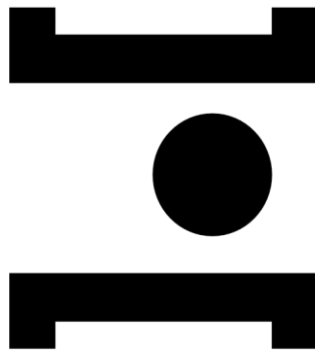


**INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM**  
**Escola Superior de Desporto de Rio Maior**



**POLITÉCNICO  
DE SANTARÉM**

**“ANÁLISE COMPARATIVA DA FORÇA DE IMPACTO DE  
REAÇÃO E A VELOCIDADE DE REAÇÃO ENTRE PERNA  
DOMINANTE E NÃO DOMINANTE DURANTE O PONTAPÉ  
CIRCULAR”**

**Dissertação**

**Mestrado em Treino Desportivo**

**Melissa Cristina da Luz Nascimento**

**Orientadores: Professor Doutor João Paulo Moreira de Brito**

**Professor Doutor Fernando Paulo Sebastião Rocha**

Novembro 2025

**Dedico este trabalho à minha família, aos meus amigos e aos mestres que me inspiraram e orientaram no caminho das artes marciais.**

## Agradecimentos

À minha família, pelo apoio, incentivo e carinho constante, fundamentais para a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos, por me acompanharem nesta jornada com palavras de incentivo e a energia que só a amizade verdadeira consegue dar.

Aos meus colegas de trabalho, Teresa, Beatriz e Luís, pela ajuda e disponibilidade de facilitar os meus dias de trabalho, para ser possível a realização dos testes e a elaboração da dissertação.

A todas as equipas que disponibilizaram tanto o seu tempo como os seus atletas para a recolha dos dados para a elaboração do estudo em questão.

Aos meus mestres das artes marciais, que não me ensinaram apenas golpes e técnicas, mas também disciplina, respeito, resiliência e coragem, valores que ultrapassam o tatami e transformam a vida.

Aos meus orientadores, pelo conhecimento, pela paciência infinita e pelo constante incentivo, ajudando-me a transformar ideias em resultados concretos e a acreditar no meu potencial académico.

À Universidade da Beira Interior, em particular ao Departamento de Desporto, ao Professor Doutor Aldo Costa, pela cedência dos equipamentos de avaliação, sem os quais não teria sido possível a realização deste estudo. A todos que colaboraram na recolha de dados e na realização deste trabalho, o meu profundo reconhecimento — o vosso apoio foi essencial para que cada etapa se tornasse possível.

Ao meu namorado, Lucas, que esteve ao meu lado em cada desafio, com paciência, carinho e aquele olhar que dizia “tu consegues”, mesmo quando eu própria duvidava.

Por fim e, com uma leitura que pretende ser inspiradora, tendo por referência todas as dificuldades e obstáculos ultrapassados, faço um autorreconhecimento e valorização pelo esforço, resiliência e dedicação durante a elaboração do trabalho. É uma forma de dizer “eu consegui, e isso é fruto do meu empenho”.

A todos vocês, obrigado.

## Índice

ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES .....	VI
ÍNDICE DE TABELAS .....	VI
ACRÓNIMOS/SIGLAS .....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT .....	X
INTRODUÇÃO.....	9
PROBLEMA .....	13
OBJETIVO DO ESTUDO .....	14
HIPÓTESES.....	14
METODOLOGIA .....	14
DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	14
CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	15
DESENHO EXPERIMENTAL .....	16
TIPO DE ESTUDO .....	16
TAREFAS, PROCEDIMENTOS E PROTOCOLOS:.....	16
MATERIAIS A UTILIZAR: .....	17
TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	19
RESULTADOS.....	20
ANÁLISE DE CLUSTERS.....	23
RELAÇÃO ENTRE CLUSTERS E VARIÁVEIS DE DESEMPENHO.....	24
SEGMENTAÇÃO ETÁRIA .....	25
DISCUSSÃO .....	26
DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS .....	26
ASSIMETRIA FUNCIONAL ENTRE MEMBROS .....	26
ANÁLISE NEUROMUSCULAR E BIOMECÂNICA .....	27
IMPLICAÇÕES PARA O TREINO.....	29

LIMITAÇÕES E DIREÇÕES FUTURAS.....	30
CONCLUSÕES.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32
ANEXOS.....	36

## Índice de Figuras

Figura 1-- Cintas com mordedor para ficar o plastron ao saco .....	18
Figura 2-- Software Optojump .....	18
Figura 3-- Plastron MegaStrike.....	18
Figura 4-Número de casos por cluster (n=49).....	23
Figura 5-Centros finais (Z-score) para a variável Idade por cluster. ....	24

## Índice de Ilustrações

Ilustração 1- Fases do pontapé circular (Middle Kick) .....	12
---	----

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Caracterização da Amostra.....	15
Tabela 2- Dados descritivos [média± dp (min-max)] e comparação entre o género feminino (n=24) e masculino (n=25).....	20
Tabela 3- Comparação da potência e da velocidade de reação do pontapé circular na perna dominante e não dominante no género feminino (n=24) .....	21
Tabela 4- Comparação da potência e da velocidade de reação do pontapé circular na perna dominante e não dominante no género masculino (n=25).....	22

## **Acrónimos/Siglas**

FI, força de impacto

Middle, pontapé circular médio

Ms, milisegundos

PD, perna dominante

PND, perna não dominante

S, segundos

VR, velocidade de reação

W, watts

## Resumo

Título: "Análise comparativa da força de impacto e velocidade de reação entre perna dominante e não dominante durante o pontapé circular"

**Autores:** Melissa Nascimento

O kickboxing é um desporto de combate e uma arte marcial que combina vários elementos do boxe com diversas técnicas de pernas. Esta modalidade teve origem nos Estados Unidos da América, no início dos anos 70, designado inicialmente por Full-contact; a primeira instituição a promover a modalidade foi a PKA Professional Karate Association. Nos finais dos anos 80, a modalidade passou a designar-se de Kickboxing." Nesta arte marcial são utilizadas as técnicas de braços e de pernas, sendo ambas importantes e utilizadas de igual forma para a sua prática, o que a distingue do boxe tradicional, que se concentra apenas nas técnicas de braços, e de outras modalidades, como o taekwondo, que realizam predominantemente golpes de pernas e braços com partes específicas do corpo.

O presente estudo tem como objetivo a análise das diferenças na força de impacto e na velocidade de reação no gesto técnico pontapé circular médio na perna dominante, comparando com a perna não dominante.

Para este estudo, participaram 49 atletas com idades compreendidas entre os 12 e os 55 anos, de ginásios da zona centro do país, com mais de um ano de experiência no kickboxing.

Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre géneros em variáveis antropométricas (peso e altura) e em indicadores de potência e tempos de voo, enquanto idade, anos de prática e algumas medidas de reação não apresentaram diferenças relevantes. Tanto no género feminino como no masculino, as diferenças mais marcantes entre a perna dominante e a não dominante verificaram-se apenas na potência média (ao sinal e sem sinal), não se registando diferenças significativas nas restantes variáveis relacionadas com tempo de voo e reação.

A análise de clusters com base na idade resultou em quatro grupos distintos, revelando que a idade e a experiência acumulada influenciam fortemente o desempenho. Atletas mais velhos e experientes apresentaram melhores valores de força e potência dos

membros inferiores, enquanto os mais jovens e menos experientes evidenciaram resultados inferiores. Os perfis intermédios sugerem que, para além da idade, fatores como o treino, o nível competitivo e o contexto também condicionam o desempenho. Em conjunto, estes resultados permitem concluir que a idade, o género e a experiência são determinantes relevantes no desempenho do pontapé circular médio no kickboxing. Além disso, reforçam a importância de planejar o treino de forma a promover o desenvolvimento equilibrado da potência e da força em ambos os membros inferiores, reduzindo assimetrias funcionais. Na prática, a diferenciação etária e de género deve ser considerada no planeamento de programas de treino, de modo a garantir intervenções mais específicas e adaptadas às necessidades de cada grupo.

Palavras-chave: Força de Impacto, Kickboxing, Velocidade de reação

## Abstract

**Title:** “Differences in impact force and reaction speed in roundhouse kick: dominant leg vs non-dominant leg”

**Authors:** Melissa Nascimento

Kickboxing is a combat sport and martial art that combines various elements of boxing with diverse leg techniques. This modality originated in the United States of America in the early 1970s, initially called Full contact; the first institution to promote the modality was the PKA Professional Karate Association. In the late 1980s, the modality came to be called Kickboxing.

This martial art utilizes both arm and leg techniques, both of which are equally important in its practice. This distinguishes it from traditional boxing, which focuses solely on arm techniques, and from other modalities, such as taekwondo, which predominantly perform leg and arm strikes with specific body parts.

This study aims to analyze the differences in impact force and reaction speed in the medium roundhouse kick technique performed on the dominant leg compared to the non-dominant leg.

Forty-nine athletes, aged between 12 and 55, from gyms in the central region of the country, with more than one year of kickboxing experience, participated in this study.

The results revealed statistically significant differences between genders in anthropometric variables (weight and height) and in power indicators and flight times, while age, years of practice, and some reaction measures showed no significant differences. In both women and men, the most striking differences between the dominant and non-dominant leg were observed only in average power (on and off the signal), with no significant differences observed in the remaining variables related to flight and reaction time.

Cluster analysis based on age resulted in four distinct groups, revealing that age and accumulated experience strongly influence performance. Older, more experienced athletes showed better lower-limb strength and power values, while younger, less experienced athletes showed lower results. The intermediate profiles suggest that, in

addition to age, factors such as training, competitive level, and context also influence performance.

Taken together, these results allow us to conclude that age, gender, and experience are relevant determinants of medium roundhouse kick performance in kickboxing. Furthermore, they reinforce the importance of planning training to promote the balanced development of power and strength in both lower limbs, reducing functional asymmetries. In practice, age and gender differences should be considered when planning training programs to ensure more specific interventions tailored to the needs of each group.

Keywords: Impact Force, Kickboxing, Reaction Speed

## Introdução

Assim como outras modalidades de contato pleno (Full Contact), o Kickboxing é um desporto de estrutura complexa e multidimensional, envolvendo ações ofensivas, defensivas e contraofensivas. O rendimento do atleta é influenciado pelo elemento técnico-tático, que abrange aspetos como habilidade motora, timing, tomada de decisão, antecipação, deslocamentos, imprevisibilidade, encadeamento de ações e senso de oportunidade.

Essa complexidade técnico-tática requer um excelente condicionamento físico, pois a modalidade envolve esforços explosivos e intermitentes de alta intensidade. A força explosiva, a velocidade de reação, a agilidade, a flexibilidade, além da resistência anaeróbia e aeróbia, são algumas das habilidades físicas essenciais para o desempenho, pois sustentam o rendimento durante os períodos de esforço repetido característicos dos combates.

O objetivo do combate é atingir o adversário enquanto se protege de ser atingido, usando todos os recursos técnico-táticos disponíveis de maneira eficiente e estratégica, conforme as regras da competição.

Assim, o Kickboxing pode ser definido como um desporto de alta intensidade e elevada exigência física e cognitiva, que exige a combinação de elementos técnicos, táticos, fisiológicos e psicológicos para atingir um desempenho de alto nível. (Pinto, F. C. L. (2021)).

O kickboxing é um desporto de combate e uma arte marcial que combina vários elementos do boxe e do Taekwondo, entre outras modalidades.

Nesta, são utilizadas as técnicas de braços e de pernas, sendo ambas importantes e necessárias de igual forma para a sua prática.

Ali, são imprescindíveis tanto as técnicas de braços como as de pernas.

O kickboxing, sendo uma forma de arte marcial, faz com que os atletas recorram a diversas combinações de gesto técnico de braços, (jab, cross, uppercuts, hooks), e de pernas (pontapé circular, pontapé lateral, entre outros) para realizar o ataque contra o seu adversário (Singh, A. A. (2017)). Esta modalidade é normalmente praticada num ringue ou numa área designada por tatami, onde os atletas apenas podem utilizar a área delimitada, fazendo uso de diversos equipamentos, tais como luvas e diversos equipamentos de proteção que incluem boquilhas (proteção de boca), caneleiras (proteção de pernas) e capacetes (proteção de cabeça). Estes combates são divididos

em rondas (rounds) cujo número depende da categoria em que o atleta está inserido e o vencedor é decidido quando o oponente vai ao chão em knockout, seja este técnico ou não, sendo a decisão dos árbitros efetuada com base na eficácia dos golpes, desempenho de cada atleta e capacidades defensivas. Esta modalidade está dividida em disciplinas de velocidade e de potência, sendo que a primeira decorre no tatami e a segunda dentro do ringue.

O kickboxing não é apenas um desporto de competição, é também uma forma de atividade física que proporciona um treino cardiovascular intenso enquanto melhora a força, a flexibilidade, a coordenação e as capacidades de autodefesa (Area, E. P., & Area, E. P. (2019)).

Ao falarmos do kickboxing temos de considerar diversos atributos, tais como a velocidade de reação, a força e a potência, pois desempenham um papel fundamental na modalidade e para a expressão e o desempenho de cada atleta (Slimani et al, 2017). A velocidade de reação é definida como o tempo que os atletas demoram para identificar estímulos externos e responder adequadamente (Monte & Monte, 2007). Nas artes marciais, este tempo de reação depende de estímulos visuais gerados pelo adversário durante o combate, sendo essencial para antecipar ataques e executar defesas eficazes (Brito, Silva, & Cid, 2012; Greco et al., 2024).

Além da velocidade de reação, a força é crucial para realizar golpes e movimentos com o objetivo de travar o adversário, o que exige que o atleta demonstre características de robustez, equilíbrio e coordenação motora. Estes elementos permitem que os movimentos sejam executados com precisão e efetividade (Hammer Training, 2024; Thornton Martial Arts and Fitness, 2024; Sandoval Karate, 2024). A integração de força, equilíbrio e coordenação, combinada com tempos de reação, contribui para o desempenho em combate (Ground Standard, 2024).

Para além destes, a potência é muito importante para os atletas, já que está diretamente relacionada com a eficácia dos golpes. Quanto maior a potência de um golpe, maior será o impacto sobre o adversário, aumentando as hipóteses de knockout. Para desenvolver a potência, os praticantes de desportos de combate precisam de treinar a sua capacidade de gerar força rapidamente e de forma explosiva, além de aprimorar a técnica e a precisão dos golpes.

Segundo Beuttemmuler (2019), é importante compreender as capacidades físicas dos atletas de kickboxing, sendo estas a força, potência, velocidade e composição corporal.

Todos os desportos de combate seguem o mesmo princípio fundamental de combate e defesa pessoal e são baseados em técnicas fundamentais, incluindo chaves de braços e pulsos, bloqueios e projeções, técnicas de ataque com a mão e cotovelo e uma variedade de gestos técnicos de pontapés (Vilarigues, 2022). Na prática das artes marciais, a assimetria entre os membros pode aumentar o risco de lesões. Uma excessiva confiança no membro dominante pode levar a sobrecargas ou desequilíbrios musculares, resultando em danos físicos. Para minimizar esses riscos, é crucial treinar ambos os membros de forma equilibrada, visando desenvolver força e coordenação no membro não dominante (Monte, & Monte, 2007). Esta abordagem não apenas melhora o desempenho global, como também reduz o risco de lesões por sobrecarga.

A importância da relação entre os membros dominantes e não dominantes varia conforme o estilo de arte marcial e as preferências individuais dos praticantes (Čular, Miletić, & Miletić, 2010). Em termos de postura e movimentação, as técnicas podem variar dependendo do estilo. Alguns artistas marciais preferem posicionar o membro dominante à frente para maximizar a potência e o controle dos golpes.

Em disciplinas que envolvem golpes, como boxe, kickboxing e muay thai, o membro dominante geralmente é favorecido para ataques poderosos. No entanto, é fundamental desenvolver habilidades equilibradas em ambos os membros para garantir versatilidade e imprevisibilidade no combate. Isso permite aos praticantes adaptar suas estratégias com base na dominância deles e dos seus oponentes (Wang, Zhang, & Li, 2023).

Os treinos são projetados para fortalecer o membro não dominante, proporcionando uma vantagem competitiva e prevenindo lesões por sobrecarga, como referido anteriormente. O equilíbrio entre os membros durante o treino é essencial para evitar desequilíbrios musculares e lesões (Hrysomallis, 2007). Além disso, fortalecer o membro não dominante pode também facilitar a recuperação e reabilitação de lesões.

Em conclusão, embora a dominância do membro possa desempenhar um papel significativo em certos aspetos das artes marciais, é fundamental para os praticantes desenvolver habilidades equilibradas em ambos os membros para alcançar eficácia na prática da disciplina escolhida (Wąsik, 2010). O treino focado no equilíbrio entre os membros é, portanto, essencial para garantir um desempenho ótimo e uma prática segura das artes marciais.

Nesta modalidade, um dos gestos técnicos de pontapés mais utilizados, seja nas disciplinas de velocidade, seja nas disciplinas de força, é o gesto técnico denominado

“pontapé circular” ou “roundhouse kick” (Boey & Xie, 2002). Para a realização deste gesto, o atleta tem de se colocar na posição base, ou como é denominada tecnicamente, “posição de guarda”, que varia consoante o atleta seja destro ou esquerdino. Esta posição é a posição base do atleta, sendo esta a que ele tem de assumir em todo o combate e em toda a prática da modalidade. Assim, para atletas destros a posição de guarda é realizada com a perna esquerda avançada, enquanto para atletas canhotos a posição se inverte, colocando-se a perna direita à frente.

No caso do gesto técnico em questão, a perna é então elevada, realizando uma abdução, flexão e rotação interna da coxa, de forma a fazer com que a perna e o pé tomem uma direção horizontal, paralela ao chão. Posteriormente, realiza-se a extensão da perna e o pé de apoio roda, virando o corpo do atleta, fazendo com que a perna elevada se dirija ao alvo, e a tibia faça então o devido contacto. Em seguida, a perna é recolhida e o atleta retorna à posição de guarda inicial. O ideal é que a perna e o pé estejam o mínimo tempo possível em contacto com o alvo ou o corpo do oponente (Ha, Choi & Kim, 2009; Gavagan & Sayers, 2017; Li, Yan, Zeng & Wang, 2005; Wasik, 2010; Vilarigues, 2022).

Este é um gesto técnico de pontapé que é possível realizar caso o alvo seja na cabeça, tronco ou coxa e a várias distâncias (Falco, et al., 2009).

Neste estudo será avaliada apenas a técnica com o alvo no tronco, sendo este gesto técnico de pontapé denominado “middlekick”.

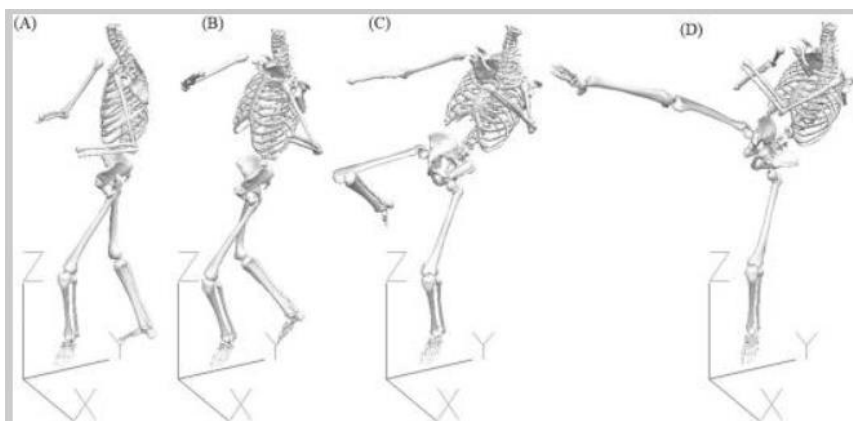


Ilustração 1- Fases do pontapé circular (Middle Kick) - (Gavagan et al., 2017)

A figura está dividida em quatro fases, identificadas por (A), (B), (C) e (D). Em (A), observa-se a posição inicial, com o corpo em apoio unipodal e o membro inferior de

ataque em fase de preparação. Em (B), o indivíduo inicia o movimento de balanço da perna, com flexão do joelho e extensão da anca. Em (C), verifica-se uma elevação e extensão da perna de ataque, acompanhada de rotação do tronco, preparando o momento de impacto. Por fim, em (D), observa-se a fase final do pontapé, com a perna de ataque totalmente estendida e o tronco ligeiramente inclinado para trás, indicando a máxima amplitude do gesto.

Este gesto técnico tem como objetivo atingir o oponente na zona do tronco, com a maior força de impacto e velocidade possível, para causar o maior dano ao adversário.

O objetivo do presente estudo é investigar se existem diferenças na força de impacto e velocidade de reação na execução desta técnica, comparando a perna dominante com a perna não dominante de cada atleta.

## Problema

A maioria das pessoas tem um membro dominante, que habitualmente é a mão ou o pé que usa com mais frequência para tarefas quotidianas, como escrever (para dominar as mãos) ou chutar (para dominar as pernas). Nos desportos, os atletas muitas vezes dependem do seu membro dominante para obter precisão e potência, mas ambos os membros desempenham um papel importante no desempenho geral e no equilíbrio (Mcgrath et al, 2016).

Para além disto, os atletas podem apresentar assimetria relacionada à dominância dos membros, o que significa que um membro pode ser mais forte, mais coordenado ou mais flexível que o outro. Essa assimetria pode afetar o desempenho do atleta, pois um membro pode ser mais adequado para determinadas tarefas ou movimentos (Maloney, 2019).

Neste sentido, e analisando a teoria e consultando a bibliografia já existente destes conceitos, é perceptível que estes atributos são indispensáveis nas artes marciais, para aperfeiçoamento da execução e evolução do atleta, quer em termos da execução do golpe, quer em termos da sua eficácia.

Existem desportos, como basebol, golfe ou ténis, onde a mão ou braço dominante é crucial para o controle e a potência, concentrando-se geralmente os atletas mais no treino e no fortalecimento do membro dominante. Em desportos como futebol ou basquetebol, onde ambas as pernas são usadas para correr, chutar e equilibrar-se, os

atletas trabalham para melhorar a força e a coordenação de ambos os membros. (SmartWellness. 2020). Assim, perceber se existem diferenças entre a força de impacto (potência) e a velocidade de reação no gesto técnico de pontapé circular na perna dominante comparando com a perna não dominante é de elevada pertinência. Para análise deste problema temos de ter presentes diversos atributos, tais como a velocidade de reação, a força e a potência, já que estes desempenham um papel fundamental na modalidade e na expressão e desempenho de cada atleta.

## Objetivo do estudo

Os objetivos do presente trabalho são:

- I. Avaliar a potência de cada golpe do gesto técnico de pontapé circular na perna dominante e não dominante em atletas de kickboxing;
- II. Avaliar a velocidade de reação de cada golpe do gesto técnico de pontapé circular na perna dominante e não dominante em atletas de kickboxing
- III. Comparar a velocidade de reação e potência da perna dominante com a não dominante em atletas de kickboxing.

## Hipóteses

H0: não existem diferenças entre a potência e velocidade de reação da perna dominante para a não dominante

H1: existem diferenças entre a potência e velocidade de reação da perna dominante para a não dominante

## Metodologia

### Definição das Variáveis

As variáveis presentes neste estudo são os atributos que os atletas têm de aplicar no golpe - velocidade de reação e a potência. Ambas as variáveis são quantitativas contínuas, uma vez que podem ser medidas e expressas numericamente.

A potência também é uma variável quantitativa, pois é medida numericamente em watts (W), que representa a taxa de transferência de energia.

Variáveis dependentes:

A força de impacto, que pode ser medida em unidades de força, como watts (w).

A velocidade de reação, que pode ser medida em milissegundos (ms).

Variáveis independentes:

O tipo de perna (dominante ou não dominante).

O género masculino e feminino.

### Caracterização da amostra

A amostra para a realização deste estudo será composta por 49 atletas de kickboxing com idades compreendidas entre os 12 e os 55 anos, com mais de um ano de experiência na modalidade, tempo necessário para desenvolver a técnica correta do gesto técnico pontapé circular (Bercades, 2022; Vagner et al, 2023).

Esta amostra será posteriormente estratificada através da idade e do género.

Tabela 1- Caracterização da Amostra

Variável	Total (n = 47)	Masculino (n = 25)	Feminino (n = 22)
Idade (anos)	14 – 51 (Média = 26,4 ± 10,3)	14 – 51 (Média = 27,1 ± 10,7)	15 – 51 (Média = 25,6 ± 9,8)
Altura (cm)	150 – 191 (Média = 170,2 ± 10,5)	165 – 191 (Média = 177,6 ± 7,3)	150 – 177 (Média = 162,9 ± 7,1)
Peso (kg)	42 – 135 (Média = 70,9 ± 17,4)	62 – 135 (Média = 77,5 ± 16,2)	42 – 90 (Média = 63,2 ± 13,1)
Anos de prática	1 – 27 (Média = 4,9 ± 5,4)	1 – 27 (Média = 5,3 ± 5,8)	1 – 10 (Média = 4,4 ± 4,9)
Destros	44	23	21
Esquerdinos	3	2	1

Todos os atletas participantes no estudo assinaram o Termo de Consentimento Informado após terem sido devidamente esclarecidos sobre os objetivos, procedimentos e eventuais riscos da investigação. No caso dos atletas menores de idade, o consentimento foi obtido através da assinatura do respetivo encarregado de educação.

O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos da Declaração de Helsínquia (World Medical Association, 2013), garantindo o respeito pelos direitos, segurança e bem-estar dos participantes. Foram assegurados a confidencialidade dos dados pessoais e o anonimato dos resultados, sendo estes utilizados exclusivamente para fins científicos.

## Desenho experimental

### Tipo de Estudo

O presente estudo caracteriza-se como quantitativo, descritivo e experimental. É de natureza quantitativa, pois recorre à mensuração de variáveis e à análise estatística de dados com o objetivo de identificar padrões, relações e diferenças entre grupos. A recolha de informação foi realizada através de instrumentos padronizados (testes e medições físicas), permitindo a quantificação objetiva dos fenómenos em estudo e a discussão sobre a possibilidade de generalização dos resultados obtidos. Assume um carácter descritivo, ao procurar caracterizar o desempenho dos participantes em função de variáveis como género, idade e lateralidade.

Por fim, apresenta um delineamento experimental, uma vez que compara condições controladas (perna dominante e não dominante) para observar o efeito dessas variáveis independentes sobre os indicadores de desempenho físico.

### Tarefas, Procedimentos e Protocolos:

O protocolo do estudo utilizado teve os seguintes procedimentos: cada atleta teve 10 minutos para a realização do seu aquecimento habitual e 5 minutos para se adaptar ao teste.

Foi pedido a cada atleta que realizasse o gesto técnico de pontapé circular 3 vezes com cada perna (dominante e não dominante), tendo em atenção que a altura do saco foi ajustada conforme a altura do atleta para garantir que o alvo se encontra na posição do tronco. Deste modo, o atleta pôde decidir qual a posição de base que preferia, sendo o único impedimento o facto de o atleta não poder realizar nenhum movimento antes de realizar o gesto técnico de pontapé (deslocação). O atleta efetuou o gesto técnico de

pontapé descalço e a estabilidade do saco foi controlada por outro participante de modo a garantir a sua firmeza e imobilidade no momento do impacto.

Foram executadas 3 repetições de cada movimento em cada perna, sendo utilizado apenas o valor da média das 3 repetições.

Durante a elaboração das repetições, o atleta manteve-se posicionado no meio de duas barras colocadas em paralelo em cima do tatami. Ao sinal luminoso e sonoro emitido pelo software Optojump (Optojump software, version 3.01.0001), o atleta realizou o gesto técnico de pontapé atrás definido para cronometragem do seu tempo de reação com cada uma das suas pernas.

#### **Materiais a utilizar:**

Para este estudo foram utilizados dois equipamentos de medição, sendo um deles o Mega-Strike (Mega-Strike, IMPTEC, United Kingdom), instrumentado com um sensor piezoelétrico (LDT4-028K/L, Measurement Specialties Inc., TE Connectivity, USA), fixado num saco de boxe. O dispositivo Mega-Strike mede a força de impacto utilizando um sensor ativo de aproximadamente 275x200 mm ligado a um processador para converter esse impacto em valor numérico (Rakha, A. (2013)).

As especificações técnicas do Mega-Strike são: dimensão, 650 x 400 x 120 mm; peso, aprox. 3 kg; número de impactos registados, 000 a 250; alças de fixação, duas alças verticais e uma alça horizontal; tempo de reação, 0,00 a 2,50 segundos em incrementos de 1/100 s; materiais, inserção de espuma multicamadas em capa de vinil reforçado com costura dupla; alimentação, bateria de 9 V PP3 (tipo retangular) com duração aproximada de 200 horas.

Foi também utilizado o equipamento Optojump (Microgate, Bolzano, Italy), sistema de análise biomecânica que utiliza sensores óticos para medir uma variedade de parâmetros relacionados com o desempenho físico. Este equipamento permite avaliar altura e tempo de salto e também a velocidade de reação em diferentes contextos desportivos.

Recorreu-se também a um saco de boxe suspenso, que estava fixo ao teto, de forma a ser possível posicionar o mega strike para a realização dos testes pretendidos.



Figura 2— Software Optojump



Figura 1— Cintas com mordedor para ficar o plastron ao sacco



Figura 3— Plastron MegaStrike

## Tratamento estatístico

As estatísticas descritivas são apresentadas como média  $\pm$  desvio-padrão e mínimos e máximos. A normalidade e homogeneidade das diferentes variáveis foram testadas utilizando, respetivamente, os testes de Shapiro-Wilk e de Levene. O teste T para amostras independentes foi aplicado para comparar géneros e o teste T para amostras emparelhadas foi utilizado para comparação do membro dominante e não dominante. Resultados significativos foram considerados para  $p < 0,05$ , enquanto o tamanho do efeito de Cohen's d foi calculado para determinar a magnitude do efeito através da diferença entre as médias dividida pelo desvio-padrão combinado, aplicando-se os seguintes critérios:  $<0,2$  = trivial;  $0,2$  a  $0,6$  = efeito pequeno;  $0,6$  a  $1,2$  = efeito moderado;  $1,2$  a  $2,0$  = efeito grande; e  $>2,0$  = efeito muito grande (Hopkins et al, 2009).

Foi efetuada a análise de clusters utilizando a idade como critério para formar grupos ("clusters") com o objetivo de descobrir padrões dentro do conjunto de dados, sem ter categorias pré-definidas. Pretendeu-se identificar grupos de atletas com padrões de desempenho próximos. Foi medida a semelhança (ou distância) entre elementos com base nas suas características e formação de clusters onde os elementos do mesmo grupo são mais parecidos entre si do que com elementos de outros grupos. Como métodos foram utilizados: i) normalização (Z-score) das variáveis; ii) modelo de Análise de Cluster Hierárquica para explorar quantos grupos existiam nos dados; iii) distância euclidiana quadrática, ligação de Ward e a escolha de quatro clusters; iv) parâmetros do K-Means (número de iterações e critério de convergência); v) One-Way ANOVA (para verificar se os clusters diferiam significativamente nas variáveis). No capítulo de Resultados, são apresentadas as Figuras 1–3 e a tabela de tamanhos de efeito ( $\eta^2$  ao quadrado,  $\eta^2$ ) com intervalos de confiança, destacando-se as variáveis com maior magnitude de efeito.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software IBM SPSS Statistics para Windows (versão 25.0, IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

## Resultados

A Tabela 2 apresenta a comparação entre o género feminino e masculino nas variáveis em estudo. Verificam-se diferenças significativas entre géneros em todas as variáveis, com exceção da “Idade”, “Anos de prática”, “Tempo de voo no teste de reação perna não dominante”, “Teste de reação perna dominante e não dominante” e ainda na “Potencia média perna esquerda sem sinal”

Tabela 2- Comparação entre o género feminino (n=24) e masculino (n=25)

Variáveis	Feminino	Masculino	t	P	Cohen's d
Potência média perna direita ao sinal (W)	90,07 ± 28,02 (42,67-135,67)	121,12 ± 21,41 (68-143)	-4,37	<0,001**	-1,249
Potência média perna esquerda ao sinal (W)	64,49 ± 27,31 (21,67-123,67)	88,04 ± 27,64 (33-132)	-2,999	0,004**	-0,857
Tempo de voo unipodal perna dominante (s)	0,245 ± 0,05 (0,096-0,336)	0,334 ± 0,06 (0,179-0,456)	-5,33	<0,001**	-1,523
Tempo de voo unipodal perna não dominante (s)	0,258 ± 0,06 (0,062-0,342)	0,339 ± 0,08 (0,099-0,456)	-3,956	<0,001**	-1,142
Tempo de voo CMJ (s)	0,383 ± 0,05 (0,245-0,477)	0,485 ± 0,07 (0,285-0,651)	-5,633	<0,001**	-1,610
Tempo de voo Teste de Reação perna dominante (s)	0,701 ± 0,09 (0,569-0,878)	0,644 ± 0,10 (0,497-0,857)	2,096	0,042*	0,599
Tempo de voo Teste de Reação perna não dominante (s)	0,657 ± 0,10 (0,400-0,870)	0,687 ± 0,27 (0,385-1,512)	-0,521	0,605	-0,149
Teste de reação perna dominante (s)	0,811 ± 0,10 (0,698-1,123)	0,823 ± 0,19 (0,580-1,295)	-0,262	0,795	-0,075
Teste de reação perna não dominante (s)	0,849 ± 0,15 (0,714-1,375)	0,874 ± 0,23 (0,577-1,661)	-0,442	0,661	-0,126

Potencia média perna direita sem sinal (W)	117,19 ± 39,99 (35-183)	146,61 ± 36,23 (94-230)	-2,701	0,010*	-0,772
Potencia média perna esquerda sem sinal(W)	82,38 ± 33,42 (15,76-144,06)	100,98 ± 31,89 (27-171)	-1,993	0,052	-0,570

CMJ, Counter Movement Jump; \*diferença significativa para  $p < 0.05$ ; \*\*diferença significativa para  $p < 0.01$

A Tabela 3 apresenta a comparação da potência e da velocidade de reação do pontapé circular entre a perna dominante e a não dominante no género feminino. Verificam-se diferenças significativas apenas nas variáveis “Potência Média Perna Direita vs Perna Esquerda ao sinal” e “Potência Média Perna Direita vs Perna Esquerda sem sinal”, não se registando diferenças significativas nas restantes variáveis analisadas.

*Tabela 3- Comparação da potência e da velocidade de reação do pontapé circular na perna dominante e não dominante no género feminino (n=24)*

	Diferença de médias ± DP	t	P	Cohen's d
Potência média perna direita vs perna esquerda ao sinal (W)	25,58 ± 26,31	4,762	<0,001**	0,972
Tempo de voo unipodal perna dominante vs perna não dominante (s)	-0,009 ± 0,03	-1,334	0,195	-0,272
Tempo de voo no teste de reação perna dominante vs perna não dominante (s)	0,044 ± 0,12	1,792	0,086	0,366
Teste de reação perna dominante vs perna não dominante (s)	-0,038 ± 0,12	-1,534	0,139	-0,313
Potencia Média perna direita vs perna esquerda sem sinal (W)	34,81 ± 34,99	4,874	<0,001**	0,995

\*\*diferença significativa para  $p < 0.01$

A Tabela 4 apresenta a comparação da potência e da velocidade de reação do pontapé circular entre a perna dominante e a não dominante no género masculino. Verificam-se diferenças significativas como verificado também na tabela acima, apenas nas variáveis “Potência Média Perna Direita vs Perna Esquerda ao sinal” e “Potência Média Perna

Direita vs Perna Esquerda sem sinal”, não se registando diferenças significativas nas restantes variáveis analisadas.

*Tabela 4- Comparação da potência e da velocidade de reação do pontapé circular na perna dominante e não dominante no género masculino (n=25)*

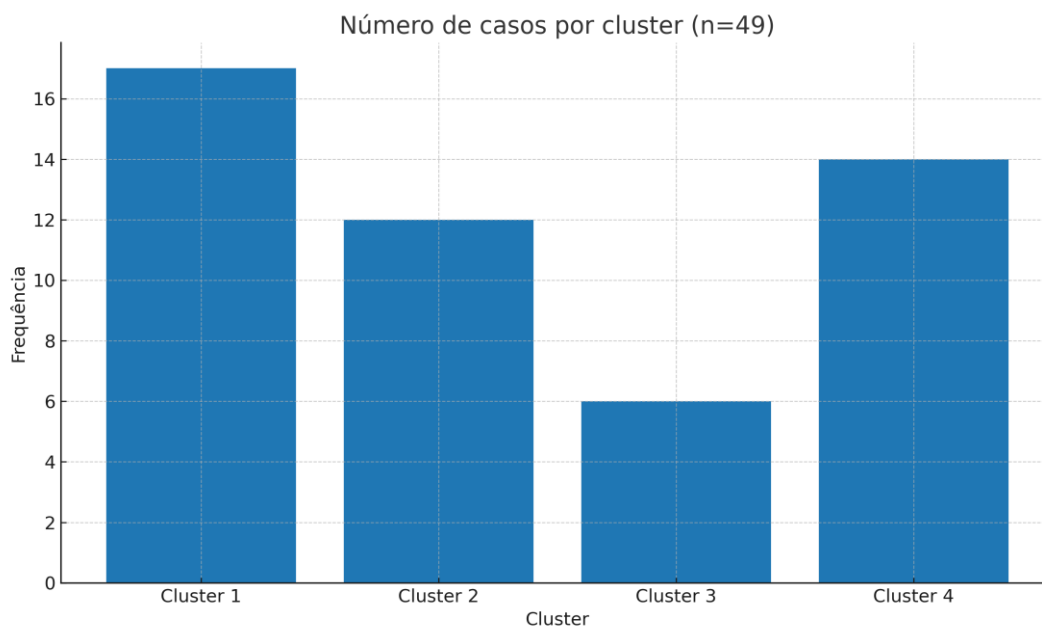
	Diferença de médias $\pm$ DP	t	P	Cohen's d
Potência média perna direita vs perna esquerda ao sinal (W)	33,08 $\pm$ 28,29	5,845	<0,001**	1,169
Tempo de voo unipodal perna dominante vs perna não dominante (s)	-0,004 $\pm$ 0,07	-0,307	0,761	-0,063
Tempo de voo no teste de reação perna dominante vs perna não dominante (s)	0,043 $\pm$ 0,23	-0,903	0,376	-0,181
Teste de reação perna dominante vs perna não dominante (s)	-0,051 $\pm$ 0,16	-1,519	0,142	-0,304
Potencia Média Perna Direita vs Perna Esquerda sem sinal (W)	45,63 $\pm$ 37,20	6,13	<0,001**	1,227

\*\*diferença significativa para  $p < 0.01$

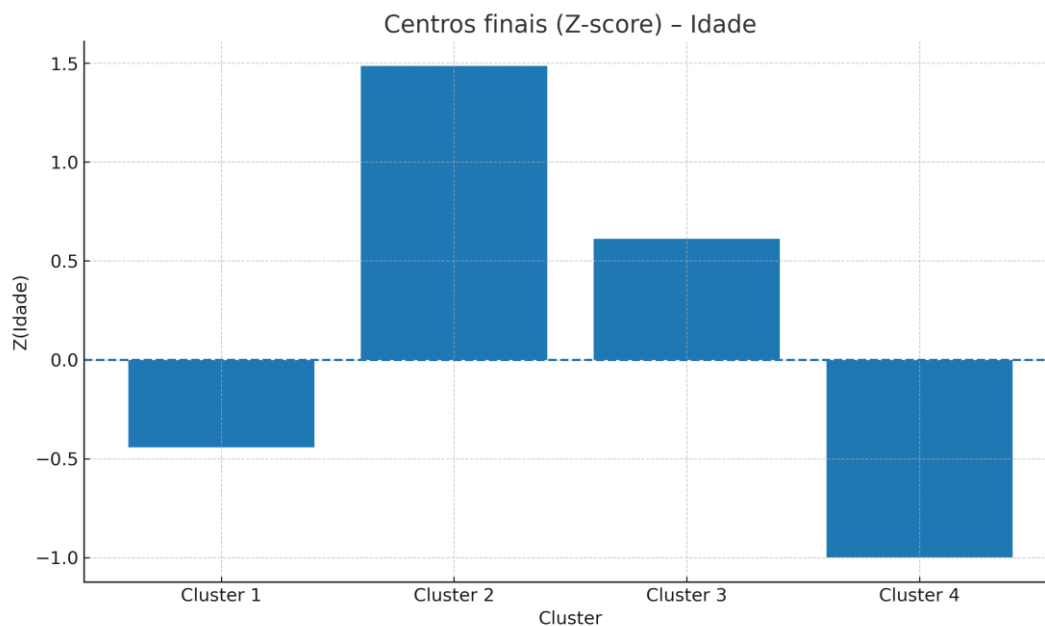
### Análise de clusters

Foi ainda efetuada uma análise de clusters em função da amplitude das idades, recorrendo-se a uma abordagem em duas fases: (i) análise hierárquica com ligação de Ward e distância euclidiana quadrática, para exploração da estrutura de agrupamento e decisão do número de clusters; e (ii) análise não hierárquica (K-Means) para estabilizar a solução final de quatro clusters. A variável de agrupamento foi a idade (padronizada), com  $n=49$  casos válidos e 1 caso omissos no conjunto de dados.

Como resultados descritivos a solução final reteve quatro clusters com a seguinte distribuição de casos: Cluster 1 ( $n=17$ ), Cluster 2 ( $n=12$ ), Cluster 3 ( $n=6$ ) e Cluster 4 ( $n=14$ ). Os centros finais (Z-score) para a idade foram: Cluster 1 =  $-0,44$ ; Cluster 2 =  $+1,49$ ; Cluster 3 =  $+0,61$ ; Cluster 4 =  $-0,999$ , indicando dois grupos mais jovens (Clusters 1 e 4) e dois grupos acima da média etária (Clusters 2 e 3).



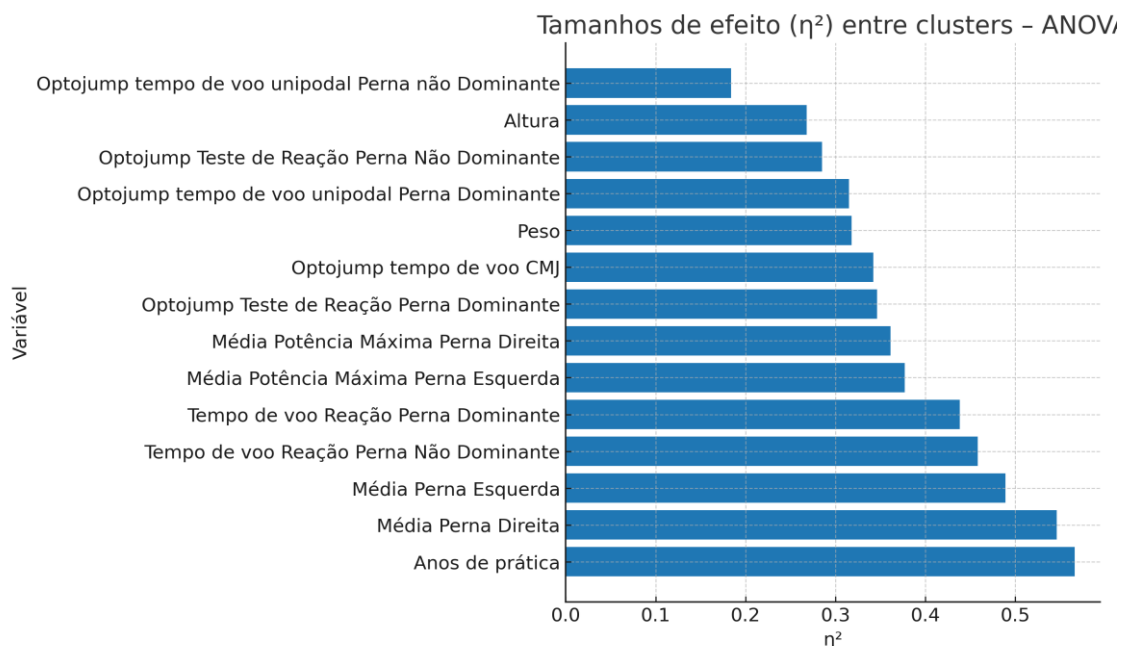
**Figura 4**-Número de casos por Cluster (n=49).



**Figura 5.** Centros finais (Z-score) para a variável Idade por Cluster.

#### **Relação entre clusters e variáveis de desempenho.**

Foram efetuadas ANOVAs de um fator para comparar os clusters nas variáveis antropométricas e funcionais. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) na generalidade das variáveis. Os tamanhos de efeito ( $\eta^2$ ) mais elevados observaram-se em: “Anos de Prática” ( $\eta^2=0,566$ ), “Média Perna Direita” ( $\eta^2=0,546$ ) e “Média Perna Esquerda” ( $\eta^2=0,489$ ). Efeitos moderados foram também observados em variáveis de “Tempo de Voo/reação” e “Potência Máxima dos Membros Inferiores” ( $\eta^2 \approx 0,28-0,38$ ) (Figura 6.).



**Figura 6.** Tamanho do efeito entre clusters nas diferentes variáveis.

### Segmentação etária

A segmentação etária produziu perfis distintos: (i) o Cluster 2, composto por participantes mais velhos, associa-se a níveis superiores de experiência e a melhores indicadores de força/potência dos membros inferiores; (ii) o Cluster 4 concentra os mais jovens, com menor experiência, e, em média, valores mais baixos nas métricas de desempenho; (iii) os Clusters 1 e 3 exibem perfis intermédios, sendo que o Cluster 3, apesar da idade acima da média, não evidencia necessariamente o mesmo desempenho do Cluster 2, sugerindo influências adicionais do treino, nível competitivo ou fatores contextuais.

Em conjunto, os resultados sugerem que idade e experiência acumulada são determinantes no desempenho observado, sobretudo nas medidas relacionadas com produção de força/potência e tempos de reação/voo. Estes resultados devem ser interpretados tendo em consideração que os clusters foram definidos para maximizar diferenças internas e que a amostra contém um caso omissivo.

## Discussão

O presente estudo teve como objetivo a análise das diferenças na força de impacto e na velocidade de reação no gesto técnico pontapé circular médio na perna dominante, comparando com a perna não dominante.

Os resultados evidenciam diferenças claras no desempenho físico entre géneros, bem como entre membros dominantes e não dominantes, particularmente ao nível da potência produzida no pontapé circular médio, embora com padrões distintos conforme a variável analisada.

### Diferenças entre géneros

Na comparação entre géneros (Tabela 1), verificaram-se diferenças significativas na generalidade das variáveis, com os participantes do género masculino mostrando valores superiores de potência, altura, peso e tempos de voo, o que é consistente com literatura, que aponta para uma maior massa muscular, comprimento de membros e produção de força neste. As exceções idade, anos de prática, tempos de reação e potência média da perna esquerda sem sinal, indicam que, apesar das diferenças antropométricas, alguns indicadores de coordenação e velocidade de reação são semelhantes entre géneros.

A superioridade dos participantes do género masculino nas variáveis de potência, altura, peso e tempos de voo corrobora investigações anteriores que destacam as diferenças morfofuncionais entre sexos, nomeadamente a maior massa muscular, a maior densidade mineral óssea e o comprimento dos segmentos corporais masculinos (Aagaard et al., 2002; Bishop et al., 2019). Estes fatores contribuem para uma maior capacidade de produção de força e potência, aspetos determinantes em gestos técnicos explosivos como o pontapé circular. No entanto, a ausência de diferenças significativas nos tempos de reação entre géneros converge com estudos que sugerem que a velocidade de processamento neuromotor e a coordenação intermuscular podem não ser substancialmente influenciadas pelo sexo biológico, mas antes pela prática sistemática e pelo nível de especialização (Williams & Elliott, 1999; Franchini et al., 2013).

### Assimetria funcional entre membros

Ao analisar a assimetria entre membros no género feminino (Tabela 2) e no género masculino (Tabela 3), observa-se um padrão idêntico, com diferenças significativas apenas na potência média entre perna direita e esquerda (com e sem sinal), sempre

favorecendo a perna direita. As restantes variáveis (tempo de voo e tempos de reação) não mostram diferenças significativas, o que indica que, embora exista assimetria de força, a capacidade de reação e coordenação motora mantém-se equilibrada entre os membros.

Este padrão confirma a literatura que associa a perna dominante a maiores níveis de força explosiva devido à sua utilização preferencial em contextos de treino e competição (Sterkowicz-Przybycień et al., 2019). Biomecanicamente, este facto pode ser explicado pela adaptação crónica dos músculos extensores da anca e do joelho do membro preferido, resultando numa maior eficiência na transferência de força durante a execução do pontapé circular (Kim et al., 2010). Por outro lado, a ausência de diferenças nos tempos de reação sugere que a capacidade de resposta ao estímulo visual e a ativação neuromuscular inicial são semelhantes em ambos os membros, possivelmente devido ao treino bilateral que caracteriza a maioria dos programas de desportos de combate (Bridge et al., 2014).

#### **Análise neuromuscular e biomecânica**

Do ponto de vista neuromuscular, a superioridade da potência no membro dominante pode estar associada a uma maior ativação cortical e eficiência nas sinapses corticoespinhais que suportam movimentos mais treinados (Carson, 2020). Já a semelhança nos tempos de reação entre membros pode ser explicada pela plasticidade neural promovida pela prática repetida, que permite a generalização das adaptações ao lado não dominante, mesmo que a produção de força não atinja níveis equivalentes (Coker, 2017). Biomecanicamente, o maior momento de força produzido pelo membro dominante traduz-se num impacto mais eficaz, mas a execução técnica do movimento parece não depender da lateralidade para manter a velocidade de resposta (Huang et al, 2025).

#### **Desempenho em função da idade - relação entre idade, experiência e desempenho**

A análise de clusters permitiu identificar padrões distintos de desempenho em função da idade, revelando a importância deste fator em articulação com os anos de prática na diferenciação de perfis físicos e funcionais dos atletas avaliados. Esta abordagem multivariada fornece uma perspetiva mais integrada do que a análise isolada de variáveis, permitindo compreender como a idade e a experiência se relacionam com a produção de força, tempos de reação e coordenação motora.

Os resultados mostraram que o cluster composto por atletas mais velhos e com maior número de anos de prática apresentou valores superiores de potência nos membros

inferiores e indicadores mais consistentes de desempenho. Estes resultados estão de acordo com investigações que salientam o papel da prática deliberada prolongada no desenvolvimento da força explosiva e da eficiência motora (Ericsson et al., 1993; Aagaard et al., 2002). Em desportos de combate, a experiência acumulada não apenas melhora a capacidade física, mas também contribui para respostas mais rápidas e eficientes em contextos dinâmicos (Bridge et al., 2014).

Por outro lado, os clusters mais jovens, caracterizados por menor experiência, exibiram valores mais baixos de potência e tempos de voo/reacção menos favoráveis. Esta tendência é compatível com estudos que apontam para a necessidade de maturação fisiológica e tempo de prática sistemática para que se desenvolvam plenamente as qualidades explosivas e reativas necessárias em ações como o pontapé circular (Kim et al., 2010; Sterkowicz-Przybycień et al., 2019).

Um outro aspeto relevante é que nem todos os grupos de atletas mais velhos evidenciaram desempenhos superiores. O Cluster 3, apesar da idade acima da média, não apresentou valores comparáveis ao Cluster 2. Esta disparidade sugere que idade, por si só, não é suficiente para explicar o desempenho - o nível competitivo, a intensidade do treino e fatores contextuais (como frequência semanal de prática e histórico de lesões) desempenham um papel adicional determinante (Franchini et al., 2013).

As diferenças entre clusters também reforçam a discussão sobre assimetria funcional. Embora a idade e a experiência tenham impacto positivo na potência dos membros inferiores, a literatura mostra que a assimetria entre membros tende a manter-se, sobretudo quando existe preferência lateral marcada (Bishop et al., 2019). Assim, mesmo em atletas mais experientes, a perna dominante continua a produzir níveis superiores de potência, sem que isso comprometa necessariamente os tempos de reacção. Este dado é consistente com o observado no presente estudo, sugerindo que o treino sistemático pode equilibrar a coordenação bilateral, mas não elimina totalmente a assimetria de força.

O facto de os clusters diferirem também nos tempos de voo e de reacção indica que a idade e a experiência influenciam não apenas a produção de força, mas também a eficiência neuromuscular. Estudos demonstram que a prática prolongada em contextos de desportos de combate promove uma maior automatização dos padrões motores e uma redução no tempo de latência neuromuscular (Williams & Elliott, 1999; Carson, 2020). Esta adaptação pode explicar porque atletas mais experientes conseguem reagir

mais rapidamente, mesmo sem diferenças expressivas nas características antropométricas.

## **Implicações para o treino**

Estes resultados têm implicações diretas na planificação do treino em modalidades de combate. Em primeiro lugar, reforçam a importância de incluir exercícios específicos para reduzir a assimetria de potência entre membros, dado que desequilíbrios prolongados podem aumentar o risco de lesão (Impellizzeri et al., 2007), sendo estes exercícios específicos que estimulem a força explosiva e a agilidade neuromuscular. Entre eles, exercícios pliométricos, como saltos verticais, saltos em profundidade, que potenciam a capacidade de gerar força rapidamente. Além disso, os exercícios com escada de agilidade, como passadas rápidas, saltos e deslocamentos laterais, que contribuem para o aumento da coordenação motora e da rapidez de resposta. Outros métodos eficazes incluem sprints curtos, exercícios de mudança de direção e treinos com bandas elásticas, todos orientados para o desenvolvimento da aceleração e da potência muscular de forma dinâmica e funcional.

Em segundo lugar, os dados sugerem que o treino de velocidade de reação pode ser menos dependente da lateralidade, pelo que estímulos bilaterais e contextuais (exercícios de resposta a alvos móveis, cenários de combate simulado) devem ser priorizados para manter o equilíbrio funcional. O facto da idade e a experiência se associarem a melhores indicadores de desempenho indica que o treino a longo prazo é essencial para o desenvolvimento sustentado de força e coordenação, o que justifica abordagens de planeamento multianual.

Os resultados sugerem ainda que devem ser utilizadas estratégias diferenciadas por idade/experiência, ou seja, os atletas mais jovens devem ser expostos a programas que priorizem o desenvolvimento da força explosiva e da coordenação bilateral, enquanto os mais experientes devem incluir trabalho preventivo para mitigar desequilíbrios musculares. Para a redução da assimetria parece ser fundamental incluir exercícios que promovam o fortalecimento do membro não dominante, uma vez que a assimetria pode persistir mesmo em atletas de elite.

Sugere-se ainda que o treino da reação em contexto real pode ser melhorado através de estímulos situacionais que reproduzam as exigências do combate, reforçando a integração entre capacidades físicas e tomadas de decisão.

### **Limitações e direções futuras**

Apesar da relevância dos resultados, importa reconhecer limitações do presente estudo. O tamanho da amostra ( $n=49$ ) é relativamente reduzido, o que pode limitar a generalização dos resultados. Além disso, a heterogeneidade do nível competitivo dos participantes não foi controlada, podendo introduzir variabilidade associada a diferenças de volume e intensidade de treino. O facto de a avaliação ter sido realizada em contexto laboratorial, através de testes específicos de potência e reação, pode não reproduzir integralmente as exigências do combate real, onde fatores psicológicos e situacionais desempenham um papel determinante (Del Vecchio et al., 2011). Por último, a análise da assimetria concentrou-se em medidas de força e tempo de reação, não contemplando outras dimensões relevantes como a precisão, a velocidade angular do pontapé ou o impacto direto na eficácia em combate. Pelo exposto, a interpretação destes resultados deve ser feita com reserva. A análise foi conduzida com base na variável idade como critério de segmentação, o que, apesar de útil, não contempla outras dimensões relevantes, como o nível competitivo, o historial de lesões ou a carga semanal de treino. Além disso, a dimensão da amostra por cluster (especialmente  $n=6$  no Cluster 3) pode limitar a robustez estatística. Estudos futuros deveriam considerar uma abordagem multifatorial, combinando idade, experiência, volume de treino e variáveis psicológicas, para identificar perfis mais completos de desempenho.

Por fim, neste estudo o pontapé circular ao tronco com a perna não dominante, ou seja, com a perna adiantada, foi executado sem qualquer movimento prévio. Caso tivesse sido realizado com passo recuado com troca, isto é, com ajuste dinâmico de base, os resultados poderiam ser diferentes devido ao impulso criado e ao aumento da energia cinética e consequentemente um aumento da velocidade e da potência.

## Conclusões

A análise de clusters reforça a ideia de que a idade e a experiência são fatores importantes no desempenho. O grupo mais velho e com mais anos de prática (Cluster 2) apresentou, em média, melhores indicadores de força e potência dos membros inferiores, enquanto o grupo mais jovem e com menos anos (Cluster 4) mostrou valores mais baixos nestas variáveis. Esta observação indica que a prática regular ao longo dos anos pode ajudar a compensar, em parte, as perdas fisiológicas associadas ao envelhecimento.

Resumindo, os resultados mostram que existem diferenças entre géneros nas variáveis potência e na composição corporal e fisiológica (composição corporal, assimetria funcional, potência muscular e perda progressiva na velocidade de reação), existe assimetria de potência entre membros, mas não existe na variável velocidade de reação, mostram também que a idade e a experiência influenciam o desempenho físico. Em suma, os resultados confirmam que:

1. O género influencia significativamente a potência e as variáveis antropométricas, mas não os tempos de reação.
2. Existe assimetria funcional de potência, mas não de velocidade de resposta entre membros.
3. As adaptações neuromusculares e biomecânicas explicam a vantagem da perna dominante na produção de força, sem comprometer a coordenação bilateral.
4. A idade e a experiência revelam-se determinantes-chave para o desempenho, sublinhando a importância da prática a longo prazo.

Estes resultados reforçam a necessidade de um treino equilibrado e bilateral, de estratégias preventivas de lesão e de uma abordagem longitudinal no desenvolvimento do desempenho no treino desportivo.

## Bibliografia

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>
- Area, E. P. (2019). The effects of a sixteen-week kickboxing training period on physical and physiological characteristics of young male subjects. *MED SPORT*, 72, 439–452.
- Bercades, L. T. (2022). Using ecological dynamics and expert knowledge to explore expertise-appropriate practice pedagogies for the Taekwondo roundhouse kick (Doctoral dissertation, Auckland University of Technology).
- Beuttermüller, J. (2019). Respostas técnico-táticas e fisiológicas em atletas de kickboxing submetidos a lutas de tatami e ringue (Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde).
- Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2019). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 37(11), 1135–1144. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1538907>
- Bridge, C. A., da Silva Santos, J. F., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9>
- Brito, A. V., Silva, C., & Cid, L. (2012). Attention and reaction time in Shotokan athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 6(1), 141–156.
- Brito, V. A., & Silva, C. (2011). Reaction time in karate athletes. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 11(4).
- Carson, R. G. (2020). Get a grip: Individual variations in grip strength are a marker of brain health. *Neurobiology of Aging*, 94, 282–290. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2020.06.016>
- Coker, C. (2017). *Motor learning and control for practitioners*. Routledge.
- Cruz Vilarigues, I. A. D. (2022). Comparação da força de impacto entre o low kick tradicional e low kick no Krav Maga (Doctoral dissertation).

- Čular, D., Miletić, Đ., & Miletić, A. (2010). Influence of dominant and non-dominant body side on specific performance in taekwondo. *Kinesiology*, 42(2), 184–193.
- Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 639–648. <https://doi.org/10.2466/05.25.PMS.112.2.639-648>
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2013). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine*, 41(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/11538580-000000000-00000>
- Gavagan, C. J., & Sayers, M. G. L. (2017). A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PLOS ONE*, 12(8), e0182645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182645>
- Greco, F., Quinzi, F., Chiodo, S., Cerulli, C., Tranchita, E., Bertollo, M., & Emerenziani, G. P. (2024). The effects of pre-task music on choice visual reaction time in elite taekwondo athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(4), 276–280.
- Ground Standard. (2024). Integrating strength, balance, and coordination in martial arts training.
- Ha, C. S., Choi, M. H., & Kim, B. Y. (2009). The kinematical analysis of the Taekwondo sparring players' Bandal Chagi in kinematics. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 21(1), 115–131.
- Hammer Training. (2024). Hammer training: The importance of strength in martial arts.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3). <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*, 37(6), 547–556.
- Huang, R., Ma, Y., Lin, S., Zheng, W., Liu, L., & Jia, M. (2025). Research on the biomechanical laterality of athletes' lower limbs during side kick in the competitive

Taekwondo. *Scientific Reports*, 15(1), 10180. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94516-x>

- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55>
- Kim, J. W., Kwon, M. S., Yenuga, S. S., & Kwon, Y. H. (2010). The effects of target distance on pivot hip, trunk, pelvis, and kicking leg kinematics in taekwondo roundhouse kicks. *Sports Biomechanics*, 9(2), 98–114. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.547590>
- Li, Y., Van F., Zeng, Y., & Wang, G. (2005). Biomechanical analysis on roundhouse kicks in Taekwondo. In Q. Wang (Ed.), *Proceedings of the 23rd International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 391–394). Beijing: International Symposium on Biomechanics in Sports.
- Loturco, I., Franchini, E., Cal Abad, C. C., Kobal, R., Gil, S., Romano, F., Pereira, A. L., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2015). A comparative study of specific reaction time in elite boxers: Differences between jabs and crosses. *Journal of Athletic Enhancement*, 4(3).
- Maloney, S. J. (2019). The relationship between asymmetry and athletic performance: A critical review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(9), 2579–2593.
- McGrath, T. M., Waddington, G., Scarvell, J. M., Ball, N. B., Creer, R., Woods, K., & Smith, D. (2016). The effect of limb dominance on lower limb functional performance—a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 34(4), 289–302.
- Monte, A., & Monte, F. G. (2007a). Plyometric training's effects on young male karatekas' jump, change of direction, and inter-limb asymmetry. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(4), 123–130.
- Monte, A., & Monte, F. G. (2007). Testes de agilidade, velocidade de reação e velocidade para o tênis de campo. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 9(4), 401–407.
- Rakha, A. (2013). Biomechanical calibration of Mega-strike device to measure the punching force of amateur boxers. In *The 11th International Scientific*

Conference for Physical Education and Movement Science–Sport in Theory and Practice, October (pp. 23–25).

- Rocha, F., Conceição, A., Mata, C., Narciso, J., Costa, A. M., Branco, M., & Louro, H. (2023). Reaction forces and bone maturation in Taekwondo: Comparison of practice with and without tatami. *Human Movement*, 24(1). <https://doi.org/10.5114/hm.2023.107246>
- Pinto, F. C. L. (2021). *Ultimate Full Contact WUFC World Championship – Technical and tactical performance analysis through observation of competitive performance* (Tese de Doutoramento, Universidade de Évora).
- Sandoval Karate. (2024). *The role of strength and coordination in karate performance*.
- Singh, A. A. (2017). *Analysis of force, time, energy, psychological demand and safety of common kicks in martial arts* (Master's thesis, Iowa State University).
- Slimani, M., Chaabene, H., Miarka, B., Franchini, E., Chamari, K., & Cheour, F. (2017). Kickboxing review: Anthropometric, psychophysiological and activity profiles and injury epidemiology. *Biology of Sport*, 34(2), 185–196.
- SmartWellness. (2020, setembro 26). *When one side dominates: The most asymmetrical sports*. <https://www.smartwellness.eu/blog-en/when-one-side-dominates-the-most-asymmetrical-sports>
- Sterkowicz-Przybycień, K., Ambroży, T., Mucha, D., & Nowak, P. (2019). Asymmetry of leg strength in elite martial arts athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 5039. <https://doi.org/10.3390/ijerph16245039>
- Thornton Martial Arts and Fitness. (2024). *Building strength and coordination for martial arts*.
- Vagner, M., Cleather, D. J., Olah, V., Vacek, J., & Stastny, P. (2023). A systematic review of dynamic forces and kinematic indicators of front and roundhouse kicks across varied conditions and participant experience. *Sports*, 11(8), 141.
- Wang, Y., Zhang, Y., & Li, X. (2023). A prospective study of 415 youth taekwondo athletes: Assessing interlimb asymmetry and injury risk. *Journal of Sports Science and Medicine*, 22(4), 567–574.

- Wąsik, J. (2010). The structure of the roundhouse kick on the example of a European Champion of taekwon-do. *Archives of Budo*, 6(4), 211–216.
- Williams, K. R., & Elliott, B. C. (1999). Biomechanics of the sprint start. *Sports Medicine*, 28(1), 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-199928010-00001>

## **Anexos**

### **Consentimento informado**



Mestrado de Treino Desportivo  
Escola Superior de Desporto de Rio Maior  
Av. Doutor Mário Soares, 110  
2040-413 Rio Maior | PORTUGAL  
Tel: +351 243 999 280

## CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

**Título do estudo:** Análise comparativa da força de impacto e velocidade de reação entre perna dominante e não dominante durante o pontapé circular.

**Enquadramento:** No âmbito do mestrado em Treino Desportivo da Escola Superior de Desporto de Rio Maior pretende-se realizar o estudo "Análise comparativa da força de impacto e velocidade de reação entre perna dominante e não dominante durante o pontapé circular", da aluna mestrando Melissa Nascimento e sobre a coordenação do Professor Doutor João Brito e Fernando Rocha.

**Explicação do estudo:** O presente estudo tem como objetivo, a análise das diferenças na força de impacto e na velocidade de reação no gesto técnico pontapé circular médio na perna dominante, comparando com a perna não dominante. O protocolo do estudo tem os seguintes procedimentos: cada atleta, terá 10 minutos para a realização do seu aquecimento habitual, e 5 minutos para se adaptar ao teste.

Será pedido a cada atleta que realize o gesto técnico de pontapé circular, 3 vezes de cada perna, dominante e não dominante, tendo em atenção que a altura do saco foi ajustada conforme a altura do atleta para garantir que o alvo se encontra à altura do tronco. Deste modo, o atleta pode decidir qual a posição de base que prefere, sendo o único impedimento, o facto de o atleta não poder realizar nenhum movimento antes de realizar o gesto técnico de pontapé (deslocação). O atleta efetuará o gesto técnico de pontapés descalço e a estabilidade do saco será controlada por outro participante de modo a garantir a sua firmeza e imobilidade no momento do impacto.

Serão executadas 3 repetições de cada movimento em cada perna.

Será também avaliada a força de impulsão a uma perna com o optjump e o equilíbrio (com o dinamómetro isocinético, não movível), para ver como interfere na reação e potência

Os participantes na investigação são voluntários, podendo desistir a qualquer momento, e ficam isentos de prejuízos, assistenciais ou outros, caso não queiram participar.

**Confidencialidade e anonimato:** Em acordo com a Lei n.º 58/2019, de 8 de agosto, que assegura a execução do Regulamento Geral de Proteção de Dados na ordem jurídica portuguesa, os dados que são recolhidos são confidenciais e de uso exclusivo para o presente estudo. De forma a garantir que a confidencialidade dos dados dos participantes está de acordo com as indicações da Comissão Nacional de Proteção de Dados, atesta-se, em qualquer caso, que a identificação dos participantes nunca será tornada pública e sendo assegurado que os contactos serão tratados em ambiente de privacidade e não transmissíveis a terceiros. Após recolha os dados em ficheiro de Excel é atribuído um código a cada participante sendo eliminados todos os elementos, físicos ou em formato digital, de identificação nominal ou contacto dos participantes.

Desde já o nosso muito obrigado pelo vosso contributo fundamental para o desenvolvimento desta investigação.



Mestrado de Treino Desportivo  
Escola Superior de Desporto de Rio Maior  
Av. Doutor Mário Soares, 110  
2040-013 Rio Maior | PORTUGAL  
Tel: +351 243 999 280

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela/s pessoas que acima assinam. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelos investigadores.

Nome: \_\_\_\_\_

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

SE NÃO FOR O PRÓPRIO A ASSINAR POR IDADE (se o menor tiver discernimento deve também assinar em cima, se consentir)

NOME: \_\_\_\_\_

BI/CC N.º \_\_\_\_\_ DATA OU VALIDADE \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

GRAU DE PARENTESCO OU TIPO DE

REPRESENTAÇÃO: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 2 PÁGINAS E FEITO EM DUPLICADO: UMA VIA PARA A EQUIPA DE INVESTIGADORES E OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE

## Parecer da Comissão de Ética da UIIPS



### PARECER

#### COMISSÃO DE ÉTICA DA UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO DO IPSANTARÉM

##### EMISSÃO DE PARECER Nº31-2024ESGTS

Identificação do Investigador | Melissa Nascimento (ESDRM)

Identificação do Projeto | *Análise comparativa da força de impacto e velocidade de reação entre perna dominante e não dominante durante o pontapé circular médio*

Constata-se que:

- i. É um trabalho académico conferidor de grau de mestrado;
- ii. Apresenta fundamentação teórica. Sugere-se um ajuste da mesma conforme a bibliografia;
- iii. A metodologia indicada carece de harmonização do tempo verbal na redação, embora não comprometa a apreciação do pondo de vista dos critérios éticos. Dado que no projeto se refere o uso do paradigma qualitativo de investigação sugere-se uma ponderação acerca do emprego das variáveis de medição.
- iv. Possui o cronograma das diferentes etapas do desenvolvimento do projeto.
- v. É assegurado o anonimato, esclarece a quem é confiada a salvaguarda dos dados e por quanto tempo até serem destruídos;
- vi. Inclui o consentimento informado, livre e esclarecido.
  - i. Esclarece os potenciais riscos para os participantes.

Face ao exposto a Comissão de Ética emite parecer favorável porquanto são cumpridos todos os requisitos éticos no projeto em apreciação. As sugestões apresentadas não comprometem este parecer.

Santarém, 30 de setembro de 2024

Pedro Oliveira

(Coordenador)

Rafael Oliveira

(Subcoordenador)

Complexo Andaluz – Moinho do Fau – Apartado 279 – 2001-904 SANTARÉM

Tel.: 351 243 309 520 – Fax: 243 309 539 – E-mail: [geral@ipsantarem.pt](mailto:geral@ipsantarem.pt) – URL: [www.ipsantarem.pt](http://www.ipsantarem.pt)