (2010). Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality With Arterial Stiffness. A Systematic Review and

Meta-Analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 55(13), 1318–1327.  
DOI:10.1016/j.jacc.2009.10.061

Whaley-Connell, A., & Sowers, J. R. (2011). Indices of obesity and cardiometabolic risk. In *Hypertension* (Vol. 58, Issue 6, pp. 991–993). DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.180406

Wildman, R. P., Mackey, R. H., Bostom, A., Thompson, T., & Sutton-Tyrrell, K. (2003). Measures of obesity are associated with vascular stiffness in young and older adults. *Hypertension*, 42(4 I), 468–473. DOI:.1161/01.HYP.0000090360.78539.CD

Yao, Y., Wang, L., Hao, L., Xu, L., Zhou, S., & Liu, W. (2018a). The Noninvasive Measurement of Central Aortic Blood Pressure Waveform. In *Blood Pressure - From Bench to Bed*. InTech. DOI:10.5772/intechopen.76770

Yao, Y., Wang, L., Hao, L., Xu, L., Zhou, S., & Liu, W. (2018b). The Noninvasive Measurement of Central Aortic Blood Pressure Waveform. In *Blood Pressure - From Bench to Bed*. InTech. DOI:10.5772/intechopen.76770

Zhu, S., Wang, Z., Heshka, S., Heo, M., Faith, M. S., & Heymsfield, S. B. (2002). Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds 1-3. In *Am J Clin Nutr* (Vol. 76). <https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/76/4/743/4677440>

Anexo 1 – Exemplo Relatório Final ARTERIX



**COMPOSIÇÃO CORPORAL**

Este relatório informa sobre o seu perfil físico, composição corporal, estado nutricional e equilíbrio da vida, através de um teste realizado de acordo com protocolos de referência de saúde e género, através de testes físicos. A partir deste relatório, poderá desenvolver as suas actividades físicas, individualmente e colectivamente, para o estado de vida activa e saudável.

<b>ID</b>	A6780204		
<b>Modalidade</b>	Argemim		
<b>Data de avaliação</b>	11/03/2022		
<b>Data Nascimento</b>	01/01/2014	<b>Idade</b>	8
<b>Altura</b>	1,38	<b>Peso</b>	22,1

**COMPOSIÇÃO CORPORAL**

Este teste permite obter informações sobre a composição corporal do indivíduo, que é a proporção de gordura, massa muscular, massa óssea e água no corpo. É importante para avaliar o estado de saúde e para monitorizar a evolução da vida activa, permitindo uma melhor compreensão e gestão da saúde individual, com o objectivo de manter um estado de vida activa e saudável.

	Resultado	Referência	Classificação
<b>Índice de Massa Corporal (IMC)</b>	15,4	16,7	Muito Baixo
<b>Porcentagem de Gordura</b>	9,6	< 9,6	Muito Baixo
<b>Índice de Massa Gordura</b>	9,0	9,2	Bom Estado de Saúde
<b>Índice de Massa Gordura de Gordura</b>	13,4	13,2	Bom Estado de Saúde
<b>Massa Muscular Esquelética</b>	16,7	—	Sem valores de referência
<b>Ângulo de Fase *</b>	9,0	—	Sem valores de referência
<b>Consumo Energético em Repouso</b>	1071	1091	Estado de Saúde de Referência

**Observações:** O IMC é um indicador utilizado para medir o peso corporal. Não é um teste de diagnóstico. O IMC é um teste de diagnóstico utilizado para medir o estado de saúde e para monitorizar a evolução da vida activa, permitindo uma melhor compreensão e gestão da saúde individual, com o objectivo de manter um estado de vida activa e saudável.




**APTIDÃO AERÓBIA**

Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos.

	Resultado	Referência	Classificação
<b>Frequência Cardíaca (FC)</b>			
Repouso	98	120	Normal
Máxima	188	205	Bom Estado de Saúde
Recuperação	118	172	Bom Estado de Saúde
<b>VO2max (ml/kg/min)</b>	31,9	44,80	Bom Estado de Saúde


**Observações:** O teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos.

**Saúde Arterial**

Este teste permite avaliar a saúde arterial do indivíduo, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a saúde arterial do indivíduo, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a saúde arterial do indivíduo, através de testes físicos.

	Resultado	Referência	Classificação
<b>Pressão Arterial (PA)</b>			
Sístole	114	120	Normal
Diástole	77	85	Normal
<b>Índice de Massa Gordura</b>	9,6	9,6	Bom Estado de Saúde
<b>Índice de Massa Gordura de Gordura</b>	13,4	13,2	Bom Estado de Saúde

**Observações:** Este teste permite avaliar a saúde arterial do indivíduo, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a saúde arterial do indivíduo, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a saúde arterial do indivíduo, através de testes físicos.

**APTIDÃO MUSCULAR**

Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos.

	Resultado	Referência	Classificação
<b>Força Muscular</b>			
Força	10	11	Bom Estado de Saúde

**Observações:** Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos.

**ATIVIDADE FÍSICA**

Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos.

	Resultado	Referência	Classificação
<b>Atividade Física</b>			
Moderada/Vigorosa	127	300	Estado de Saúde
Vigorosa	300	380	Estado de Saúde
<b>Componentes Sedentários</b>	400	400	Estado de Saúde

**Observações:** Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos. Este teste permite avaliar a capacidade do indivíduo de realizar actividades físicas de forma eficiente, através de testes físicos.



Anexo 2 – Exemplo Relatório Final Mov'in



**MOV'IN** **GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS**

Este relatório apresenta dados e um relatório final, elaborado sobre o desempenho do teste e o equilíbrio do teste, elaborado a partir dos dados de teste e o resultado obtido, a partir do teste realizado, com o objetivo de avaliar o estado atual do teste e o equilíbrio do teste e o equilíbrio do teste.

**IDENTIFICAÇÃO**


ID	MOV'IN 1	Nome	Indivíduo
Data Avaliação	02/06/2022		
Data Nascimento	1/10/1961	Idade (anos)	61
Alto (cm)	1,83	Peso (kg)	65,8

**COMPOSIÇÃO CORPORAL**

A Composição Corporal é definida como a proporção do peso do corpo humano constituída por gordura, músculo, ossos, água e outros tecidos. É medida em termos de percentagem de gordura, músculo, ossos, água e outros tecidos. É medida em termos de percentagem de gordura, músculo, ossos, água e outros tecidos.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Solito de Massa Corporal (%)	22,7	20	Bom para a idade
Percentagem de Gordura	0,9	1-8,8	Ótimo
Solito de Massa Gordura (%)	12,6	12,4	Muito
Solito de Massa Gordura de Gordura (%)	16,1	17,3	Bom para a idade
Massa Muscular Esquelética (%)	14,8	1-8,8	Bom para a idade
Índice de Massa Muscular	0,1	0,1	Muito
Condição Óssea em Regões (T-score)	1,04	1,01	Muito

**CONSIDERAÇÕES:** O teste de composição corporal é realizado em termos de percentagem de gordura, músculo, ossos, água e outros tecidos. É medida em termos de percentagem de gordura, músculo, ossos, água e outros tecidos. É medida em termos de percentagem de gordura, músculo, ossos, água e outros tecidos.

**MOV'IN** **GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS**

**HELRILIDADE**

Resistência e capacidade de manter a circulação em condições de equilíbrio durante o exercício físico. É medida em termos de resistência e capacidade de manter a circulação em condições de equilíbrio durante o exercício físico.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Resistência dos Membros Inferiores (min)	34	20	Bom para a idade
Resistência dos Membros Superiores (min)	4,5	0-1,3	Bom para a idade

**CONSIDERAÇÕES:** A capacidade de manter a circulação em condições de equilíbrio durante o exercício físico é medida em termos de resistência e capacidade de manter a circulação em condições de equilíbrio durante o exercício físico.

**EQUILÍBRIO**

A partir do equilíbrio do teste de equilíbrio, é possível avaliar o equilíbrio do teste de equilíbrio. É medida em termos de equilíbrio do teste de equilíbrio. É medida em termos de equilíbrio do teste de equilíbrio.

Teste	Resultado		Referência		Classificação
	0-10	10-20	0-10	10-20	
Equilíbrio Estático (1 teste)	10	10	10	10	Bom para a idade
Equilíbrio Estático (2 testes)	20	20	20	20	Bom para a idade
Equilíbrio Dinâmico (1 teste)	7	7	7	7	Bom para a idade
Equilíbrio Dinâmico (2 testes)	14	14	14	14	Bom para a idade


**CONSIDERAÇÕES:** O teste de equilíbrio é realizado em termos de equilíbrio do teste de equilíbrio. É medida em termos de equilíbrio do teste de equilíbrio. É medida em termos de equilíbrio do teste de equilíbrio.

**APTIDÃO MUSCULAR**

A aptidão muscular é a capacidade de manter a força e a resistência durante o exercício físico. É medida em termos de força e resistência durante o exercício físico.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Força e Resistência de Cadeira (kg)	22	21	Bom para a idade
Força e Resistência de Braços (kg)	19	20	Bom para a idade
Força e Resistência de Pernas (kg)	10	10	Bom para a idade

**CONSIDERAÇÕES:** A aptidão muscular é a capacidade de manter a força e a resistência durante o exercício físico. É medida em termos de força e resistência durante o exercício físico.




**MOV'IN** **GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS**

**BIÓTIPO**

A biótipo é a combinação de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa. É medida em termos de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa.

Teste	Resultado		Referência		Classificação
	0-10	10-20	0-10	10-20	
Força Abdominal (1 teste)	128	80	100	100	Bom para a idade
Força Abdominal (2 testes)	128	80	100	100	Bom para a idade
Força Abdominal (3 testes)	0,7	0,7	0,7	0,7	Bom para a idade

**CONSIDERAÇÕES:** O teste de biótipo é realizado em termos de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa. É medida em termos de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa.

**ATIVIDADE FÍSICA**

A atividade física é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Atividade Física (1 teste)	107	100	Bom
Atividade Física (2 testes)	70	110	Bom
Atividade Física (3 testes)	8	175	Bom
Atividade Física (4 testes)	70	110	Bom


**CONSIDERAÇÕES:** A atividade física é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

**ATIVIDADE DE VIDA**

A atividade de vida é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Atividade de Vida (1 teste)	60%	100%	Bom
Atividade de Vida (2 testes)	60%	100%	Bom
Atividade de Vida (3 testes)	71%	100%	Bom
Atividade de Vida (4 testes)	100%	100%	Bom

**CONSIDERAÇÕES:** A atividade de vida é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

**MOV'IN** **GINÁSIO CLUBE PORTUGUÊS**

**BIÓTIPO**

A biótipo é a combinação de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa. É medida em termos de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa.

Teste	Resultado		Referência		Classificação
	0-10	10-20	0-10	10-20	
Força Abdominal (1 teste)	128	80	100	100	Bom para a idade
Força Abdominal (2 testes)	128	80	100	100	Bom para a idade
Força Abdominal (3 testes)	0,7	0,7	0,7	0,7	Bom para a idade

**CONSIDERAÇÕES:** O teste de biótipo é realizado em termos de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa. É medida em termos de características físicas e psicológicas que define o tipo de pessoa.

**ATIVIDADE FÍSICA**

A atividade física é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Atividade Física (1 teste)	107	100	Bom
Atividade Física (2 testes)	70	110	Bom
Atividade Física (3 testes)	8	175	Bom
Atividade Física (4 testes)	70	110	Bom


**CONSIDERAÇÕES:** A atividade física é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

**ATIVIDADE DE VIDA**

A atividade de vida é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.

Teste	Resultado	Referência	Classificação
Atividade de Vida (1 teste)	60%	100%	Bom
Atividade de Vida (2 testes)	60%	100%	Bom
Atividade de Vida (3 testes)	71%	100%	Bom
Atividade de Vida (4 testes)	100%	100%	Bom

**CONSIDERAÇÕES:** A atividade de vida é a qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular. É medida em termos de qualquer movimento que utiliza a energia proveniente do metabolismo muscular.



## **ARTERIX – Atividade Física e Manifestações**

### **Precoces de Doença Cardiovascular**

...

#### Benefícios

O ARTERIX proporciona-lhe a oportunidade de avaliar o perfil de risco cardiovascular do seu educando através de marcadores pré-clínicos, contribuindo em simultâneo para o avanço do conhecimento científico nesta área. A entrega de **relatórios** individuais de **composição corporal, aptidão física associada à saúde, estrutura e rigidez arterial, e consumo máximo de oxigénio** será um compromisso do GCP Lab. Nestes relatórios são apresentados os valores quantitativos e a apreciação qualitativa de cada uma das componentes avaliadas.

#### Riscos

As avaliações são **NÃO INVASIVAS, INDOLORES, RÁPIDAS E ISENTAS DE QUALQUER RISCO FÍSICO**, efetuadas por avaliadores especializados em cada um dos parâmetros avaliados e na população-alvo.

#### Em caso de evento negativo

Os participantes do ARTERIX estão cobertos pelo seguro desportivo do GCP. Se tiver alguma questão acerca dos seus direitos como participante neste estudo ou se sentir que foi colocado em risco, deverá contactar os responsáveis pelo ARTERIX: Prof. Dr. Xavier Melo ou Prof. Dra. Helena Santa-Clara.

#### Confidencialidade dos dados

Os resultados deste estudo poderão ser publicados, sendo que a identidade do seu educando não será revelada. No sentido de manter a confidencialidade dos seus registos, os investigadores do projeto utilizarão códigos, que serão protegidos pelo acesso restrito à base de dados resultante.

#### Divulgação dos resultados

Os resultados individuais serão entregues em formato de relatórios individuais de composição corporal, aptidão física funcional e equilíbrio, estrutura e rigidez arterial, e consumo máximo de oxigénio. Os resultados médios da população em estudo serão publicados em revistas científicas internacionais e *fact sheets* disponibilizadas em [www.gcp.pt](http://www.gcp.pt).

#### Contactos:

**Instituição:** Ginásio Clube Português

**Telefone:** 213 841 580

**Web:** <http://www.gcp.pt>

**Morada:** Praça Ginásio Clube Português 1 Lisboa 1250-111

... A preencher pelo Encarregado de Educação do participante

Em resumo, estou consciente dos benefícios que o meu educando poderá usufruir, consinto os riscos envolvidos, e sei que em qualquer momento poderei retirar o meu consentimento e interromper a participação do meu educando neste estudo, sem que daí resulte qualquer prejuízo para mim ou para o meu educando.

Declaro ainda que li a informação referida nos pontos anteriores. A natureza e a exigência do programa foram-me explicadas.

Ao assinar este formulário de consentimento, eu não estou a renunciar a quaisquer direitos legais ou hipóteses de reclamação. Uma cópia deste formulário ser-me-á fornecida.

Nome

Completo:

Data:

Assinatura:

A preencher pelo Investigador Principal

Eu certifico que expliquei ao Representante Legal supracitado a natureza e o objetivo associados à participação no estudo, tendo respondido a todas as questões que me foram colocadas e testemunhado a assinatura.

Eu providenciei uma cópia deste formulário ao Representante Legal.

Assinaturas:

Data: 29-12-2021

  
Xavier Melo

Investigador Principal do ARTERIX

[xaviermelo@fmh.ulisboa.pt](mailto:xaviermelo@fmh.ulisboa.pt)



Maria Helena Santa Clara Pombo Rodrigues

Investigadora do ARTERIX

[santaclara@fmh.ulisboa.pt](mailto:santaclara@fmh.ulisboa.pt)