



**Politécnico
Castelo Branco**
Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

**Avaliar as Diferenças Vasculares dos Membros Inferiores em Futebolistas de
diferentes Escalões por EcoDoppler**

Bernardo José Gomes da Silva

Junho 2026

MONOGRAFIA

**Avaliar as Diferenças Vasculares
dos Membros Inferiores em
Futebolistas de Diferentes
Escalões por EcoDoppler**

Bernardo José Gomes da Silva

Data

Junho 2026





**Politécnico
Castelo Branco**

Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

Avaliar as Diferenças Vasculares dos Membros Inferiores em Futebolistas de Diferentes Escalões por EcoDoppler

Bernardo José Gomes da Silva

Orientador

Professora Doutora Sónia Matilde Fonseca Mateus

Monografia apresentada à Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de licenciado em Fisiologia Clínica, realizada sob a orientação científica da Professora Adjunta Convidada Professora Doutora Sónia Matilde Fonseca Mateus, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Junho de 2026

Composição do júri

Presidente do júri

Doutora, Patrícia Margarida dos Santos Carvalheiro Coelho

Adjunta do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Licenciado, Gil Monteiro Nunes

Técnico Superior de Diagnóstico e Terapêutica, Unidade Local de Saúde do Estuário do Tejo

Assistente Convidado do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Doutora, Sónia Matilde Fonseca Mateus

Adjunta Convidada do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Técnica Superior de Diagnóstico e Terapêutica da Unidade Local de Saúde Alentejo Central

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus avós.

Agradecimentos

Agradecer à minha família, em especial aos meus pais, irmã e ao meu amigo Lucas. Vocês foram a minha fortaleza nestes cinco anos de licenciatura e sempre, em todos os momentos da minha vida. Um simples “obrigado” nunca será suficiente para tudo o que representam para mim e todos os sacrifícios que fizeram para eu poder chegar até aqui.

Uma enorme gratidão à minha orientadora, Professora Sónia Mateus, foi mais do que uma professora, foi uma verdadeira mentora. Muito obrigada por toda a sua confiança em mim, o seu constante encorajamento e a forma como esteve sempre presente, tanto neste estudo como durante todo o meu percurso académico.

À professora Patrícia Coelho, que contribuiu para este trabalho, o seu conhecimento e orientação nas questões teóricas, metodológicas, amostrais e estatísticas foram essenciais para dar precisão e clarificação a esta investigação. Fico-lhe profundamente grato.

E, claro, a todos os dirigentes e treinadores do clube Sport Benfica de Castelo Branco, assim como aos futebolistas que se disponibilizaram para participar neste estudo. Sem a vossa generosidade e tempo, esta investigação simplesmente não existiria. A todos, o meu profundo agradecimento.

Centro de investigação e inovação em desporto atividade física e saúde,
UID/PRR/06185/2025, doi.org/10.54499/UID/PRR/06185/2025

Resumo

Introdução – O futebol é uma modalidade caracterizada por esforços físicos intensos e repetitivos, capazes de provocar adaptações importantes no sistema cardiovascular. Durante o exercício, o aumento das necessidades metabólicas leva a alterações do fluxo sanguíneo, do diâmetro arterial e da resistência vascular, especialmente nos membros inferiores, mais solicitados durante a prática desta modalidade. O ecoDoppler arterial permite avaliar estas adaptações de forma não invasiva, através da análise dos parâmetros anatómicos e hemodinâmicos das artérias.

Objetivos – Avaliar, através do ecoDoppler, as alterações anatómicas e hemodinâmicas das artérias dos membros inferiores em futebolistas de diferentes escalões competitivos. Procurou-se ainda identificar as artérias mais afetadas, a influência dos anos de prática federada, do membro dominante e da posição em campo nos parâmetros vasculares avaliados.

Materiais e métodos – A amostra do estudo foi constituída por 74 futebolistas masculinos federados distribuídos por diferentes escalões competitivos. Trata-se de um estudo transversal, descritivo e de abordagem quantitativa. A avaliação vascular dos membros inferiores foi realizada através de ecoDoppler arterial, utilizando o ecógrafo Philips HD7, através do qual foram analisados os diâmetros arteriais, velocidades sistólicas e diastólicas e índices de resistência das artérias femoral comum, femoral superficial, femoral profunda e poplítea em ambos os lados. Foram ainda consideradas variáveis antropométricas, fatores de risco cardiovasculares e as características desportivas dos atletas, incluindo os anos de prática federada, o pé dominante, o escalão competitivo e a posição em campo. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente através do programa SPSS, adotando-se um nível de significância de 95%.

Resultados – Verificaram-se diferenças anatómicas e hemodinâmicas entre os diferentes escalões competitivos, sobretudo nas artérias poplítea, femoral comum, femoral profunda e femoral superficial. Os veteranos apresentaram índices de resistência e diâmetros arteriais superiores ($p < 0,05$), enquanto os seniores evidenciaram velocidades sistólicas mais elevadas ($p < 0,05$) em algumas artérias dos membros inferiores. Atletas com posições mais ofensivas apresentaram valores superiores ($p < 0,05$) no diâmetro arterial e nas velocidades sistólicas e diastólicas das artérias femorais profundas e superficiais. Observou-se ainda uma correlação negativa entre os anos de prática federada e a velocidade diastólica da artéria femoral superficial direita ($Rho = -0,246$; $p = 0,035$). Verificaram-se também diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o membro dominante e não dominante em vários parâmetros hemodinâmicos e anatómicos.

Conclusão – Os resultados demonstraram diferenças anatómicas e hemodinâmicas entre os diferentes escalões competitivos, verificando-se valores superiores das velocidades sistólicas e dos índices de resistência arterial nos escalões mais velhos. Conclui-se ainda que o escalão competitivo, a posição em

campo e o membro dominante influenciam os parâmetros vasculares dos membros inferiores em futebolistas.

Palavras-chave

Membros inferiores [D035002]; Artérias [D001158]; Futebol [D012916]
Ultrassonografia Doppler [D018608]

Abstract

Introduction – Soccer is a sport characterized by intense and repetitive physical efforts, capable of inducing important adaptations in the cardiovascular and vascular systems. During exercise, increased metabolic demands lead to changes in blood flow, arterial diameter, and vascular resistance, particularly in the lower limbs, which are more heavily involved during sports practice. Arterial Doppler ultrasound makes it possible to assess these adaptations non-invasively by analysing the anatomical and hemodynamic characteristics of the arteries.

Objectives – To assess, through Doppler ultrasound, anatomical and hemodynamic changes in the lower limb arteries of soccer players from different competitive levels. The study also aimed to identify the most affected arteries and explore the influence of years of federated practice, dominant limb and playing position on the vascular parameters analysed.

Materials and methods – The study included 74 male federated soccer players from different competitive levels. This was a cross-sectional, descriptive study with a quantitative approach. Vascular assessment of the lower limbs was performed using arterial Doppler ultrasound with a Philips HD7 ultrasound system. Arterial diameters, systolic and diastolic velocities, and resistance indices of the common femoral, superficial femoral, deep femoral, and popliteal arteries were analysed bilaterally. Anthropometric variables, cardiovascular risk factors, and athletes' sporting characteristics were also considered. Data were statistically analysed using SPSS software, adopting a 95% confidence level.

Results – Anatomical and hemodynamic differences were observed between the different competitive levels, particularly in the popliteal, common femoral, deep femoral, and superficial femoral arteries. Veteran players showed higher resistance indices and arterial diameters ($p < 0.05$), while senior players presented higher systolic velocities ($p < 0.05$) in some lower limb arteries. Players in more offensive positions showed higher values ($p < 0.05$) for arterial diameter and systolic and diastolic velocities in the deep and superficial femoral arteries. A negative correlation was also observed between years of federated practice and the diastolic velocity of the right superficial femoral artery ($Rho = -0.246$; $p = 0.035$). Statistically significant differences ($p < 0.05$) were also found between the dominant and non-dominant limbs in several anatomical and hemodynamic parameters.

Conclusion – The results showed anatomical and hemodynamic differences between the different competitive levels, with higher systolic velocities and arterial resistance indices observed in the older groups. Competitive level, playing position, and dominant limb were also found to influence lower limb vascular parameters in soccer players.

Keywords

Lower Extremity [D035002]; Arteries [D001158]; Soccer [D012916]; Ultrasonography, Doppler [D018608]

Índice geral

Composição do júri.....	II
Agradecimentos	IV
Resumo	VI
Abstract	VIII
Índice geral.....	IX
Índice de figuras	XII
Índice de símbolos	XIII
Índice de tabelas	XIV
Índice de gráficos	XV
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	XVI
1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico	2
2.1 O futebol	2
2.1.1 O futebol em Portugal	2
2.2 Exigências fisiológicas do futebol	3
2.3 Adaptações provocadas pelo exercício	3
2.3.1 Fatores que influenciam o remodelamento arterial	4
2.3.2 Variáveis clínicas e desportivas associadas às alterações vasculares	5
2.4 Sistema vascular dos membros inferiores	7
2.5 Importância do ecoDoppler na análise das adaptações vasculares em futebolistas.....	8
Contributo da Investigação.....	10
3. Objetivos	10
3.1 Objetivo principal	10
3.2 Objetivos secundários	10
4. Materiais e Métodos	10
4.1 Desenho e Amostra do Estudo	10
4.2 Protocolo de Estudo	11
4.3 Análise estatística.....	12
5. Princípios Éticos da Investigação	12
5. Resultados	13
5.1 Caracterização da amostra	13

5.2 Análise dos resultados entres escalões.....	18
5.2.1 Comparação das velocidades sistólicas, diastólicas e do índice de resistência entre escalões competitivos	18
5.2.2 Correlação entre número de anos federados e as velocidades de fluxo sanguíneo dos membros inferiores	20
5.2.3 Correlação entre a posição ocupada em campo e os parâmetros hemodinâmicos e estruturais das artérias dos membros inferiores em futebolistas.....	20
5.2.4 Comparação entre membro dominante e não dominante	21
5.2.5 Análise comparativa dos diâmetros arteriais bilaterais entre escalões competitivos	22
5.2.5.1 Análise global das diferenças entre escalões	22
5.2.5.2 Comparações entre escalões competitivos.....	23
Discussão.....	24
Conclusão	29
Referências Bibliográficas.....	30
Apêndices	34
Apêndice 1 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos entre os escalões juniores e veteranos através do teste de Mann-Whitney (n=50)	34
Apêndice 2 – Correlação de Spearman entre o tempo de prática federada e as velocidades de fluxo sanguíneo dos membros inferiores (n=74).....	35
Apêndice 3 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos e estruturais entre jogadores defensivos e ofensivos através do teste de Mann–Whitney	36
Apêndice 4.1 – Comparação do pé dominante e não dominante nos juniores (n=26).....	37
Apêndice 4.2 – Comparação do pé dominante e não dominante nos seniores, através do Teste de Wilcoxon (n=24)	38
Apêndice 4.3 – Comparação do pé dominante e não dominante nos veteranos, através do Teste de Wilcoxon (n=24).....	39
Apêndice 5.1 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões competitivos através do teste de Kruskal–Wallis (n = 74)	40
Apêndice 5.2 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e júnior , através teste de Mann–Whitney (n=24)	40
Apêndice 5.3 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e júnior , através teste de Mann–Whitney (n=24)	41
Apêndice 6 – Consentimento Informado	42
Anexos	44

Anexo 1 – Parecer da Comissão de ética.....	44
Anexo 2 – Pedido de Autorização institucional	45

Índice de figuras

Figura 1 - Representação esquemática das adaptações vasculares ao exercício ao longo do tempo. Numa fase inicial, predominam alterações funcionais, que evoluem progressivamente para modificações estruturais, como o aumento do diâmetro arterial e o remodelamento da parede vascular. 4

Figura 2 - Fatores que influenciam o endotélio, a verde estão aqueles influenciam positivamente e a vermelhos aqueles que influenciam negativamente. 7

Figura 3 - Representação esquemática de um corte transversal de artéria, evidenciando a organização da parede vascular em três camadas distintas: túnica íntima, túnica média e túnica adventícia, responsáveis pela regulação do tônus vascular, elasticidade e suporte estrutural. 8

Índice de símbolos

= igual

< menor

> maior

± mais ou menos

≥ maior ou igual

% percentagem

Índice de tabelas

Tabela 1 – Caracterização antropométrica da amostra por escalão competitivo (n=74)	13
Tabela 2 – Distribuição dos fatores de risco cardiovasculares por escalão competitivo (n=78)	16
Tabela 3 – Distribuição do pé dominante por escalão competitivo (n=74)	17
Tabela 4 – Comparação das variáveis com diferenças estatisticamente significativas entre os escalões juniores e veteranos, através de Mann-Whitney (n=50)	19
Tabela 5 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos e anatómicos com diferenças estatisticamente significativas entre os escalões sénior e júnior através do teste de Mann–Whitney (n=50)	19
Tabela 6 – Variáveis com diferenças estatisticamente significativas na comparação entre os escalões sénior e veterano, nos parâmetros hemodinâmicos e anatómicos, com base no teste de Mann–Whitney (n=48)	19
Tabela 7 – Correlação entre o tempo de prática federada e as velocidades de fluxo sanguíneo dos membros inferiores, através do Teste de Spearman (n=74)	20
Tabela 8 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos e anatómicos entre jogadores de perfil defensivo e ofensivo através do teste de Mann-Whitney (n=74)	21
Tabela 9 – Comparação do pé dominante e não dominante nos juniores, através do teste Wilcoxon (n=26)	21
Tabela 10 – Comparação do pé dominante e não dominante nos seniores, através do Teste de Wilcoxon (n=24)	22
Tabela 11 – Comparação do pé dominante e não dominante nos veteranos, através do Teste de Wilcoxon (n=24)	22
Tabela 12 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões competitivos, através do Teste de Krustal-Wallis (n=74)	23
Tabela 13 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e júnior , através do teste de Mann–Whitney (n=50)	23
Tabela 14 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e veterano , através do teste de Mann–Whitney (n=48)	23

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Distribuição da amostra de acordo com o escalão competitivo (n=74)	13
Gráfico 2 – Distribuição da amostra segundo a raça (n=74)	14
Gráfico 3 – Caracterização da raça em função do escalão de competição (n=74)	14
Gráfico 4 – Comparação das posições em função do escalão de competição (n=74)	15
Gráfico 5 – Comparação da classificação do IMC por escalão competitivo (n=74)	15
Gráfico 6 – Relação entre o consumo de tabaco e o escalão (n=74)	16
Gráfico 7 – Distribuição da prática de outras modalidades desportivas em função do escalão competitivo (n=74)	17
Gráfico 8 – Relação entre os escalões competitivos e o tempo de federado (n=74)	18

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AVC – Acidente Vascular Cerebral

DC – Débito Cardíaco

DGS – Direção Geral da Saúde

EAM – Enfarte Agudo do Miocárdio

FC – Frequência Cardíaca

FIFA – *Fédération Internationale de Football Association*

FPF – Federação Portuguesa de Futebol

IMC – Índice de Massa Corporal

IPCB – Instituto Politécnico de Castelo Branco

Km – Quilómetros

MI – Membros Inferiores

NO – Óxido Nítrico

PA – Pressão Arterial

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

UMA – Unidade Maços/Ano

VO2 – Volume de Oxigénio Consumido

VS – Volume Sistólico

1. Introdução

O futebol transcende fronteiras, culturas e gerações, é atualmente o desporto mais praticado a nível mundial, com aproximadamente 265 milhões de praticantes, segundo a Federação Internacional de Futebol (FIFA) (1). Caracteriza-se por esforços intermitentes de alta intensidade, alternados com curtos períodos de recuperação, exigindo uma elevada capacidade aeróbica e anaeróbica dos jogadores (2-4). Durante atividade física, o aumento das necessidades metabólicas desencadeia adaptações cardiovasculares fundamentais para garantir o transporte de oxigénio e nutrientes necessários aos tecidos ativos (5,6).

O exercício físico promove um aumento do fluxo sanguíneo que resulta da interação entre vários mecanismos fisiológicos, como o aumento da frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), pressão arterial (PA) e o débito cardíaco (DC), que juntos são responsáveis por manter o fornecimento de sangue durante a atividade física (7). Este aumento no fluxo sanguíneo, é acompanhado pela libertação de substâncias vasoativas pelas células endoteliais, nomeadamente óxido nítrico (NO), responsável pela vasodilatação e pelo aumento do diâmetro arterial, favorecendo a perfusão dos tecidos durante o exercício físico (8,9). As células musculares lisas da parede arterial desempenham um papel importante na regulação do tônus vascular e na resistência arterial. A resistência é inversamente proporcional ao diâmetro das artérias, aumenta quando há proliferação dessas células, o que diminui o calibre do vaso e aumenta a PA e intensifica a resistência ao fluxo sanguíneo (10,11).

Essas adaptações fisiológicas podem ser avaliadas de forma não invasiva e altamente eficaz através do ecoDoppler, uma técnica amplamente utilizada em investigações vasculares pela sua precisão, segurança e confiabilidade (6,7). Este exame permite uma análise detalhada da morfologia e da hemodinâmica das artérias (12-14), fornecendo informações sobre o diâmetro arterial, o fluxo sanguíneo e índices de resistência vascular. Estes parâmetros são fundamentais para compreender como o sistema cardiovascular se adapta as exigências do exercício físico (15-17).

Embora a literatura existente aborde os benefícios cardiovasculares do exercício físico (5,6), poucos estudos investigam as adaptações vasculares dos membros inferiores (MI) em futebolistas de diferentes escalões competitivos (18-21). Em Portugal, onde o futebol assume uma grande relevância desportiva e social, em diferentes escalões, que vai desde a formação até ao nível sénior e veterano (22-24), torna-se pertinente aprofundar o conhecimento sobre o impacto desta modalidade no sistema vascular periférico.

Neste contexto, objetivo deste projeto é avaliar as diferenças anatómicas e hemodinâmicas das artérias dos MI em futebolistas de diferentes escalões competitivos, através de ecoDoppler, analisando de que forma a prática regular da modalidade influencia a fisiologia vascular em função da idade e do nível competitivo.

2. Enquadramento Teórico

2.1 O futebol

O futebol é o desporto mais praticado a nível mundial com aproximadamente 265 milhões de praticantes, segundo a FIFA (1). Embora a origem exata desta modalidade permaneça uma incógnita, pressupõe-se que existiram versões primitivas de jogos que utilizavam uma bola e que a disputavam com os pés, em civilizações antigas na China, na Grécia antiga e em Roma (22). Apesar destes antecedentes históricos, diversos autores, apoiados por informações reconhecidas pela FIFA, referem que o desenvolvimento e a formalização do futebol moderno começou na Inglaterra, em 1863 (1,22).

A própria designação “futebol” é proveniente do termo em inglês *football* que resulta da junção das palavras *foot* (pé) e *ball* (bola). A consolidação do futebol moderno intensificou-se ao longo do século XIX, a evolução da modalidade proporcionou a criação de várias associações e, posteriormente, à fundação da FIFA, em 1904, em Paris, um marco importante para a uniformização das regras e internacionalização do desporto (22,23).

2.1.1 O futebol em Portugal

Em Portugal, o futebol assume um grande destaque desportivo, social e cultural, foi introduzido por estudantes portugueses que regressaram da Inglaterra no final do século XIX. Em pouco tempo chamou bastante à atenção e disseminou-se em todo o território nacional através da criação de clubes e associações regionais. A institucionalização da modalidade consolidou-se com a fundação da Federação Portuguesa de Futebol, em 1914, que é responsável pela coordenação, regulamentação e desenvolvimento do futebol nacional. (22)

O futebol português está estruturado em diferentes escalões competitivos agrupados de acordo a idade, que vai desde a formação (petizes, traquinas, benjamins, infantis, iniciados, juvenis, juniores) até escalões séniores e veteranos. Esta segmentação permite acompanhar a progressão do desenvolvimento físico, técnico e fisiológico dos atletas ao longo do tempo, importante para estudos comparativos entre diferentes faixas etárias e níveis competitivos (22,24).

A literatura tem demonstrado que o treino e a competição podem influenciar de forma significativa as adaptações cardiovasculares, sobretudo nos MI, estruturas diretamente solicitadas durante a prática da modalidade (5,6). A análise das diferenças entre escalões competitivos torna-se particularmente pertinente, uma vez que fatores como idade, tempo de prática federada, intensidade do treino e volume competitivo podem influenciar adaptações hemodinâmicas e estruturais do sistema vascular periférico.

2.2 Exigências fisiológicas do futebol

O futebol é um desporto coletivo, que combina a interação de exercícios intermitentes de alta intensidade, alternados com curtos períodos de recuperação (2,3). Durante o jogo, os atletas realizam diversas mudanças de direção, sprints, saltos, passes, desarmes e remates (4), essas ações exigem uma elevada capacidade aeróbica e anaeróbica. Para além da componente técnica e tática, o futebol requer níveis de força, potência, resistência e agilidade dos MI.

Neste contexto, os MI desempenham um papel de extrema importância no futebol, suportando as exigências físicas do jogo ao longo dos 90 minutos, durante os quais cada jogador percorre, em média, entre 10 e 13 Km por jogo (25). Além disso, realizam cerca de 1.300 ações diferentes durante o jogo, variando a atividade a cada 2 a 4 segundos, sendo que 200 delas ocorrem em alta intensidade (2,3). Nas últimas décadas, o futebol tornou-se cada vez mais dinâmico e fisicamente mais exigente, com um aumento de 2% da distância total percorrida pelos jogadores e um crescimento de 30% nas corridas de alta intensidade (26).

Para responder às exigências, os atletas treinam exercícios específicos que promovem adaptações fisiológicas no organismo, nomeadamente exercícios de endurance e resistência são os que mais contribuem para estas adaptações (27). A endurance depende da eficiência do sistema cardiovascular e da capacidade das artérias para irrigar os músculos durante o exercício (4).

2.3 Adaptações provocadas pelo exercício

A prática regular de exercício físico está associada a um conjunto de adaptações estruturais e funcionais no sistema cardiovascular, particularmente ao nível do sistema vascular periférico (5,6), estas adaptações resultam da exposição repetida a estímulos hemodinâmicos e metabólicos, que promovem alterações na função endotelial, no diâmetro arterial e no fluxo sanguíneo (5-7).

No contexto do futebol, caracterizado por esforços intermitentes de alta intensidade, o sistema cardiovascular é constantemente desafiado a adaptar-se às exigências impostas pela atividade física (2,3). O que contribui para o desenvolvimento de adaptações específicas, sobretudo nos MI, onde a atividade é mais intensa e frequente (5,6).

As adaptações vasculares induzidas pelo exercício ocorrem progressivamente, manifestam-se inicialmente através de alterações funcionais e, posteriormente, ocorrem modificações estruturais dos vasos sanguíneos (5,6). Este processo está ilustrado na (Figura 1), onde numa fase inicial predominam alterações funcionais, como aumento da vasodilatação mediada pelo endotélio associada à libertação de NO (8,9). Devido à exposição prolongada ao treino surgem remodelações estruturais, nomeadamente, aumento do diâmetro e modificações na parede arterial (10,11).

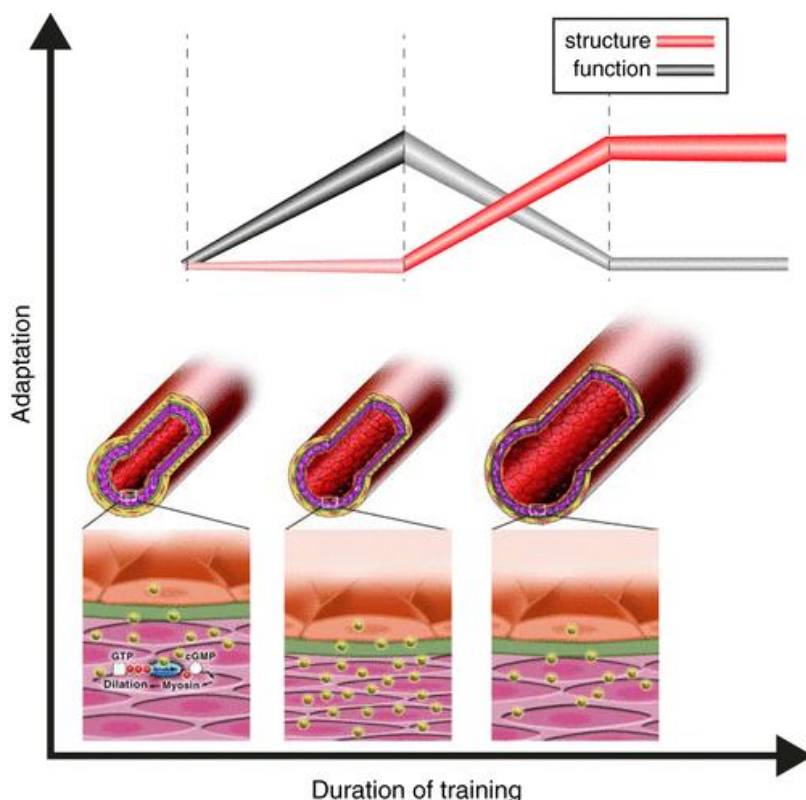


Figura 1 - Representação esquemática das adaptações vasculares ao exercício ao longo do tempo. Numa fase inicial, predominam alterações funcionais, que evoluem progressivamente para modificações estruturais, como o aumento do diâmetro arterial e o remodelamento da parede vascular.

Retirado de: Green DJ, Hopman MTE, Padilla J, Laughlin MH, Thijssen DHJ. Vascular adaptation to exercise in humans: role of hemodynamic stimuli. *Physiol Rev.* 2017;97(2):495–528.

2.3.1 Fatores que influenciam o remodelamento arterial

O futebol é considerado uma excelente forma de promover a realização do exercício físico, que traz benefícios para saúde e reduz os fatores de risco cardiovasculares (28). Estudos recentes (5,6), têm demonstrado que fazer exercício regularmente ao longo tempo promove alterações significativas na função vascular. Durante a realização de atividades anaeróbicas e aeróbicas, o exercício físico atua como o principal estímulo fisiológico que provoca um aumento significativo no consumo de oxigénio (VO_2) pelo miocárdio (7,17). Durante o esforço, à medida que o corpo necessita de mais energia para compensar as necessidades metabólicas, o coração precisa a intensificar a sua atividade, para fornecer o sangue rico em oxigénio aos músculos e órgãos ativos durante o exercício (6,7,17).

As necessidades impostas pelo exercício físico proporcionam a vasodilatação (relaxamento dos vasos sanguíneos), um processo essencial para garantir que chegue um volume de sangue adequado aos tecidos ativos, que ocorre devido à interação de vários fatores fisiológicos. A prática de exercício físico promove o aumento da FC, VS, DC e da PA, que são os principais responsáveis pelo aumento do fluxo sanguíneo nas artérias (7). O DC, que representa o volume de sangue bombeado pelo coração por minuto, aumenta para manter um fluxo sanguíneo adequado durante o exercício, ajustando-se ao aumento FC e do VS. A PA aumenta para garantir que o sangue seja distribuído adequadamente para os

músculos ativos, é influenciada pelo DC, VS e pela FC, uma vez que ela representa o impacto que o sangue exerce contra a parede das artérias (29).

O aumento do fluxo (hiperemia) é induzido pela simbiose entre estes fatores e estimula as células endoteliais, que revestem as paredes dos vasos sanguíneos e controlam a capacidade de contração e de relaxamento do tônus vascular. Estas células são responsáveis pela libertação de mediadores químicos, como o NO, uma substância vasoativa que promove a vasodilatação e aumentando o diâmetro arterial, facilitando o aumento fluxo sanguíneo (8,9). As células musculares lisas, localizadas na túnica média, também desempenham um papel essencial na regulação do diâmetro e na resistência arterial. Essa camada, constituída por células musculares lisas e fibras elásticas e é um dos fatores que controla o tônus vascular. Essas células conferem resistência e elasticidade, suportando a pressão do sangue nas paredes (PA) e controlam o fluxo sanguíneo através da vasoconstrição e vasodilatação (10,11).

A resistência vascular é inversamente proporcional ao diâmetro do vaso sanguíneo, quanto maior é o diâmetro da artéria, menor é a resistência ao fluxo, devido ao atrito entre o sangue e a parede do vaso. O aumento das células musculares lisas leva à vasoconstrição, reduzindo o diâmetro arterial e aumentando a resistência vascular (30). Esse aumento no número de células musculares lisas nos vasos sanguíneos melhora a capacidade de contração do lúmen, elevando a resistência arterial (31), diminuindo o diâmetro arterial e aumentando PA.

2.3.2 Variáveis clínicas e desportivas associadas às alterações vasculares

Idade

A idade é um dos principais fatores determinantes que influenciam as adaptações vasculares. À medida que envelhecemos também ocorre o envelhecimento das artérias, que corresponde a um processo biológico e degenerativo caracterizado por modificações estruturais e funcionais da parede arterial, que progridem com o avançar da idade. Entre as alterações mais relevantes destacam-se o aumento da rigidez arterial, redução da complacência vascular e a diminuição da capacidade distensão dos vasos. Do ponto de vista fisiológico, ocorre a fragmentação das fibras de elastina e aumento da deposição de colagénio, alterações que contribuem para o enrijecimento arterial. Simultaneamente, ocorre a disfunção endotelial, devido a menor disponibilidade de NO, que compromete a resposta vasodilatadora. Estas alterações têm repercussões hemodinâmicas uma vez que reduzem a capacidade dos vasos “amortecerem” o fluxo sanguíneo gerado pelo coração favorecendo o aumento da PA. (32-34)

Tabagismo

O tabagismo constitui um importante fator de risco cardiovascular, estando associado a alterações agudas e crônicas da função vascular. A inalação do fumo do tabaco provoca estimulação do sistema nervoso simpático, principalmente pela ação da nicotina, originando aumento transitório da FC e da PA. Estas respostas resultam de maior libertação de catecolaminas, conduzindo a vasoconstrição periférica e aumento da sobrecarga hemodinâmica. Para além dos efeitos imediatos, o consumo regular de tabaco encontra-se relacionado com disfunção endotelial, aumento do stress oxidativo, inflamação vascular e maior rigidez arterial. Estas alterações comprometem a capacidade vasodilatadora dos vasos sanguíneos e favorecem o desenvolvimento de doença aterosclerótica. (35,36)

Dislipidemia

A dislipidemia caracteriza-se por uma desregulação dos níveis de lípidos (gorduras) no sangue, manifestam-se devido ao aumento dos triglicerídeos, aumento do colesterol, por combinação dos dois anteriores ou pela redução dos níveis do HDL. Estas modificações têm impacto direto na saúde vascular e contribuem para o desenvolvimento da aterosclerose, o excesso de lípidos na fase inicial sobretudo LDL, favorecem a proliferação na camada íntima da parede arterial, essas partículas sofrem oxidação, tornando-se agressivas para o endotélio, a camada interna das artérias responsável por regular o tônus, a coagulação e a integridade da parede vascular. (37)

A presença de lípidos oxidados provoca uma disfunção endotelial caracterizada pela redução da libertação de NO, aumento do stress oxidativo e ativação de mecanismos inflamatórios. Como consequência, o endotélio torna-se mais permeável e facilita a adesão e agregação de células inflamatórias para o interior da parede arterial. Acumulação destas células é a fase inicial da placa aterosclerótica, com a progressão do processo inflamatório ocorre a proliferação das células musculares lisas, deposição de colagénio e proporciona o espessamento da parede arterial, provocando o crescimento da placa. Ao longo do tempo, estas alterações reduzem a elasticidade arterial, diminuem o lúmen vascular, aumentam a resistência e comprometem o fluxo sanguíneo. (38)

Diabetes

A diabetes está associada a alterações vasculares que comprometem a estrutura e função arterial, aumentando o risco de complicações cardiovasculares e doença arterial periférica. Consequentemente proporcionam lesões endoteliais e remodelamento vascular, afetando tanto vasos de maior calibre como a microcirculação. Um dos principais mecanismos envolvidos é a disfunção endotelial, caracterizada por redução da biodisponibilidade de NO, principal mediador da dilatação dos vasos e aumenta a produção de substâncias vasoconstritoras. Como consequência, verifica-se uma diminuição da capacidade vasodilatadora, aumento do tônus vascular e maior resistência periférica. Os

principais fatores envolvidos na regulação da função endotelial encontram-se representados na figura 2.

Simultaneamente, promovem o stress oxidativo e inflamação crónica, fatores que intensificam a lesão vascular e aceleram a progressão aterosclerótica. Estas alterações desencadeiam modificações na parede arterial, nomeadamente o espessamento do lúmen arterial, a proliferação de células musculares lisas, aumento da deposição de colagénio, diminuição da elasticidade arterial e o aumento da rigidez vascular. Estas alterações são relevantes nos MI, porque, podem comprometer a circulação periférica, atrasar a cicatrização e aumentar o risco de doença arterial periférica. (39)

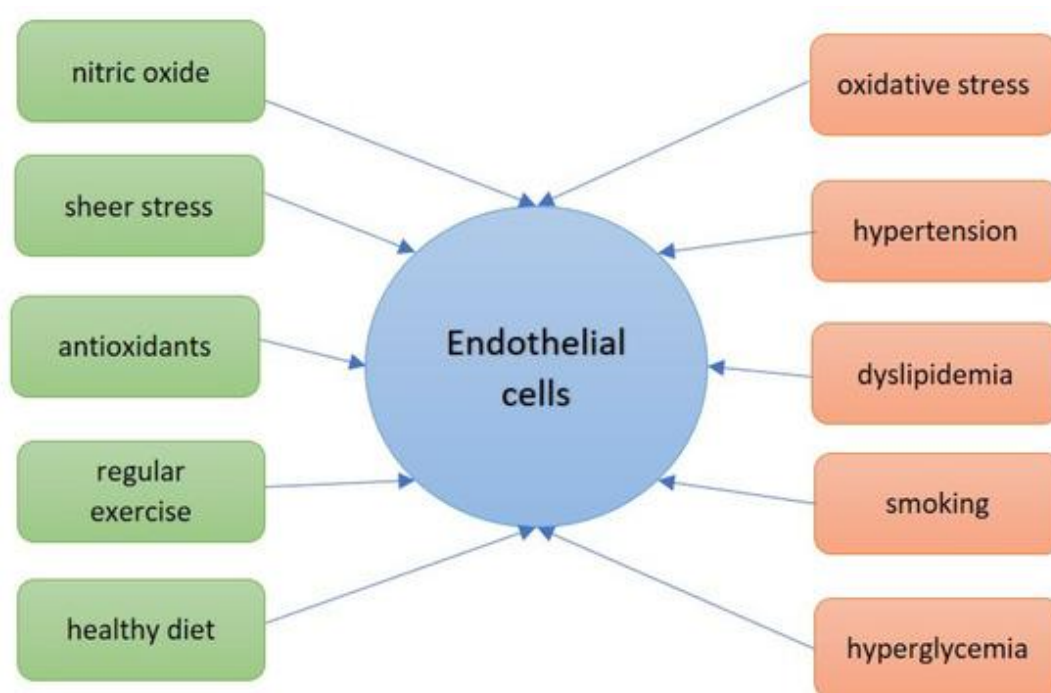


Figura 2 - Fatores que influenciam o endotélio, a verde estão aqueles que influenciam positivamente e a vermelhos aqueles que influenciam negativamente.

Fonte: Retirado de Dubsky M, Veleba J, Sojakova D, et al. Endothelial Dysfunction in Diabetes Mellitus: new insights. Int J Mol Sci. 2023;24(13):10705. Doi:10.3390/ijms241310705.

2.4 Sistema vascular dos membros inferiores

O sistema vascular dos MI é constituído por uma rede complexa de artérias, veias e capilares, as artérias são responsáveis pelo fornecimento de sangue oxigenado aos tecidos, órgãos e músculos, e têm um papel fundamental na perfusão tecidual, tanto em repouso como durante atividade física. Estruturalmente, as artérias são constituídas por três camadas (*Figura 3*): túnica íntima, a mais interna, formada pelo endotélio, membrana basal e fibras elásticas; a túnica média, composta por uma camada espessa de fibras musculares lisas e fibras elásticas, delimitada pelas membranas elásticas interna e externa; e a túnica adventícia, a camada mais externa, constituída exclusivamente por tecido conjuntivo, responsável pela resistência e suporte do vaso e é através desta camada que penetram os vasos sanguíneos que irrigam as próprias artérias. (40)

A vascularização arterial dos MI tem origem na artéria ilíaca externa que, ao atravessar o ligamento inguinal, passa a designar-se artéria femoral comum. Esta localiza-se na região anterior da coxa e constitui o principal vaso responsável pela irrigação dos membros inferiores, ao longo do seu trajeto bifurca-se em dois ramos principais: a artéria femoral profunda e a artéria femoral superficial. A artéria femoral profunda é responsável pela irrigação dos músculos profundos da coxa, enquanto que, a artéria femoral superficial corresponde à continuação distal da artéria femoral comum, percorre a face medial da coxa até ao hiato do adutor, local onde se origina a artéria poplítea. Esta artéria permite que o fluxo sanguíneo continue para as artérias tibiais anterior e posterior. (41,42)

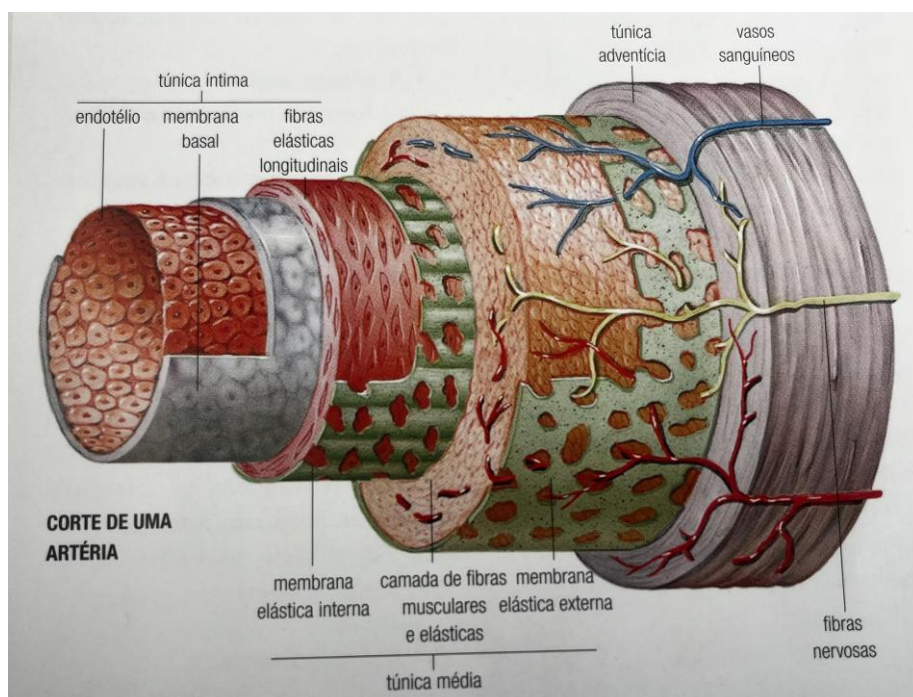


Figura 3 - Representação esquemática de um corte transversal de artéria, evidenciando a organização da parede vascular em três camadas distintas: túnica íntima, túnica média e túnica adventícia, responsáveis pela regulação do tónus vascular, elasticidade e suporte estrutural.

Fonte: Enciclopedia familiar de la salud. Vol. 2, Sistema cardiocirculatorio e sangue. 2.ª ed. Setúbal: Marina Editores; 2007.

2.5 Importância do ecoDoppler na análise das adaptações vasculares em futebolistas

O ecoDoppler é uma técnica não invasiva que não necessita de contraste nem radiação, é uma opção segura, prática e acessível a todos os pacientes porque não tem contraindicações e é inócua (13,14). Tem uma grande versatilidade diagnóstica, é altamente eficaz para identificação, monitorização e confirmação de doenças arteriais periféricas, contribuindo tanto na deteção precoce como no acompanhamento de casos avançados (43,44).

Tem uma grande aplicabilidade no contexto desportivo, devido à sua capacidade de avaliar adaptações vasculares em atletas de diferentes modalidades (5,6). O ecoDoppler arterial dos MI permite o estudo detalhado da circulação arterial, fornecendo informações fundamentais sobre a hemodinâmica e estrutura

vascular (12). Através de diferentes técnicas, como o modo 2D (bidimensional), *Doppler* cor e o *Doppler* pulsado, que permitem uma análise da morfologia vascular de alta sensibilidade e especificidade (13,14). O modo 2D possibilita a medição do diâmetro arterial e da espessura da íntima-média, o *Doppler* cor avalia a presença e direção do fluxo, o doppler pulsado permite uma análise quantitativa da velocidade do fluxo sanguíneo e possibilita o estudo da fasicidade do fluxo (12,13,45).

Estas ferramentas permitem correlacionar diferentes variáveis e perceber com estas influenciam os parâmetros vasculares, como a velocidade do fluxo sanguíneo, os diâmetros arteriais e índices de resistências. Além disso, possibilita a identificação das artérias mais afetadas e em que fase do ciclo cardíaco elas ocorrem. Desta forma o ecoDoppler é uma ferramenta essencial para analisar como o sistema cardiovascular se adapta às exigências impostas pelo futebol nas artérias dos MI.

Contributo da Investigação

3. Objetivos

3.1 Objetivo principal

Avaliar através do ecoDoppler, as variações dos parâmetros anatómicos e hemodinâmicos das artérias dos MI em futebolistas de diferentes escalões competitivos.

3.2 Objetivos secundários

Como objetivos secundários, procurou-se comparar as velocidades sistólica e diastólica, os índices de resistência e os diâmetros arteriais dos MI entre futebolistas de diferentes escalões competitivos. Pretendeu-se ainda identificar se as principais variações do fluxo ocorreram durante a fase sistólica ou diastólica, bem como determinar quais as artérias que apresentaram maiores alterações anatómicas e hemodinâmicas. Adicionalmente, foi analisada a influência da experiência competitiva e da posição em campo nos parâmetros vasculares avaliados.

4. Materiais e Métodos

4.1 Desenho e Amostra do Estudo

O presente estudo apresenta um desenho observacional, transversal, comparativo e correlacional, incluindo futebolistas federados distribuídos por diferentes escalões competitivos: juniores, seniores e veteranos. O estudo permite analisar as diferenças anatómicas e hemodinâmicas entre os grupos, bem como, avaliar a relação entre variáveis individuais, desportivas e parâmetros vasculares dos MI.

A amostra foi constituída por 74 futebolistas masculinos do clube Sport Benfica de Castelo Branco, com idades compreendidas entre os 17 e os 59 anos, distribuídos pelos escalões de juniores (n=26), seniores (n=24) e veteranos (n=24). Os critérios de inclusão definidos foram ser atleta federado, praticar a modalidade há pelo menos dois anos, treinar entre duas a três vezes por semana, sem lesões musculares ou neurológicas nos seis meses anteriores à recolha e assinatura do consentimento informado e esclarecido. Não foram incluídos os guarda-redes.

As recolhas foram realizadas no Laboratório 18 de Ultrassonografia da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, através de avaliação ecoDoppler vascular dos membros inferiores. Para a realização do estudo foi necessária autorização da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias para utilização do laboratório e realização das recolhas (Anexo 2), bem como a submissão e emissão do parecer positivo do IPCB, codificado com o número 223/CE – IPCB/2025 (Anexo 1).

4.2 Protocolo de Estudo

O estudo foi realizado após autorização da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias e aprovação da Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Castelo Branco, garantindo o cumprimento das normas éticas em vigor. Antes da realização do exame, todos os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e posteriormente assinaram o consentimento informado.

A avaliação vascular dos MI foi realizada através de ecoDoppler arterial, utilizando o ecógrafo *Philips* HD7 com transdutor linear de 7–12 MHz, no Laboratório 18 de Ultrassonografia da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias. Este protocolo foi desenvolvido com base nas diretrizes estabelecidas pela norma sobre o ecoDoppler arterial dos membros inferiores da Direção-Geral da Saúde (DGS) (12). Os participantes permaneceram pelo menos 20 minutos em repouso, com as pernas descruzadas, sem praticar qualquer tipo de atividade física, fumar ou consumir café e bebidas energéticas nas 4 horas anteriores à recolha. Além disso, o ambiente da sala foi preparado de forma controlada e com iluminação reduzida, para garantir a precisão dos dados e assegurar o conforto dos participantes.

Durante a realização do exame foram ainda recolhidas, através de questões orais colocadas aos participantes, variáveis quantitativas e qualitativas relacionadas com a caracterização clínica e desportiva da amostra. As variáveis quantitativas incluíram idade, altura, índice de massa corporal, número de treinos semanais, tempo de prática da modalidade e UMA (unidade maços/ano), utilizada para avaliação do historial tabágico. Relativamente às variáveis qualitativas, foram avaliados os hábitos tabágicos, antecedentes familiares de doenças cardiovasculares, prática de outros desportos, pé dominante, presença de hipertensão arterial, dislipidemia e diabetes, posição em campo, raça e escalão competitivo.

O exame foi realizado com os participantes em decúbito dorsal, com a cabeceira da marquesa inclinada a 30 graus, facilitando o acesso às artérias. Foram utilizadas três técnicas ultrassonográficas específicas: ecografia em modo B, Doppler pulsado e Doppler codificado a cores, para avaliação das artérias femoral comum, femoral superficial, femoral profunda e poplítea de ambos os MI. As medições foram realizadas com o ângulo de insonação ajustado a 60 graus e com o transdutor orientado longitudinalmente ao longo da artéria. Em cada artéria, registaram-se as velocidades sistólica e diastólica, diâmetro arterial e índice de resistência vascular a cerca de 2 cm a partir da origem de cada vaso, cada variável foi medida três vezes, sendo considerado o maior valor obtido.

4.3 Análise estatística

Como estratégia de análise e tratamento dos dados, foi utilizado o software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 27.0, permitindo calcular os valores mínimos, máximos, médias, moda e desvio padrão. A normalidade da amostra foi avaliada por meio do teste Shapiro-Wilk, dependendo do resultado, foram aplicados testes não paramétricos, permitindo uma análise adequada e rigorosa dos dados, para um intervalo de confiança de 95% e um $p < 0,05$.

5. Princípios Éticos da Investigação

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Castelo Branco, garantindo o cumprimento dos princípios éticos aplicáveis à investigação em seres humanos.

A avaliação realizada através de ecoDoppler vascular trata-se de um exame não invasivo, sem riscos relevantes associados aos participantes. Todos os indivíduos participaram de forma voluntária, mediante assinatura do consentimento informado e esclarecido, tendo sido devidamente informados sobre os objetivos do estudo, os procedimentos realizados e o direito de desistirem em qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

De acordo com a Declaração de Helsínquia, foram garantidos o anonimato, a confidencialidade e a proteção dos dados recolhidos, assegurando o respeito pelos direitos, segurança e bem-estar dos participantes ao longo de toda a investigação (46).

5. Resultados

5.1 Caracterização da amostra

A amostra do estudo é constituída por 74 indivíduos, todos eles do sexo masculino, foi dividida em três grupo dos quais, 26 indivíduos são juniores (35,1%), 24 indivíduos são seniores (32,4%), 24 indivíduos são veteranos (32,4%).

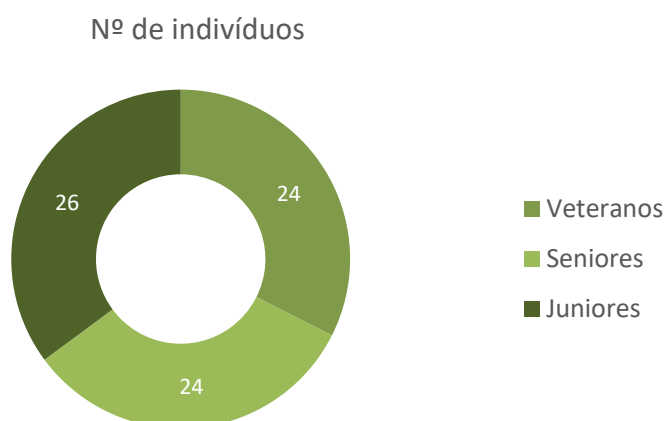


Gráfico 1 – Distribuição da amostra de acordo com o escalão competitivo (n=74)

A tabela 1 apresenta a caracterização antropométrica dos diferentes escalões competitivos. Os veteranos apresentaram valores médios superiores de idade ($44,2 \pm 6,8$ anos) e peso ($82,9 \pm 10,6$ kg), enquanto os seniores evidenciaram maior altura média ($1,83 \pm 0,08$ m). Os juniores apresentaram os valores antropométricos mais baixos relativamente à idade, altura e peso.

Tabela 1 – Caracterização antropométrica da amostra por escalão competitivo (n=74)

Variável	Veteranos (n=24)	Seniores (n=24)	Juniores (n=26)
Idade (anos)	$44,2 \pm 6,8$ (25-55)	$23,0 \pm 1,8$ (20-26)	$17,3 \pm 0,4$ (17-18)
Altura (m)	$1,77 \pm 0,05$ (1,67-1,87)	$1,83 \pm 0,08$ (1,69-2,00)	$1,73 \pm 0,06$ (1,60-1,87)
Peso (Kg)	$82,9 \pm 10,6$ (63-110)	$77,3 \pm 9,0$ (67-95)	$64,8 \pm 7,9$ (41-80)

Legenda: valores apresentados em média; $\pm$ desvio padrão; (mínimo-máximo)

O gráfico 2 apresenta a distribuição da raça dos indivíduos incluídos na amostra. Observou-se a presença de dois grupos raciais, com uma clara predominância da raça caucasiana, que representa 82,4% da população estudada (n=61), enquanto a raça negra corresponde a 17,6% da amostra (n=13).

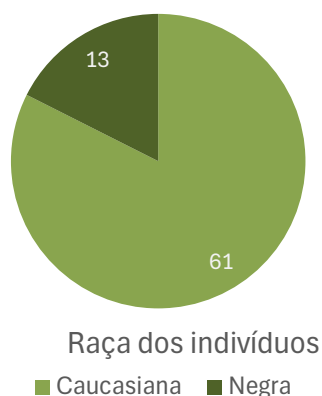


Gráfico 2 – Distribuição da amostra segundo a raça (n=74)

O gráfico 3 evidencia a distribuição da raça dos participantes por escalão competitivo. Verifica-se a prevalência da raça caucasiana em toda amostra, (100%) veteranos, juniores (76,9%) e nos seniores (70,8%).

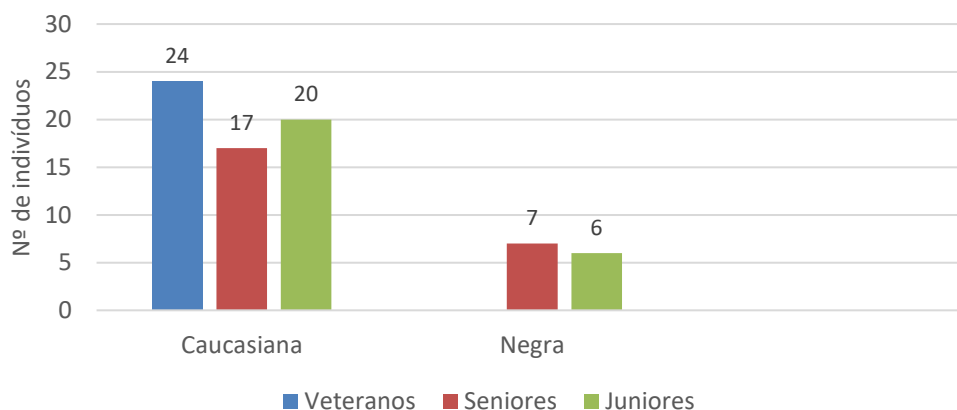


Gráfico 3 – Caracterização da raça em função do escalão de competição (n=74)

O gráfico 4 apresenta a distribuição dos jogadores por posição e escalão competitivo. Nos veteranos e seniores, a posição mais frequente foi o central com (n=8). Nos juniores, verificou-se uma maior predominância das posições de médio e extremo ambas com (n=7). As restantes posições apresentaram uma distribuição semelhante entre os diferentes escalões.

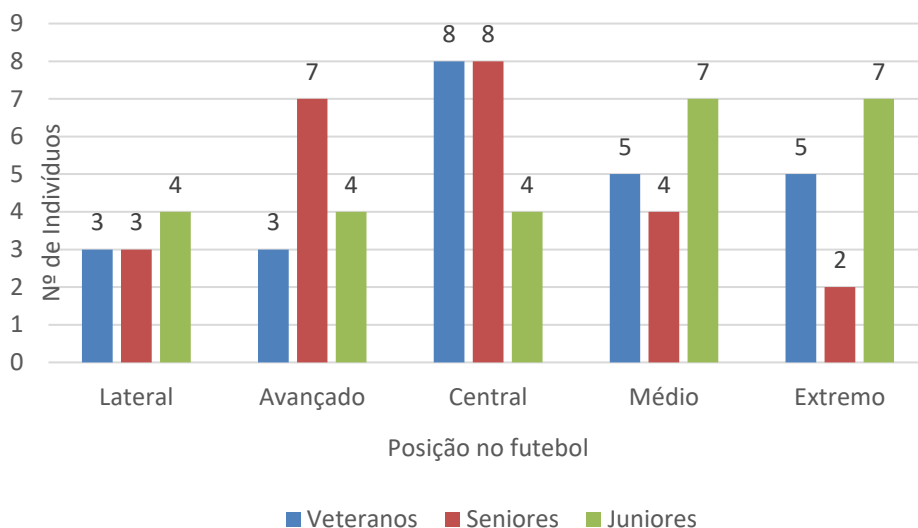


Gráfico 4 – Comparação das posições em função do escalão de competição (n=74)

Relativamente à distribuição do IMC no total da amostra, a média é de 23,6 kg/m², com um desvio padrão de $\pm 2,7$ kg/m². O IMC mínimo foi 16,02 kg/m², o IMC máximo foi de 31,46 kg/m². O gráfico 5 demonstra a distribuição do IMC por escalão competitivo, verificou-se a predominância do peso normal nos escalões juniores (100%) e seniores (83,3%), enquanto o sobrepeso foi mais frequente nos veteranos (62,5%), registando-se ainda um caso de obesidade grau I neste escalão.

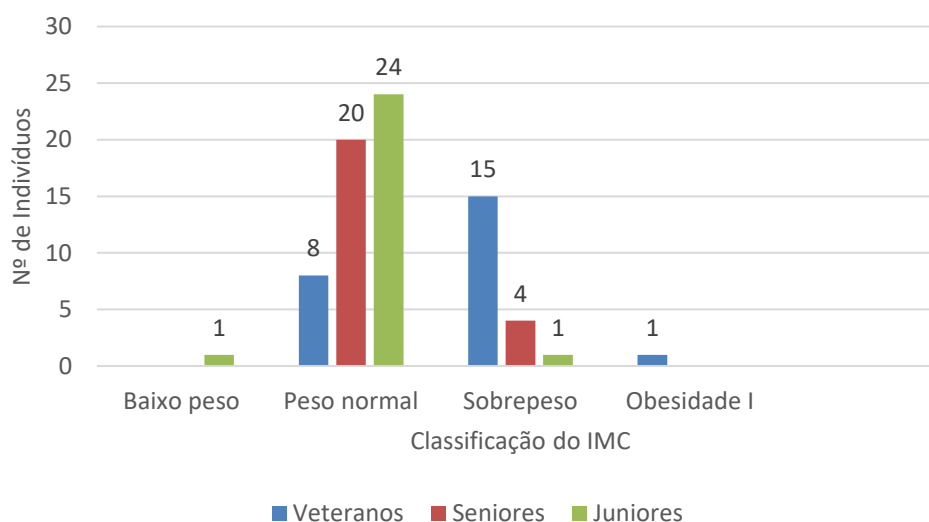


Gráfico 5 – Comparação da classificação do IMC por escalão competitivo (n=74)

A tabela 2 apresenta a distribuição dos fatores de riscos cardiovasculares de acordo os escalões competitivos. Os resultados demonstram uma baixa prevalência dos fatores de risco cardiovasculares na amostra, nomeadamente ausência de diabetes e dislipidemia em todos os escalões. A hipertensão arterial foi observada apenas nos veteranos (8,3%), enquanto o tabagismo se verificou exclusivamente nos veteranos e seniores (12,5%). Relativamente aos antecedentes cardiovasculares, observou-se maior prevalência nos seniores (33,3%) e veteranos (25%), sendo menos frequente nos juniores (3,8%).

Tabela 2 – Distribuição dos fatores de risco cardiovasculares por escalão competitivo (n=74)

Fator de risco	Veteranos n=24	Seniores n=24	Juniores n=26
HTA	2 (8,3%)	0 (0%)	0 (0%)
Tabagismo	3 (12,5%)	3 (12,5%)	0 (0%)
Diabetes	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Dislipidemia	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Ant. Cardiov.	6 (25%)	8 (33,3%)	1 (3,8%)

Legenda : Ant. Cardiov = Antecedentes Cardiovasculares

Ao analisarmos a carga tabágica através das Unidades Maço-Ano (UMA) entre os grupos ilustrada no gráfico 6. Os seniores apresentam menores consumos, < 3,7 UMA. Em comparação com o grupo de veteranos, que tem maior exposição, com uma carga tabágica >20 UMA.

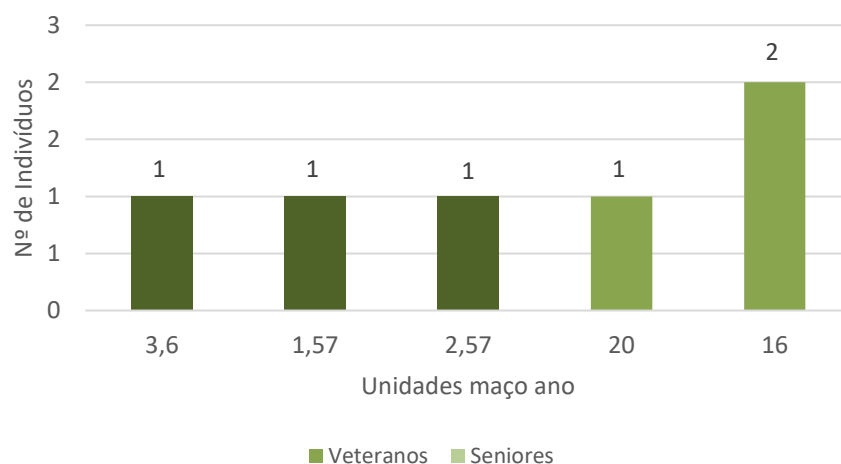


Gráfico 6 – Relação entre o consumo de tabaco e o escalão (n=74)

Relativamente à prática de outras modalidades desportivas para além do futebol, observa-se que a grande maioria dos participantes (91,9%) não pratica qualquer outro desporto, correspondendo a (100%) dos juniores, (91,7%) dos veteranos e (83,3%) dos seniores. Entre os que referem outras atividades, os seniores apresentam maior diversidade, incluindo basquetebol (2,7%), paddle e ténis (1,4%) e ténis (1,4%). No grupo dos veteranos, identificam-se 2,7% de atletas que praticam modalidades como futsal, hóquei ou BTT, conforme representado no gráfico 7.

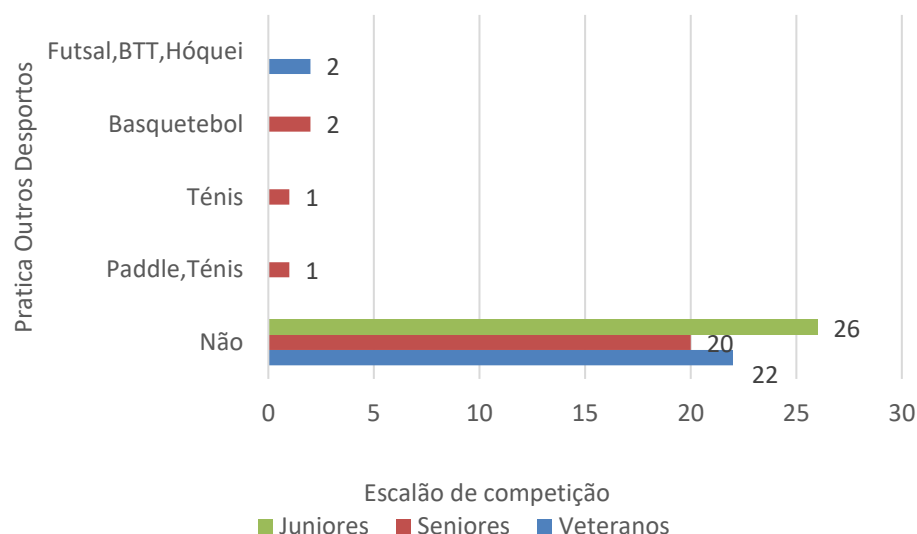


Gráfico 7 – Distribuição da prática de outras modalidades desportivas em função do escalão competitivo (n=74)

A caracterização dos indivíduos face à modalidade desportiva em estudo, expressa na tabela 3, evidencia a predominância dos atletas destros (81,1%) da amostra. Seniores e veteranos registam a mesma proporção: (79,2%) de destros face a (20,8%) esquerdinos. Nos juniores, o uso do pé direito é ainda mais expressivo, com (84,6%).

Tabela 3 – Distribuição do pé dominante por escalão competitivo (n=74)

Escalão de Competição	Pé dominante		
	Direito	Esquerdo	Total
Veteranos	19	5	24
Seniores	19	5	24
Juniores	22	4	26
Total	60	14	74

Relativamente ao tempo de federado, verificou-se que a experiência desportiva aumenta de forma gradual entre os grupos. Os juniores concentram-se maioritariamente entre os 10 e 13 anos de prática (65,4%), os seniores entre os 15

e 20 anos (65,4%) e os veteranos a maioria (58,3%) dos atletas >20 anos, caracterizado no gráfico 8.

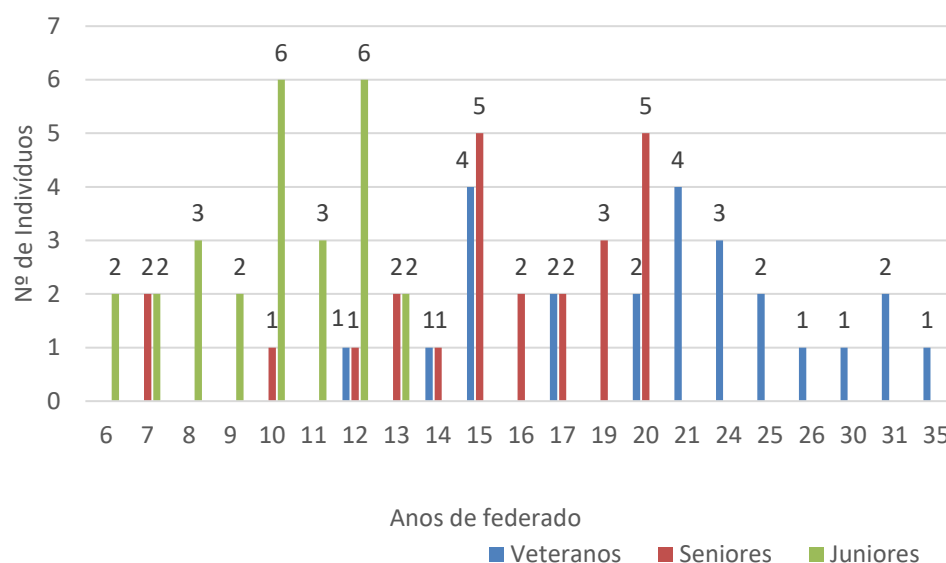


Gráfico 8 – Relação entre os escalões competitivos e o tempo de federado (n=74)

5.2 Análise dos resultados entres escalões

A apresentação dos resultados seguiu uma abordagem estruturada com base nas hipóteses de investigação, centrando-se na análise das diferenças vasculares dos MI em futebolistas de diferentes escalões, avaliadas por ecoDoppler.

5.2.1 Comparação das velocidades sistólicas, diastólicas e do índice de resistência entre escalões competitivos

A normalidade da distribuição da amostra foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Uma vez que se registaram desvios significativos à distribuição normal ($p < 0,05$) na maioria dos parâmetros hemodinâmicos, optou-se pela utilização de testes não paramétricos para a verificação das hipótese formulada.

Após a identificação de diferenças significativas através do teste de Kruskal-Wallis, foram realizadas comparações par-a-par entre escalões (juniores vs seniores, juniores vs veteranos e seniores vs veteranos) utilizando o teste *de Mann-Whitney*, de forma a identificar entre que grupos se verificavam essas diferenças.

Na tabela 4, os veteranos apresentaram índices de resistência vascular significativamente superiores ($p < 0,05$) nas artérias poplítea direita e esquerda, femoral comum direita e femoral profunda direita, comparativamente aos juniores, tabela completa do (apêndice 1).

Tabela 4 – Comparação das variáveis com diferenças estatisticamente significativas entre os escalões juniores e veteranos, através de Mann-Whitney (n=50)

Variável	VM Juniores	VM Veteranos	p-value
IR Art. PD	21,50	29,83	0,04*
IR Art. PE	20,58	30,83	0,01*
IR Art. FCD	20,22	29,98	0,02*
IR Art. FPD	20,31	31,13	0,01*

Legenda: IR = Índice de Resistência; Art = Artéria; PD = Poplítea Direita; PE = Poplítea Esquerda; FCD = Femoral Comum Direita; FPD = Femoral Profunda Direita; VM= Valores Médios; * p<0,05

A análise comparativa entre séniores e juniores (tabela 5) evidenciou diferenças estatisticamente significativas na velocidade sistólica da artéria femoral profunda direita e da artéria femoral superficial esquerda, com valores mais elevados no escalão sénior, tabela completa do (apêndice 1).

Tabela 5 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos e anatómicos com diferenças estatisticamente significativas entre os escalões sénior e júnior através do teste de Mann-Whitney (n=50)

Variável	VM Juniores	VM Seniores	p-value
VS Art. PD	21,50*	29,83	0,046*
VS Art. PE	20,58*	30,83	0,004*

Legenda: VS = Velocidade Sistólica; Art = Artéria; PD = Poplítea Direita; PE = Poplítea Esquerda VM = Valores Médios; * p<0,05

A comparação entre os escalões sénior e veterano (tabela 6) demonstrou diferenças estatisticamente significativas na velocidade sistólica das artérias poplítea direita e esquerda, com valores superiores nos veteranos, e da artéria femoral profunda esquerda, com valores mais elevados nos séniores, tabela completa do (apêndice 1).

Tabela 6 – Variáveis com diferenças estatisticamente significativas na comparação entre os escalões sénior e veterano, nos parâmetros hemodinâmicos e anatómicos, com base no teste de Mann-Whitney (n=48)

Variável	p-value	Escalão ↑	Interpretação
VS Art. PD	0,006*	Veteranos	↑ fluxo sistólico
VS Art. PE	0,043*	Veteranos	↑ fluxo sistólico
VS Art. FPE	0,002*	Seniores	↑ fluxo sistólico

Legenda: VS = Velocidade Sistólica; Art. = Artéria; PD = Poplítea Direita; PE = Poplítea Esquerdo; FPE = Femoral Profunda Esquerda; * p<0,05

5.2.2 Correlação entre número de anos federados e as velocidades de fluxo sanguíneo dos membros inferiores

Considerando que atletas diferentes escalões competitivos apresentam, em geral, distintos tempos de prática federada, analisou-se a influência dos anos federados nas velocidades de fluxo sanguíneo dos MI.

A normalidade das variáveis foi avaliada através do teste de Kolmogorov–Smirnov. Uma vez que parte das variáveis apresentou distribuição não normal ($p < 0,05$), optou-se pela utilização de testes não paramétricos. Assim, recorreu-se à correlação de Spearman para analisar a associação entre o tempo de prática federada e as velocidades de fluxo sanguíneo dos MI.

Na tabela 7 observou-se uma correlação negativa fraca, mas estatisticamente significativa, entre os anos de prática federada e a velocidade diastólica da artéria femoral superficial direita ($Rho = -0,246$; $p = 0,035$), sugerindo uma ligeira diminuição da velocidade de fluxo com o aumento anos de federado. As restantes variáveis não apresentaram associações estatisticamente significativas ($p > 0,05$), descritas na tabela completa do (apêndice 2).

Tabela 7 – Correlação entre o tempo de prática federada e as velocidades de fluxo sanguíneo dos membros inferiores, através do Teste de Spearman ($n=74$)

Variável	Rho Spearman	p-value
VD Art. FSD	-0,246	0,035*

Legenda: VD = Velocidade Diastólica; Art = Artéria; FSD = Femoral Superficial Direita; * $p < 0,05$

5.2.3 Correlação entre a posição ocupada em campo e os parâmetros hemodinâmicos e estruturais das artérias dos membros inferiores em futebolistas.

Para analisar a influencia da posição tem nos parâmetros hemodinâmicos e estruturais dos MI, os atletas foram agrupados em funções defensivas e ofensivas. Os laterais e centrais constituíram o grupo defensivo, enquanto os médios, extremos e avançados integraram o grupo ofensivo. A normalidade da distribuição das variáveis foi avaliada através do teste de Shapiro–Wilk, aplicado a ambos os grupos. Uma vez que parte das variáveis apresentou distribuição não normal ($p < 0,05$), recorreu-se ao teste não paramétrico de Mann–Whitney para a comparação entre grupos independentes.

A tabela 8 demonstrou valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$) e superiores nos jogadores com posições mais ofensivas no diâmetro arterial da artéria femoral profunda direita, na velocidade sistólica da artéria femoral superficial direita e na velocidade diastólica da artéria femoral superficial esquerda. O diâmetro arterial da artéria femoral superficial esquerda apresentou valores superiores nos jogadores defensivos ($p = 0,018$). As restantes variáveis não apresentaram associações estatisticamente significativas ($p > 0,05$), incluídas na tabela completa do (apêndice 3).

Tabela 8 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos e anatómicos entre jogadores de perfil defensivo e ofensivo através do teste de Mann-Whitney (n=74)

Variável	VM Ofensivos (n=44)	VM Defensivos (n=30)	p-value
DA Art. FPD	43,19	29,15	0,006*
VS Art. FSD	42,70	29,87	0,012*
VD Art. FSE	43,73	28,37	0,002*
DA. Art FSE	32,65	44,62	0,018*

Legenda: Legenda: DA = Diâmetro Arterial; Art = Artéria; VS = Velocidades Sistólica; VD = Velocidade Diastólica ; FPD = Femoral Profunda Direita ; FSD = Femoral Superficial Direita; FSE = Femoral Superficial Esquerda; * p<0,05

5.2.4 Comparação entre membro dominante e não dominante

Para avaliar diferenças entre o membro dominante e o não dominante, a normalidade das variáveis foi analisada através do teste de Shapiro-Wilk em cada escalão competitivo. Como a maioria não apresentou distribuição normal (p<0,05), recorreu-se aos testes não paramétricos para a verificar a hipótese formulada. Globalmente, observaram-se diferenças entre o membro dominante e o não dominante nos parâmetros anatómicos e hemodinâmicos, embora não de forma consistente em todas as variáveis.

Nos juniores (tabela 9) as diferenças foram estaticamente significativas na velocidade sistólica (p=0,009) e diastólica (p=0,026) da artéria femoral superficial, com predominância de valores superiores no membro dominante do (apêndice 4.1).

Tabela 9 – Comparação do pé dominante e não dominante nos juniores, através do teste Wilcoxon (n=26)

Variável	VM DOM	VM NDOM	VM DOM=NDOM	P value
VS Art. FS	13,29 (n=21)	14,40 (n=5)	(n=0)	0,009*
VD Art. FS	12,97 (n=15)	8,36 (n=7)	(n=4)	0,026*

Legenda: VS = Velocidade Sistólica; VD = Velocidade Diastólica; VM = Valores médios; DOM = Perna Dominante; NDOM = Perna Não Dominante; Art = Artéria; FS = Femoral Superficial; * p<0,05

Nos séniores (tabela 10) verificou-se estatísticas significativas nomeadamente na velocidade sistólica da artéria femoral superficial (p=0,04), na velocidade diastólica da artéria femoral comum (p=0,01) e no índice de resistência da artéria femoral (p=0,01). As restantes variáveis não apresentaram associações estatisticamente significativas (p>0,05), podem ser observadas na tabela completa do (apêndice 4.2).

Tabela 10 – Comparação do pé dominante e não dominante nos seniores, através do Teste de Wilcoxon (n=24)

Variável	VM DOM	VM NDOM	VM DOM=NDOM	P value
VS Art. FS	13,06 (n=17)	11,14 (n=7)	(n=0)	0,040*
VD Art. FC	9,92 (n=6)	13,36 (n=18)	(n=0)	0,010*
IR Art. FC	13,87 (n=15)	6,43 (n=7)	(n=2)	0,008*

Legenda: VS = Velocidade Sistólica; VD = Velocidade Diastólica; IR = Índice de Resistência; VM = Valores médios; DOM = Perna Dominante; NDOM = Perna Não Dominante; Art = Artéria; FS = Femoral Superficial; FC = Femoral Comum; * $p < 0,05$

Nos veteranos (tabela 11), as diferenças estatisticamente significativas foram ao nível da artéria poplítea na velocidade sistólica ($p=0,02$) e diastólica ($p=0,01$) e também na velocidade sistólica da artéria femoral comum ($p=0,03$) e no diâmetro da artéria femoral profunda ($p=0,01$). As restantes variáveis não apresentaram associações estatisticamente significativas ($p > 0,05$), podem ser observadas na tabela completa do (apêndice 4.3).

Tabela 11 – Comparação do pé dominante e não dominante nos veteranos, através do Teste de Wilcoxon (n=24)

Variável	VM DOM	VM NDOM	VM DOM=NDOM	P value
VS Art. P	16,36 (n=14)	7,10 (n=10)	(n=0)	0,024*
VS Art. FC	14,93 (n=15)	8,44 (n=9)	(n=0)	0,034*
VD Art. P	10,88 (n=16)	9,00 (n=4)	(n=4)	0,010*
DA Art. FP	15,64 (n=14)	6,33 (n=9)	(n=1)	0,014*

Legenda: VS = Velocidade Sistólica; VD = Velocidade Diastólica; DA = Diâmetro Arterial; VM = Valores médios; DOM = Perna Dominante; NDOM = Perna Não Dominante; Art = Artéria; P = Poplítea; FC = Femoral Comum; FP = Femoral Profunda; * $p < 0,05$

5.2.5 Análise comparativa dos diâmetros arteriais bilaterais entre escalões competitivos

5.2.5.1 Análise global das diferenças entre escalões

A normalidade das variáveis foi analisada através do teste Kolmogorov-Smirnov. Uma vez que parte dos parâmetros apresentou desvios significativos à distribuição normal ($p < 0,05$), optou-se pela utilização de testes não paramétricos nas análises inferenciais. A análise através do teste de Kruskal–Wallis evidenciou diferenças estatisticamente significativas em vários diâmetros arteriais entre os escalões competitivos, nomeadamente ao nível da artéria poplítea esquerda, artéria femoral comum de ambos os lados, artéria femoral profunda esquerda e artéria femoral superficial direita (tabela 12).

Tabela 12 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões competitivos, através do Teste de Kruskal-Wallis (n=74)

Variável	VM Júniores	VM Seniores	VM Veteranos	p-value
DA Art. PE	30,06	29,90	53,17	0,001*
DA Art. FCD	28,44	34,31	50,50	0,001*
DA Art. FCE	30,79	36,04	46,23	0,035*
DA Art. FPE	28,38	39,06	45,81	0,015*
DA Art. FSD	30,40	35,19	47,50	0,015*

Legenda: DA = Diâmetro Arterial; Art = Artéria; PE = Poplítea Esquerda; FCD = Femoral Comum Direita; FCE = Femoral Comum Esquerda; FPE = Femoral Profunda Esquerda; FSD = Femoral Superficial Direita, * p<0,05

5.2.5.2 Comparações entre escalões competitivos

Numa primeira fase, recorreu-se ao teste de Kruskal–Wallis para avaliar a existência de diferenças globais entre os escalões competitivos. Posteriormente, realizaram-se comparações par-a-par através do teste de Mann–Whitney, de forma a identificar entre quais escalões ocorriam essas diferenças.

Na comparação entre os escalões sénior e júnior (tabela 13), através do teste de Mann–Whitney, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa no diâmetro arterial da artéria femoral profunda esquerda (p=0,045), com valores superiores no escalão sénior. Nas restantes variáveis, verificou-se uma tendência para diâmetros arteriais superiores no escalão sénior na maioria das artérias avaliadas, descritas na tabela completa do (apêndice 5.2.1).

Tabela 13 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e júnior , através do teste de Mann–Whitney (n=50)

Variável	PM Séniores	PM Júniores	p-value
DA Art. FPE	29,79	21,54	0,045*

Legenda: DA = Diâmetro Arterial; Art = Artéria; FPE = Femoral Profunda Esquerda; * p<0,05

A tabela 14 demonstra diferenças estatisticamente significativas no diâmetro arterial da artéria poplítea esquerda (p<0,001) e da artéria femoral comum direita (p=0,005). Nas restantes variáveis verificou-se valores mais elevados no escalão veterano em todos os diâmetros arteriais, podem ser visualizados na tabela completa do (apêndice 5.2.2).

Tabela 14 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e veterano , através do teste de Mann–Whitney (n=48)

Variável	PM Séniores	PM Veteranos	p-value
DA Art. PE	16,94	32,06	<0,001*
DA Art .FCD	18,90	30,10	0,005*

Legenda: DA = Diâmetro Arterial; Art = Artéria ; PD = Poplítea Direita ;PE = Poplítea Esquerda; FCD = Femoral Comum Direita; * p<0,05

Discussão

O estudo teve como principal objetivo avaliar as variações dos parâmetros anatômicos e hemodinâmicos das artérias dos MI em futebolistas de diferentes escalões competitivos, através do ecoDoppler arterial. Para além disso, procurou-se comparar as velocidades sistólica e diastólica, os índices de resistência e os diâmetros arteriais entre os diferentes escalões, bem como analisar a influência do tempo de prática federada, posição em campo e membro dominante nas adaptações vasculares observadas.

Neste contexto, tornou-se fundamental caracterizar o perfil clínico e desportivo dos futebolistas incluídos amostra, uma vez que estas características poderão influenciar os parâmetros vasculares avaliados. Todos os 74 futebolistas (24 veteranos, 24 seniores, 26 juniores) demonstraram um perfil cardiovascular saudável, verificando-se a ausência de diabetes e dislipidemia, baixa prevalência de HTA (2,7%) e tabagismo (8,1%) em todos os escalões, o que é expectável numa população que pratica desporto ativamente. Estes resultados vão ao encontro com o que é descrito na meta-análise *"Health Benefits of Different Sports: a Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal and Intervention Studies Including 2.6 Million Adult Participants"* onde a prática regular de futebol está associada à melhoria da função cardiovascular e a efeitos benéficos sobre diversos fatores de risco cardiovasculares, nomeadamente a pressão arterial, aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, dislipidemia, diabetes (47).

A média global do índice de massa corporal (IMC) manteve-se dentro dos valores de normalidade (23,6 Kg/m²), no entanto, a distribuição do IMC variou entre os diferentes escalões competitivos. Enquanto nos juniores todos os atletas apresentaram valores de IMC compatíveis "Peso normal", apenas 83,3% dos seniores tiveram essa classificação. Nos veteranos, verificou-se um aumento progressivo dos valores do IMC, sendo que 62,5% apresentavam valores de IMC classificados como "Sobrepeso". Esta tendência está em concordância com o que é descrito no estudo *"Age-related study of anthropometry indicators, body composition, strength and vital capacity at Masters Athletics: how to postpone sarcopenia"*, onde os autores referem que o envelhecimento está associado a alterações fisiológicas progressivas, nomeadamente a redução da massa muscular, alterações na composição corporal, aumento de peso e a diminuição capacidade metabólica, mesmo em indivíduos fisicamente ativos (48).

Para além disso, o aumento do IMC poderá estar relacionado com diferenças na intensidade, exigências e quantidades de treinos por semana entre escalões, os atletas veteranos tendem a apresentar menor frequência de treino quando comparados com juniores e seniores. Segundo a literatura, valores mais elevados de IMC estão associados a alterações vasculares, nomeadamente aumento da rigidez arterial, disfunção endotelial e maior resistência vascular periférica, fatores que poderão também contribuir para as diferenças hemodinâmicas observadas entre veteranos e atletas mais jovens (10,11,33,34).

Verificam-se valores superiores de velocidades sistólicas e índices de resistências vascular nos escalões competitivos mais elevados, sobretudo nos séniores e veteranos. Desta forma, a hipótese 1 foi parcialmente confirmada, apesar das diferenças não ocorrerem de forma uniforme em todos os segmentos arteriais analisados. Os índices de resistência significativamente superiores observados nos veteranos comparativamente aos juniores estão em concordância com o que é evidenciado nos estudos “*Vascular Health in the Ageing Athlete*” e “*Vascular aging and arterial stiffness*”, onde os autores mencionam que o envelhecimento arterial contribui para que ocorram alterações progressivas da estrutura e função da parede vascular, nomeadamente, para aumento da rigidez, redução da complacência vascular e diminuição da elasticidade dos vasos sanguíneos, mesmo em indivíduos fisicamente ativos (32-34). Estas alterações resultam da fragmentação das fibras de elastina, aumento da deposição de colagénio e disfunção endotelial associada à menor disponibilidade de NO, contribuindo para o aumento da resistência vascular periférica (32). Neste sentido, os valores superiores de índice de resistência encontrados nos atletas veteranos poderão refletir não apenas a exposição prolongada ao treino, mas também os efeitos fisiológicos associados ao envelhecimento arterial.

Por último, a comparação entre seniores e veteranos, os veteranos obtiveram velocidades sistólicas significativamente superiores nas poplíteas de ambos os lados, enquanto os seniores evidenciam valores mais elevados na femoral profunda esquerda. Estes achados podem sugerir diferenças regionais na adaptação vascular entre os escalões, relacionadas com o envelhecimento e com alterações da complacência arterial. O aumento das velocidades sistólicas nos veteranos poderá estar associado a uma maior rigidez vascular periférica decorrente da idade, fenómeno já descrito na literatura (32-34), enquanto os valores mais elevados observados nos seniores na artéria femoral profunda poderão refletir uma resposta adaptativa mais eficiente ao exercício de elevada intensidade.

A hipótese 2 previa que atletas com maior tempo de prática federada apresentassem um aumento significativo das velocidades sistólicas e diastólicas, no entanto, os resultados obtidos não confirmaram esta hipótese. Observou-se que a velocidade diastólica da artéria femoral superficial direita diminui com o aumento dos anos de prática. Esta tendência não se verifica no estudo “*Variability of Lower Limb Artery Systolic–Diastolic Velocities in Futsal Athletes and Non-Athletes: Evaluation by Arterial Doppler Ultrasound*”, onde os atletas apresentam aumento das velocidades sistólicas e diastólicas em todas as artérias dos MI avaliadas, evidenciando uma associação entre a prática desportiva e o desenvolvimento de adaptações vasculares (6). Contudo, os autores referem que estas alterações dependem sobretudo do tipo de modalidade e da intensidade do exercício. Neste sentido, os resultados obtidos sugerem que as adaptações hemodinâmicas associadas ao futebol não dependem apenas do número anos de prática federada. Fatores como intensidade competitiva, carga de treino, a posição em campo e as características individuais dos atletas poderão exercer maior influência nas

velocidades de fluxo sanguíneo do que o tempo federado na prática desportiva. Desta forma, para além do tempo acumulado de prática desportiva, procurou-se analisar se as exigências físicas específicas associadas às diferentes posições em campo influenciavam as adaptações vasculares observadas.

Os resultados obtidos permitiram confirmar a hipótese 3, evidenciando que a posição em campo influencia o comportamento das artérias dos futebolistas, observou-se que os jogadores com funções mais ofensivas obtiveram valores significativamente superiores no diâmetro arterial da artéria femoral profunda direita e nas velocidades sistólica e diastólica das artérias femorais superficiais. Estes resultados vão ao encontro do que é descrito no estudo "*Match-to-Match Variation on High-Intensity Demands in a Portuguese Professional Football Team*". Os autores verificam que os jogadores com posições mais ofensivas apresentam maiores distâncias percorridas e velocidades médias superiores em relação aos atletas com posições mais defensivas (49).

Fisiologicamente, os jogadores com posições mais ofensivas estão sujeitos a maiores exigências físicas e metabólicas, uma vez que realizam com maior frequência ações intermitentes de elevada intensidade, como sprints, acelerações, desacelerações e mudanças rápidas de direção durante o jogo (2,4,49). Durante estas ações ocorre o aumento da FC, PA, DC e do fluxo sanguíneo para os MI (5,7,29). Segundo a literatura, o aumento do fluxo sanguíneo estimula a libertação de substâncias vasoativas, nomeadamente o NO pelas células endoteliais, favorecendo processos de vasodilatação e adaptação vascular (8,9). O estudo "Vascular Adaptation to Exercise in Humans: Role of Hemodynamic Stimuli", descreve que o aumento do fluxo sanguíneo constitui um dos principais mecanismos responsáveis pelo remodelamento arterial induzido pelo exercício (50). Assim, a exposição a estes estímulos durante o treino e competição promove adaptações funcionais que poderão evoluir para alterações estruturais da parede vascular, conduzindo a processos de remodelamento arterial (5,6).

Neste contexto, os maiores diâmetros observados na artéria femoral profunda direita poderão refletir uma adaptação às exigências impostas pelos movimentos de potência, aceleração e remate, uma vez que esta artéria irriga a musculatura da coxa envolvida nestas ações (41,42). A literatura descreve que este remodelamento vascular envolve aumento do diâmetro arterial e alterações estruturais da parede do vaso (10,11). No entanto, os resultados evidenciaram uma exceção à tendência global observada, verificando-se valores superiores do diâmetro arterial da artéria femoral superficial esquerda nos jogadores defensivos. Apesar deste achado divergir parcialmente do esperado, a tendência geral do estudo parece acompanhar o que é descrito na literatura relativamente às maiores exigências físicas e metabólicas associadas às posições mais ofensivas no futebol. Para além da posição em campo, outro fator que poderá influenciar as adaptações no futebol é o membro dominante, uma vez que este desempenha um papel mais ativo durante o jogo.

A hipótese 4 foi confirmada, sugerindo que a utilização do membro dominante influencia os parâmetros hemodinâmicos e anatómicos avaliados em todos os escalões competitivos. Fisiologicamente, o membro dominante é utilizado com maior frequência durante a prática de futebol, estando sujeito a maior stress mecânico e hemodinâmico devido à repetição de gestos técnicos, como o remate, passes e a condução e o drible com a bola, por outro lado, o membro não dominante desempenha funções de suporte, equilíbrio e estabilização da postura corporal durante a execução motora (51).

Nos juniores verificaram-se diferenças estatisticamente significativas nas velocidades sistólica e diastólica da artéria femoral superficial, enquanto nos séniores estas alterações passaram também a envolver a velocidade diastólica e o índice de resistência da artéria femoral. Nos veteranos, as diferenças envolveram parâmetros hemodinâmicos e estruturais, verificando-se alterações das velocidades sistólica e diastólica na artéria poplítea, da velocidade sistólica da artéria femoral comum e do diâmetro da artéria femoral profunda. Estes resultados poderão refletir adaptações vasculares distintas relacionadas com as exigências biomecânicas específicas de cada escalão competitivo, uma vez que os escalões competitivos estão sujeitos a diferentes níveis de intensidade competitiva, exigência física e carga de treino, fatores que poderão influenciar o comportamento vascular observado.

A hipótese 5 não foi confirmada em todos os escalões, uma vez que os atletas do escalão sénior não apresentaram valores superiores de diâmetro arterial de forma bilateral em todos os segmentos avaliados. Ainda assim, observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes escalões competitivos ao nível da artéria poplítea esquerda, artéria femoral comum bilateral, artéria femoral profunda esquerda e artéria femoral superficial direita, sugerindo que fatores como o treino e como o envelhecimento poderão influenciar a estrutura arterial dos MI.

Na comparação entre séniores e juniores, verificou-se uma diferença significativa apenas no diâmetro da artéria femoral profunda esquerda, com valores superiores nos séniores. Estes resultados poderão refletir adaptações estruturais associadas à prática regular de exercício físico e à maior maturação fisiológica dos atletas. A literatura descreve que a exposição prolongada ao exercício físico promove processos de remodelamento arterial induzidos pelo aumento do fluxo sanguíneo e do stress hemodinâmico sobre a parede arterial, contribuindo para adaptações estruturais e funcionais que melhoram a circulação sanguínea (5,6,50). Neste contexto, o aumento do diâmetro da artéria femoral profunda poderá representar uma adaptação funcional destinada a facilitar o fluxo sanguíneo à musculatura profunda da coxa, frequentemente recrutada durante movimentos de potência, sprints e remates característicos do futebol (41,42).

Contudo, quando comparados com os veteranos, os séniores deixaram de apresentar os maiores diâmetros arteriais na maioria dos segmentos avaliados. Os

futebolistas veteranos apresentaram valores superiores em grande parte das artérias estudadas. Os resultados obtidos vão ao encontro do que é descrito nos estudos “*Vascular Health in the Ageing Athlete*” e “*Vascular Aging and Arterial Stiffness*”, que referem que o envelhecimento está associado a alterações estruturais da parede arterial, nomeadamente fragmentação das fibras de elastina, aumento da deposição de colagénio e redução progressiva da elasticidade vascular (12,33,34). Segundo estes autores, o aumento progressivo da rigidez arterial favorece os mecanismos compensatórios de remodelação vascular, conduzindo à dilatação gradual do lúmen arterial numa tentativa de manter o fluxo sanguíneo apesar da menor complacência dos vasos (32,34). Desta forma, os maiores diâmetros arteriais observados nos veteranos poderão não refletir exclusivamente adaptações induzidas pelo treino, mas também alterações estruturais associadas ao envelhecimento arterial. Em conjunto, os resultados sugerem que as adaptações arteriais observadas nos futebolistas resultam da interação entre os efeitos do treino crónico e os processos fisiológicos associados ao envelhecimento vascular.

Apesar dos resultados obtidos, algumas limitações devem ser consideradas. A dimensão da amostra poderá limitar a generalização dos resultados para outras populações de futebolistas, desta forma, futuros estudos com amostras de maior dimensão poderão permitir uma análise mais aprofundada das adaptações anatómicas e hemodinâmicas observadas nos MI destes atletas. Por outro lado, a escassez de literatura sobre adaptações arteriais periféricas avaliadas por ecoDoppler em futebolistas dificultou a comparação dos resultados obtidos, o que reforça a necessidade de desenvolver novos estudos nesta área.

Conclusão

Os resultados deste estudo demonstram que houve diferenças significativas a nível anatómico e hemodinâmico entre os diferentes escalões competitivos, nomeadamente nos velocidades sistólicas e índices de resistência arterial em escalões mais velhos, sugerindo que o envelhecimento arterial pode contribuir para essas adaptações. Além disso conclui-se que o escalão competitivo, a posição em campo e o membro dominante, influenciam diretamente os parâmetros vasculares dos MI dos futebolistas de diferentes escalões.

Referências Bibliográficas

1. Kunz M. Big count FIFA . FIFA magazine. 2007. Available from: https://rtmag.co.il/images/FIFA_BIG_COUNT.pdf
2. Stølen T, Chamari K, Castagna C, et al. Physiology of soccer. In: Reilly T, editor. Science and Soccer. London: Routledge; 2009. p. 501–36. Available from: <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004> DOI: 10.2165/00007256-200535060-00004
3. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. J Sports Sci. 2003 Jul;21(7):519–28. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0264041031000071182> DOI:10.1080/0264041031000071182
4. Sheykhlovand M, Gharaat M. Optimal homeostatic stress to maximize the homogeneity of adaptations to interval interventions in soccer players. Front Physiol. 2024 Apr 9; 15. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2024.00015/full> DOI: 10.3389/fphys.2024.1377552
5. Mateus S, Paulo R, Coelho P, et al. Evaluation of lower limb arteriovenous diameters in indoor soccer athletes: arterial Doppler ultrasound study. Front Physiol. 2021 Jun 30; 12:687613. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34262477/> DOI: 10.3389/fphys.2021.687613
6. Duarte-Mendes P, Paulo R, Coelho P, et al. Variability of lower limb artery systolic-diastolic velocities in futsal athletes and non-athletes: evaluation by arterial doppler ultrasound. Int J Environ Res Public Health. 2020 Jan 2;17(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31963123/> DOI: 10.3390/ijerph17020570
7. Duncker DJ, Bache RJ. Regulation of coronary blood flow during exercise. Physiol Rev. 2008 Jul;88(3):1009–86. Available from: <https://doi.org/10.1152/physrev.00045.2006> DOI: 10.1152/physrev.00045.2006
8. Prati C, Demougeot C, Guillot X, et al. Endothelial dysfunction in joint disease. Joint Bone Spine. 2014;81(5):386–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24565889/>
9. Pereira AC, Paulo M, Araújo AV, et al. Nitric oxide synthesis and biological functions of nitric oxide released from ruthenium compounds. Braz J Med Biol Res. 2011;44(9):947–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21755266/> DOI: 10.1590/s0100-879x2011007500084
10. Thijssen DHJ, Carter SE, Green DJ. Arterial structure and function in vascular ageing: are you as old as your arteries? J Physiol. 2015 Jul 27;594(8):2275–84. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4933112/> DOI:10.1113/JP270597
11. Oliveira AC, Cunha PMGM, Vitorino PVO, et al. Envelhecimento vascular e rigidez arterial. ABC Cardiol. 2021;117(3):e20210708. Available from: <https://abccardiol.org/article/envelhecimento-vascular-e-rigidez-arterial-2/> DOI: 10.36660/abc.20210708
12. Direção-Geral da Saúde (DGS). Eco-Doppler arterial dos membros inferiores: indicações clínicas e metodologia de execução. Lisboa: Direção-Geral da Saúde; 2019. Available from: https://normas.dgs.min-saude.pt/wp-content/uploads/2019/09/eco-doppler-arterial-dos-membros-inferiores_indicacoes-clinicas-e-metodologia-de-execucao.pdf
13. Kim YJ, Lee YJ, Lee S, et al. Diagnostic performance of color Doppler ultrasonography in the evaluation of peripheral arterial disease. Ultrasonography. 2017;36(4):323–31. Available from: <https://www.e-ultrasonography.org/journal/view.php?doi=10.14366/usg.1605> DOI: 10.14366/usg.16054
14. Nzeh DA, Allan PL, McBride K, et al. Comparison of colour Doppler ultrasound and digital subtraction angiography in the diagnosis of lower limb arterial disease. Afr J Med Med Sci . 1998; 27:177–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10497643/>

15. Barjaste A, Mirzaei B. The periodization of resistance training in soccer players: changes in maximal strength, lower extremity power, body composition and muscle volume. *J Sports Med Phys Fitness* . 2018; 58(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28229570/> DOI: 10.23736/S0022-4707.17.07129-8
16. Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, et al. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *Eur J Appl Physiol* . 2004 May 1; 91(5–6):555–62. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-003-0995-z> DOI: 10.1007/s00421-003-0995-z
17. Larsen MN, Madsen M, Nielsen CM, et al. Cardiovascular adaptations after 10 months of daily 12-min bouts of intense school-based physical training for 8–10-year-old children. *Prog Cardiovasc Dis* . 2020 Nov ; 63(6):813–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32497586/> DOI: 10.1016/j.pcad.2020.05.011
18. Nogueira M, Laiginhas R, Ramos J, et al. Injuries in Portuguese amateur youth football players: a six-month prospective descriptive study. *Acta Med Port* . 2017 Dec 29 [cited 2025 Jan 19];30(12):840–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29364796/> DOI: 10.20344/amp.8835
19. Raya-González J, Suárez-Arrones L, Navandar A, et al. E. Injury profile of elite male young soccer players in a Spanish professional soccer club: A prospective study during 4 consecutive seasons. *J Sport Rehabil*. 2020 Aug 1;29(6):801–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31628270/> DOI: 10.1123/jsr.2019-0113
20. Dawson EA, Green DJ, Cable NT, et al. Effects of acute exercise on flow-mediated dilatation in healthy humans. *J Appl Physiol*. 2013 Dec 1;115(11):1589–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24030665/> DOI: 10.1152/japplphysiol.00450.2013
21. Padilla J, Simmons GH, Bender SB, et al. Vascular effects of exercise: endothelial adaptations beyond active muscle beds. *Physiology (Bethesda)*. 2011 Jun;26(3):132–45. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physiol.00052.2010> DOI: 10.1152/physiol.00052.2010
22. Neves AJGA. O fenómeno do futebol em Portugal: estudo de caso concelho da Guarda [master's thesis on the Internet]. Covilhã (Portugal): Universidade da Beira Interior, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas; 2013. Available from : <http://hdl.handle.net/10400.6/3512>
23. Vicol SI, Teodorescu S, Dumitru N. Evolution of the game of football in terms of rules and formations of play. 2024 Oct. Available from: https://doi.org/10.62229/UaVii_4_24-16
24. FPF. História do futebol em Portugal: uma viagem pelas lendas e conquistas. Lisboa: Federação Portuguesa de Futebol; 2022 Apr 19. Available from: <https://portugalstore.fpf.pt/pt/editorial/historia-do-futebol-em-portugal-portugal-store-fpf>
25. Modric T, Versic S, Chmura P, et al. Match running performance in UEFA Champions League: is there a worthwhile association with team achievement? *Biology (Basel)*. 2022 Jun 1; 11(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35741388/> DOI: 10.3390/biology11060867
26. Bush M, Barnes C, Archer DT, et al. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*. 2015; 39:1–11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.003> DOI: 10.1016/j.humov.2014.10.003
27. Armstrong N, Barker AR. Treinamento de resistência e jovens atletas de elite. *Med Sport Sci*. 2011;56:59–83. [cited 2023 Nov 28]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21178367/> DOI: 10.1159/000320633
28. Niebauer J, Cooke JP. Efeitos cardiovasculares do exercício: papel da tensão de cisalhamento endotelial. *J Am Coll Cardiol*. 1996 Dez;28(7):1652–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8962548/> DOI: 10.1016/S0735-1097(96)00393-2

29. Neves JA, Neves JA, Oliveira R de CM. Biomarcadores de função endotelial em doenças cardiovasculares: hipertensão. *J Vasc Bras*. 2016 Oct 24;15(3):224–33. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5829760/>
30. Thijssen DHJ, Dawson EA, Black MA, et al. Heterogeneity in conduit artery function in humans: impact of arterial size. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2008 Nov;295(5):H1927–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18775852/> DOI: 10.1152/ajpheart.00405.2008
31. Blacher J, Safar ME. Large-artery stiffness, hypertension and cardiovascular risk in older patients. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2005 Sep;2(9):450–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16265585/> DOI: 10.1038/ncpcardio0307
32. Elsing RN. Rigidez arterial como preditor do envelhecimento cardiovascular. *Rev DELOS*. 2025 Dec;18(75):1-14. Available from: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n75-149> DOI: 10.55905/rdelosv18.n75-149
33. Oliveira AC, Cunha PMGM, Vitorino PVO, et al. Vascular aging and arterial stiffness. *Arq Bras Cardiol*. 2022 Oct;119(4):604–15. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9563886/> DOI: 10.36660/abc.20210708
34. DeVan AE, Seals DR. Vascular health in the ageing athlete. *Exp Physiol*. 2012 Mar;97(3):305–10. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3303941/> DOI: 10.1113/expphysiol.2011.058727
35. Costa JD, Valentim B, Coelho P, et al. Os efeitos agudos do consumo do tabaco na pressão arterial e frequência cardíaca em jovens adultos. *Res Phys Health Rehabil Care [Internet]*. 2023 Mar-Apr. Available from: <https://doi.org/10.58043/rphrc.74>
36. Messner B, Bernhard D. Smoking and cardiovascular disease: mechanisms of endothelial dysfunction and early atherogenesis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014 Mar 1;34(3):509-15. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/ATVBAHA.113.300156> DOI: 10.1161/ATVBAHA.113.300156
37. Ajoalabady A, Pratico D, Lin L, et al. Inflammation in atherosclerosis: pathophysiology and mechanisms. *Cell Death Dis*. 2024 Nov 11;15(11):817. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41419-024-07166-8> DOI: 10.1038/s41419-024-07166-8
38. Slapikas R, Janciauskiene K, Janciauskas G, et al. Association between lipids and arterial stiffness for primary cardiovascular prevention in a general middle-aged European population. *Front Cardiovasc Med [Internet]*. 2022 May 27 [cited 2026 Apr 23];9:899841. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/cardiovascular-medicine/articles/10.3389/fcvm.2022.899841/full> DOI: 10.3389/fcvm.2022.899841
39. Dubsky M, Veleba J, Sojakova D, et al. Endothelial Dysfunction in Diabetes Mellitus: new insights. *Int J Mol Sci [Internet]*. 2023 Jun 29 [cited 2026 Apr 23];24(13):10705. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms241310705> DOI: 10.3390/ijms241310705
40. Enciclopedia familiar de la salud. Vol. 2, Sistema cardiocirculatorio e sangue. 2.^a ed. Setúbal: Marina Editores; 2007.
41. Yadav MK, Mohammed AKM, Puramadathil V, et al. Lower extremity arteries. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2019 Oct; 9(Suppl 1):S174–82. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6732106/> DOI: 10.21037/cdt.2019.07.08
42. Bowers Z, Nasserredin A, Sinkler MA, et al. Anatomy, bony pelvis and lower limb: popliteal artery. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jul. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537125/>
43. Sensier Y, Bell PR, Londres NJ. The ability of qualitative assessment of the common femoral Doppler waveform to detect significant aorto-iliac disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*.

1998;15(3):357–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9610350/> DOI: 10.1016/s1078-5884(98)80041-5

44. Mohler ER 3rd, Bundens W, Denenberg J, et al. Progression of asymptomatic peripheral arterial disease over 1 year. *Vasc Med.* 2012;17(1):10–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22363014/> DOI: 10.1177/1358863X11431106

45. Hussain ST. Blood flow measurements in lower limb arteries using duplex ultrasound. *Ann R Coll Surg Engl.* 1997;79(5):323–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9326122/>

46. World Medical Association. Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial: princípios éticos para a investigação médica em seres humanos. Ferney-Voltaire: World Medical Association; 2013 Oct. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>

47. Oja P, Memon AR, Titze S, et al. Health benefits of different sports: a systematic review and meta-analysis of longitudinal and intervention studies including 2.6 million adult participants. *Sports Med Open* [Internet]. 2024 Apr 24 [cited 2026 May 20];10:46. Available from: <https://sportsmedopen.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-024-00692-x> DOI: 10.1186/s40798-024-00692-x

48. Safonicheva O, Zaborova V, Lazareva I, et al. Age-related study of anthropometry indicators, body composition, strength and vital capacity at Masters Athletics: how to postpone sarcopenia. *Clin Interv Aging* [Internet]. 2023 Dec 21 [cited 2026 May 21];18:2155–64. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10749483/> DOI: 10.2147/CIA.S433944

49. Teixeira JE, Branquinho L, Leal M, et al. Match-to-match variation on high-intensity demands in a Portuguese professional football team. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2024 Jul 12;9(3):120. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39051281/> DOI: 10.3390/jfmk9030120

50. Green DJ, Hopman MTE, Padilla J, et al. Vascular adaptation to exercise in humans: role of hemodynamic stimuli. *Physiol Rev.* 2017 Apr;97(2):495–528. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00014.2016> DOI: 10.1152/physrev.00014.2016

51. DeLang MD, Salamh PA, Farooq A, et al. The dominant leg is more likely to get injured in soccer players: systematic review and meta-analysis. *Biol Sport* [Internet]. 2021 [cited 2026 May 26];38(3):397–435. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8329968/> DOI: 10.5114/biolSport.2021.100265

Apêndices

Apêndice 1 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos entre os escalões juniores e veteranos através do teste de Mann-Whitney (n=50)

Variável	VM Juniores	VM Veteranos	p-value
VS Art. PD	22,27	29,83	0,103
VD Art. PD	25,06	25,98	0,823
IR Art. PD	21,50	29,83	0,043*
VS Art. PE	22,88	28,33	0,186
VD Art. PE	27,71	23,10	0,262
IR Art. PE	20,58	30,83	0,013 *
VS Art. FCD	25,33	25,69	0,930
VD Art. FCD	28,75	21,98	0,100
IR Art. FCD	20,22	29,98	0,016 *
VS Art. FCE	26,98	23,90	0,454
VD Art. FCE	25,38	25,63	0,953
IR Art. FCE	26,96	23,92	0,456
VS Art. FPD	22,46	28,79	0,125
VD Art. FPD	28,29	22,48	0,158
IR Art. FPD	20,31	31,13	0,009 *
VS Art. FPE	25,23	25,79	0,892
VD Art. FPE	27,62	23,21	0,283
IR Art. FPE	22,06	29,23	0,080
VS Art. FSD	29,25	21,44	0,058
VD Art. FSD	28,81	21,92	0,093
IR Art. FSD	23,73	27,42	0,370
VS Art. FSE	23,00	27,23	0,420
VD Art. FSE	26,13	24,81	0,748
IR Art. FSE	24,60	26,48	0,646

Legenda: VM= Valores médios; VS= Velocidade Sistólica; VD= Velocidade Diastólica; IR= Índice de Resistência ; DA= Diâmetro Arterial; APD= Artéria Poplítea Direita; APE= Artéria Poplítea Esquerda; AFCD= Artéria Femoral Comum Direita; AFCE= Artéria Femoral Comum Esquerda; AFSD= Artéria Femoral Superficial Direita; AFSE= Artéria Femoral Superficial Esquerda; AFPD= Artéria Femoral Profunda Direita; AFPE= Artéria Femoral Profunda Esquerda; * p < 0,05.

Apêndice 2 – Correlação de Spearman entre o tempo de prática federada e as velocidades de fluxo sanguíneo dos membros inferiores (n=74)

Variável	Rho de Spearman	p-value
VS Art. PD	0,172	0,143
VD Art. PD	0,051	0,669
VS Art. PE	0,061	0,605
VD Art. PE	-0,108	0,361
VS Art. FCD	-0,001	0,996
VD Art. FCD	-0,162	0,168
VS Art. FCE	-0,051	0,669
VD Art. FCE	0,029	0,803
VS Art. FPD	0,188	0,109
VD Art. FPD	-0,093	0,430
VS Art. FPE	-0,036	0,762
VD Art. FPE	-0,079	0,502
VS Art. FSD	-0,172	0,142
VD Art. FSD	-0,246	0,035*
VS Art. FSE	0,000	0,998
VD Art. FSE	-0,042	0,724

Legenda: VM= Valores médios; VS= Velocidade Sistólica; VD= Velocidade Diastólica; IR= Índice de Resistência ; DA= Diâmetro Arterial; APD= Artéria Poplítea Direita; APE= Artéria Poplítea Esquerda; AFCD= Artéria Femoral Comum Direita; AFCE= Artéria Femoral Comum Esquerda; AFSD= Artéria Femoral Superficial Direita; AFSE= Artéria Femoral Superficial Esquerda; AFPD= Artéria Femoral Profunda Direita; AFPE= Artéria Femoral Profunda Esquerda; * p < 0,05.

Apêndice 3 – Comparação dos parâmetros hemodinâmicos e estruturais entre jogadores defensivos e ofensivos através do teste de Mann–Whitney

Variável	VM Ofensivos	VM Defensivos	p-value
VS Art. PD	41,28	31,95	0,067
VD Art. PD	41,42	31,75	0,057
DA Art. PD	38,22	36,45	0,728
VS Art. PE	37,49	37,52	0,996
VD Art. PE	37,61	37,33	0,956
DA Art. PE	36,41	39,10	0,597
VS Art. FCD	39,35	34,78	0,369
VD Art. FCD	40,67	32,85	0,124
DA Art. FCD	36,75	38,60	0,716
VS Art. FCE	39,44	34,65	0,346
VD Art. FCE	39,42	34,68	0,351
DA Art. FCE	35,51	40,42	0,332
VS Art. FPD	36,22	39,38	0,534
VD Art. FPD	35,58	40,32	0,351
DA Art. FPD	43,19	29,15	0,006 *
VS Art. FPE	35,92	39,82	0,444
VD Art. FPE	38,88	35,48	0,504
DA Art. FPE	39,32	34,83	0,377
VS Art. FSD	42,70	29,87	0,012 *
VD Art. FSD	39,42	34,68	0,350
DA Art. FSD	36,23	39,37	0,537
VS Art. FSE	39,94	33,92	0,236
VD Art. FSE	43,73	28,37	0,002 *
DA Art. FSE	32,65	44,62	0,018 *

Legenda: VM= Valores médios; VD= Velocidade Diastólica; VS= Velocidade Sistólica; IR= Índice de Resistência ; DA= Diâmetro Arterial; APD= Artéria Poplítea Direita; APE= Artéria Poplítea Esquerda; AFCD= Artéria Femoral Comum Direita; AFCE= Artéria Femoral Comum Esquerda; AFSD= Artéria Femoral Superficial Direita; AFSE= Artéria Femoral Superficial Esquerda; AFPD= Artéria Femoral Profunda Direita; AFPE= Artéria Femoral Profunda Esquerda; * p < 0,05.

Apêndice 4.1 – Comparação do pé dominante e não dominante nos juniores (n=26)

Variável	VM DOM	VM NDOM	VM DOM=NDOM	P value
VS Art. P	14,17 (n=15)	11,25 (n=10)	(n=1)	0,178
VS Art. FC	12,71 (n=14)	13,36 (n=11)	(n=1)	0,677
VS Art. FS	13,29 (n=21)	14,40 (n=5)	(n=0)	0,009*
VS Art. FP	17,29 (n=14)	9,08 (n=12)	(n=0)	0,091
VD Art. P	14,80 (n=15)	10,30 (n=10)	(n=1)	0,109
VD Art. FC	12,00 (n=15)	13,33 (n=9)	(n=2)	0,391
VD Art. FS	12,97 (n=15)	8,36 (n=7)	(n=4)	0,026*
VD Art. FP	13,46 (n=14)	12,41 (n=11)	(n=1)	0,483
IR Art. P	12,33 (n=9)	11,79 (n=14)	(n=3)	0,410
IR Art. FC	15,11 (n=9)	10,93 (n=15)	(n=1)	0,688
IR Art. FS	11,33 (n=12)	10,56 (n=9)	(n=5)	0,473
IR Art. FP	11,11 (n=14)	12,19 (n=8)	(n=4)	0,344
DA Art. P	11,71 (n=12)	14,19 (n=13)	(n=1)	0,553
DA Art. FC	17,67 (n=9)	9,40 (n=15)	(n=2)	0,796
DA Art. FS	13,31 (n=13)	10,30 (n=10)	(n=3)	0,284
DA Art. FP	13,27 (n=15)	9,63 (n=8)	(n=3)	0,063

Legenda: VM= Valores médios ; DOM = Perna Dominante ;NDOM = Perna Não Dominante; VS= Velocidade Sistólica; VD= Velocidade Diastólica; IR= Índice de Resistência; DA= Diâmetro Arterial; AP= Artéria Poplítea; AFC= Artéria Femoral Comum; AFS= Artéria Femoral Superficial; AFP= Artéria Femoral Profunda; * p < 0,05.

Apêndice 4.2 – Comparação do pé dominante e não dominante nos seniores, através do Teste de Wilcoxon (n=24)

Variável	VM DOM	VM NDOM	VM DOM=NDOM	P value
VS Art. P	11,81 (n=16)	13,88 (n=8)	(n=0)	0,265
VS Art. FC	15,44 (n=9)	10,73 (n=15)	(n=0)	0,753
VS Art. FS	13,06 (n=17)	11,14 (n=7)	(n=0)	0,040*
VS Art. FP	14,00 (n=10)	11,43 (n=14)	(n=0)	0,775
VD Art. P	12,86 (n=14)	10,67 (n=9)	(n=1)	0,200
VD Art. FC	9,92 (n=6)	13,36 (n=18)	(n=0)	0,010*
VD Art. FS	12,73 (n=11)	11,33 (n=12)	(n=1)	0,951
VD Art. FP	10,71 (n=14)	14,00 (n=9)	(n=1)	0,714
IR Art. P	12,09 (n=11)	11,92 (n=12)	(n=1)	0,879
IR Art. FC	13,87 (n=15)	6,43 (n=7)	(n=2)	0,008*
IR Art. FS	10,54 (n=14)	11,93 (n=7)	(n=3)	0,265
IR Art. FP	11,25 (n=10)	11,71 (n=12)	(n=2)	0,648
DA Art. P	13,00 (n=11)	11,08 (n=12)	(n=1)	0,879
DA Art. FC	11,64 (n=14)	12,56 (n=9)	(n=1)	0,446
DA Art. FS	12,63 (n=8)	10,00 (n=13)	(n=3)	0,613
DA Art. FP	13,33 (n=9)	9,25 (n=12)	(n=3)	0,875

Legenda: VM= Valores médios ; DOM = Perna Dominante ;NDOM = Perna Não Dominante; VS= Velocidade Sistólica; VD= Velocidade Diastólica; IR= Índice de Resistência; DA= Diâmetro Arterial; AP= Artéria Poplítea; AFC= Artéria Femoral Comum; AFS= Artéria Femoral Superficial; AFP= Artéria Femoral Profunda; * p < 0,05.

Apêndice 4.3 – Comparação do pé dominante e não dominante nos veteranos, através do Teste de Wilcoxon (n=24)

Variável	VM DOM	VM NDOM	VM DOM=NDOM	P value
VS Art. P	16,36 (n=14)	7,10 (n=10)	(n=0)	0,024*
VS Art. FC	14,93 (n=15)	8,44 (n=9)	(n=0)	0,034*
VS Art. FS	14,00 (n=13)	7,89 (n=9)	(n=2)	0,071
VS Art. FP	17,40 (n=10)	9,00 (n=14)	(n=0)	0,493
VD Art. P	10,88 (n=16)	9,00 (n=4)	(n=4)	0,010*
VD Art. FC	13,88 (n=8)	11,00 (n=15)	(n=1)	0,411
VD Art. FS	12,17 (n=9)	9,14 (n=11)	(n=4)	0,866
VD Art. FP	8,45 (n=10)	11,72 (n=9)	(n=5)	0,672
IR Art. P	13,22 (n=9)	11,21 (n=14)	(n=1)	0,562
IR Art. FC	11,39 (n=19)	16,70 (n=5)	(n=0)	0,055
IR Art. FS	10,40 (n=15)	13,86 (n=7)	(n=2)	0,336
IR Art. FP	10,56 (n=16)	14,00 (n=6)	(n=2)	0,167
DA Art. P	10,89 (n=9)	11,92 (n=13)	(n=2)	0,353
DA Art. FC	13,79 (n=12)	8,75 (n=10)	(n=2)	0,203
DA Art. FS	16,50 (n=13)	7,77 (n=11)	(n=0)	0,065
DA Art. FP	15,64 (n=14)	6,33 (n=9)	(n=1)	0,014*

Legenda: VM= Valores médios ; DOM = Perna Dominante ;NDOM = Perna Não Dominante; VS= Velocidade Sistólica; VD= Velocidade Diastólica; IR= Índice de Resistência; DA= Diâmetro Arterial; AP= Artéria Poplítea; AFC= Artéria Femoral Comum; AFS= Artéria Femoral Superficial; AFP= Artéria Femoral Profunda; * p < 0,05.

Apêndice 5.1 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões competitivos através do teste de Kruskal–Wallis (n = 74)

Variável	VM Júniores	VM Seniores	VM Veteranos	p-value
DA Art. PD	30,58	37,73	44,77	0,065
DA Art. PE	30,06	29,90	53,17	0,001*
DA Art. FCD	28,44	34,31	50,50	0,001*
DA Art. FCE	30,79	36,04	46,23	0,035*
DA Art. FPD	38,48	32,90	41,04	0,404
DA Art. FPE	28,38	39,06	45,81	0,015*
DA Art. FSD	30,40	35,19	47,50	0,015*
DA Art. FSE	32,44	37,08	43,40	0,194

Legenda: VM= Valores médios; DA= Diâmetro Arterial; Art= Artéria; PD= Poplítea Direita; PE= Poplítea Esquerda; FCD= Femoral Comum Direita; FCE= Femoral Comum Esquerda; FSD= Femoral Superficial Direita; FSE= Femoral Superficial Esquerda; FPD= Femoral Profunda Direita; FPE= Femoral Profunda Esquerda; * p < 0,05.

Apêndice 5.2 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e júnior , através teste de Mann–Whitney (n=24)

Variável	PM Séniores	PM Júniores	p-value
DA Art. PD	28,25	22,96	0,199
DA Art. PE	25,46	25,54	0,984
DA Art .FCD	27,92	23,27	0,259
DA Art. FCE	27,38	23,77	0,381
DA Art. FPD	23,52	27,33	0,355
DA Art. FPE	29,79	21,54	0,045*
DA Art. FSD	27,10	24,02	0,453
DA Art. FSE	27,19	23,94	0,429

Legenda: VM= Valores médios; DA= Diâmetro Arterial; Art= Artéria; PD= Poplítea Direita; PE= Poplítea Esquerda; FCD= Femoral Comum Direita; FCE= Femoral Comum Esquerda; FSD= Femoral Superficial Direita; FSE= Femoral Superficial Esquerda; FPD= Femoral Profunda Direita; FPE= Femoral Profunda Esquerda; * p < 0,05.

Apêndice 5.3 – Comparação dos diâmetros arteriais entre os escalões sénior e júnior , através teste de Mann–Whitney (n=24)

Variável	PM Séniores	PM Veteranos	p-value
DA Art. PD	21,98	27,02	0,211
DA Art. PE	16,94	32,06	<0,001*
DA Art .FCD	18,90	30,10	0,005*
DA Art. FCE	21,17	27,83	0,094
DA Art. FPD	21,88	27,13	0,193
DA Art. FPE	21,77	27,23	0,175
DA Art. FSD	20,58	28,42	0,052
DA Art. FSE	22,40	26,60	0,296

Legenda: VM= Valores médios; DA= Diâmetro Arterial; Art= Artéria; PD= Poplítea Direita; PE= Poplítea Esquerda; FCD= Femoral Comum Direita; FCE= Femoral Comum Esquerda; FSD= Femoral Superficial Direita; FSE= Femoral Superficial Esquerda; FPD= Femoral Profunda Direita; FPE= Femoral Profunda Esquerda; * p < 0,05.

Apêndice 6 – Consentimento Informado



CONSENTIMENTO INFORMADO ESCLARECIDO E LIVRE PARA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Este documento, designado Consentimento Informado Esclarecido e Livre, dado por escrito, contém informação importante em relação ao estudo para o qual foi abordado/a, bem como o que expectável acontecer, se decidir participar no mesmo. Leia atentamente toda a informação aqui contida. Deve sentir-se inteiramente livre para colocar qualquer questão, assim como para discutir com terceiros (amigos, familiares) a decisão da sua participação neste estudo.

Título: Avaliar as diferenças vasculares dos membros inferiores em futebolistas de diferentes escalões por ecoDoppler

Jovem Investigador: Bernardo José Gomes da Silva

Orientador: Sónia Matilde Fonseca Mateus

Local do estudo: Laboratório 18 de ultrassonografia da Escola Superior Dr. Lopes Dias

O futebol é um desporto exigente, que coloca à prova o corpo e o sistema cardiovascular, sobretudo ao nível dos membros inferiores. A prática regular desta modalidade, provoca adaptações no sistema vascular específicas, as quais podem ser avaliadas de forma não invasiva. Este estudo tem como objetivo compreender como essas alterações ocorrem, em futebolistas de diferentes escalões competitivos, através do ecoDoppler, que permite medir parâmetros anatómicos e hemodinâmicos das artérias, como diâmetro arterial, velocidades de fluxo sanguíneo e índices de resistência, sem a necessidade de radiação e é seguro e inócuo para os participantes.

A participação do sujeito no estudo terá a duração aproximadamente de 30 minutos e incluirá a realização de um exame de ecoDoppler. Para tal, o participante deverá deslocar-se à Escola Superior Dr. Lopes Dias (ESALD), numa data e hora combinadas com a equipa técnica, de forma a coincidir, sempre que possível, com os horários habituais de treino, mas, poderá ser coordenada com o apoio do clube Benfica de Castelo Branco, se for necessário.

Durante o exame, será utilizado o ecógrafo Philips HD7, equipado com um transdutor linear de 7 a 12 MHz. Para a aquisição dos dados, o participante permanecerá em posição de decúbito dorsal, após um período de repouso de 20 minutos em condições controladas, para garantir a maior precisão possível dos resultados. Além do exame, será recolhida informação qualitativa através de uma breve conversa com o participante, durante a qual serão feitas algumas perguntas oralmente, de forma, compreender melhor o contexto de treino de cada atleta, assim como as suas experiências individuais, proporcionando uma visão mais completa e personalizada sobre o seu percurso e as suas vivências no desporto.

A participação é completamente voluntária, não envolve qualquer custo ou pagamento. O sujeito poderá recusar participar e poderá desistir a qualquer momento, mesmo após a assinatura deste documento, sem que isso tenha qualquer consequência. A participação contribuirá para o avanço do conhecimento científico na área da fisiologia vascular em atletas. Caso sejam detetadas alterações relevantes durante o exame, estas serão comunicadas ao participante, que será aconselhado a procurar avaliação médica especializada.

O procedimento é seguro, não invasivo, indolor e sem riscos significativos associados. Os dados recolhidos serão tratados de forma anónima e confidencial, sendo armazenados em segurança por um período de cinco anos, conforme exigido por lei, e eliminados após esse prazo. O anonimato será garantido por meio de um sistema de codificação alfanumérica, em conformidade com a Declaração de Helsínquia e as normas legais vigentes sobre proteção de dados.

Os resultados do estudo servirão exclusivamente para fins académicos e científicos, podendo ser apresentados em eventos, publicações científicas ou relatórios. Nenhuma informação que possa identificar os participantes será divulgada. Caso tenha interesse, o participante poderá pedir

Mod.IPCB.CE.05.02



informações sobre os resultados do estudo.

Para quaisquer dúvidas ou questões relacionadas com a participação, o sujeito poderá contactar o investigador principal, Bernardo José Gomes da Silva, pelo email [bernassilva69@gmail.com], ou a orientadora científica, Professora Doutora Sónia Matilde Fonseca Mateus, pelo email [soniamateus79@mail.com]. O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Castelo Branco, assegurando que todos os procedimentos seguem os princípios éticos e legais aplicáveis.

ASSINATURA DO CONSENTIMENTO INFORMADO ESCLARECIDO E LIVRE PARA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Li (ou alguém leu para mim) o consentimento informado esclarecido e livre para investigação científica e estou consciente do que esperar quanto à minha participação no projeto ou estudo (NOME DO ESTUDO). Tive a oportunidade de colocar todas as questões e as respostas esclareceram todas as minhas dúvidas. Assim, aceito voluntariamente participar neste estudo. Foi-me dada uma cópia deste documento.

_____ Nome do participante	_____ Assinatura do participante
____/____/____ Data	

_____ Nome do representante legal do participante (se aplicável)	_____ Assinatura do representante legal do participante
---	---

_____ Grau de relação com o participante	
____/____/____ Data	

Investigador/Equipa de Investigação

Os aspetos mais importantes deste estudo foram explicados ao participante ou ao seu representante, antes de solicitar a sua assinatura. Uma cópia deste documento ser-lhe-á fornecida.

Bernardo José Gomes da Silva (964278097)

_____ Nome e contacto da pessoa que obtém o consentimento	_____ Assinatura da pessoa que obtém o consentimento
---	--

____/____/____	Data
----------------	-------------

Anexos

Anexo 1 – Parecer da Comissão de ética



PARECER N.º 223/CE-IPCB/2025

PARECER

Título do projeto:	Avaliar as diferenças vasculares dos membros inferiores em futebolistas de diferentes escalões por ecoDoppler
Área científica:	Fisiologia Clínica
Investigador principal	Bernardo José Gomes da Silva
Equipe de investigação	-
Orientador	Sónia Matilde Fonseca Mateus
Local do estudo	Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias
Tipo de estudo	Clinico sem intervenção
Submissão completa	18/02/2025
Reunião e/ou reuniões de avaliação	N.º 4, 09/04/2025 N.º 5, 14/05/2025
Relatores	- Eduardo Sabina dos Santos Valente - Marta Filipa Geraldês Falcão

RELATÓRIO

Elaborado nos termos do nº 7 do artigo 11º do [Reg.IPCB.CE.01.02 – Regulamento da Comissão de Ética do IPCB](#).

No decorrer da avaliação deste projeto, foram solicitados esclarecimentos à investigadora responsável, de modo a garantir a conformidade com os requisitos éticos exigidos. As respostas foram fornecidas atempadamente e de forma completa, o que contribuiu para uma análise mais detalhada e precisa do estudo. Dessa forma, consideramos que todos os aspetos relevantes foram devidamente esclarecidos, permitindo a emissão de um parecer positivo.

DELIBERAÇÃO

Parecer: Positivo*

* Assim que o projeto esteja concluído, o investigador deverá enviar o estudo final para arquivo na pasta do projeto existente nesta Comissão.



PARECER N.º 223/CE-IPCB/2025

Data de deliberação em reunião n.º 5: Castelo Branco, 14 de maio de 2025

Membros presentes: Alexandre José Marques Pereira, António Júlio Apóstolo Pereira Coutinho (online), Armandina Maria Abrantes de Loureiro, Carlos Costa Gomes, Eduardo Sabina dos Santos Valente, Isabel Maria de Sousa Lourenço, Maria João da Silva Guardado Moreira, Maria Luísa Faria de Sousa Cerqueira Correia Castilho, Maria Teresa Pita Pegado Gonçalves Rodrigues Coelho, Sara Margarida Araújo Ferreira (online).

Relator

Assinado por: **Eduardo Sabina dos Santos Valente**
Num. de identificação: 11056003
Data: 2025.05.29 10:53:45+01'00'

Relator

Assinado por: **Marta Filipa Gonçalves Falcão**
Num. de identificação: 12176798
Data: 2025.06.07 10:30:05+01'00'

Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **ISABEL MARIA DE SOUSA LOURENÇO**
Num. de identificação: 04242187
Data: 2025.06.09 17:22:03+01'00'

Anexo 2 – Pedido de Autorização institucional



Autorizado

Assinado por: RUTE SOFIA DOS SANTOS
CRISÓSTOMO
Num. de identificação: 11266747
Data: 2025.04.11 15:53:34 +0100
Certificado por: Diário da República
Atributos certificados: Diretora - Escola Superior de
Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de
Castelo Branco

PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

PROJETO OU ESTUDO DE INVESTIGAÇÃO

Título:

Avaliar as diferenças vasculares dos membros inferiores em futebolistas de diferentes escalões por ecoDoppler

Exma. Senhora Diretora da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias,
Professora Doutora Rute Crisóstomo

Bernardo José Gomes da Silva, na qualidade de investigador, vem por este meio solicitar a autorização para realizar no Laboratório 18 de ultrassonografia o Estudo de Investigação acima mencionado, de acordo com o programa de trabalhos e os meios apresentados.

Assinatura

Assinado por: Bernardo José Gomes da Silva
Num. de identificação: 31218300
Data: 2025.04.09 16:35:28 +0100

Data

