

TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO NA
PREPARAÇÃO FÍSICA DE ATLETAS – UMA
REVISÃO NARRATIVA

Dissertação de Mestrado

Daniel Alexandre Felizardo da Rosa

Trabalho realizado sob a orientação de

Ricardo Rebelo Gonçalves, Instituto Politécnico de Leiria

Leiria, outubro de 2025

Mestrado em Prescrição do Exercício e Promoção da Saúde

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação foi acompanhada por muitas mudanças em vários aspetos da minha vida. A sua concretização foi alcançada ultrapassando inúmeros obstáculos. Foi necessário crescimento pessoal e perceber que tudo é possível se mostrar dedicação, organização e disciplina. Tudo isto apenas aconteceu devido a todos os professores que tiveram um grande impacto em mim ao longo da licenciatura e mestrado. Professores estes, que me ensinaram lições que vou levar ao longo da minha vida quer a nível pessoal quer profissional. Quero agradecer diretamente ao professor Ricardo Rebelo por toda a ajuda crucial para que este projeto fosse possível e por demonstrar sempre entusiasmo e paixão pela área onde leciona. Agradeço também aos meus pais por toda a ajuda e por tornarem este percurso académico possível. Mas o maior agradecimento é à minha namorada que me fez perceber do que sou capaz e que não posso parar de lutar pelo que quero e acredito. Ensinou-me a ser uma pessoa melhor e foi sempre uma luz quando tudo se tornou mais escuro. Obrigado a todos.

RESUMO

O treino isométrico tem revelado um interesse crescente. Porém, permanece ainda envolto em muitas incertezas, o que contribui para a disseminação de informações incorretas e potencialmente prejudiciais. Assim, o presente trabalho tem como principal objetivo sintetizar, sob a forma de artigo, a informação existente sobre o treino de força isométrico no âmbito da preparação física de atletas. A metodologia adotada corresponde a uma scoping review, onde apenas foram incluídos estudos que utilizam a isometria como método de treino de força em atletas, recorrendo a motores de busca como a Web of Science e a PubMed. A partir de um total de 164 resultados, 27 estudos empíricos revistos por pares publicados entre 2000 e 2023 foram identificados e analisados para inclusão. Os resultados evidenciam que o treino de força isométrico ocupa um lugar relevante na preparação física de atletas, demonstrando ser uma metodologia eficaz, segura e aplicável a diversos contextos. Apresenta vantagens como a redução do risco de lesão e uma menor fadiga associada, em comparação com outras formas de treino. Contudo, esta revisão também revelou lacunas na literatura, muitas das quais resultam da dificuldade de acesso a dados provenientes de atletas de alto rendimento. Nestes contextos, qualquer variável pode ser determinante, e muitas organizações desincentivam a participação dos seus atletas em estudos académicos ou científicos. As conclusões reforçam a importância do treino isométrico na mitigação da fadiga e na gestão de lesões, salientando ainda a sua relevância na otimização do desempenho desportivo. Importa, no entanto, sublinhar a necessidade de respeitar o princípio da individualidade biológica, uma vez que cada atleta poderá responder de forma distinta a este tipo de estímulo.

Palavras chave

Atletas, treino de força, isometria, preparação, desempenho

ABSTRACT

Isometric training has been generating growing interest. However, it remains surrounded by many uncertainties, which contribute to the spread of incorrect and potentially harmful information. Thus, the main objective of this work is to synthesize, in the form of an article, the existing information on isometric strength training within the scope of athletes' physical preparation. The adopted methodology corresponds to a scoping review, in which only studies that use isometric training as a method of strength training in athletes were included, using search engines such as Web of Science and PubMed. From a total of 164 results, 27 peer-reviewed empirical studies published between 2000 and 2023 were identified and analyzed for inclusion. The results show that isometric strength training plays a relevant role in athletes' physical preparation, proving to be an effective, safe, and applicable methodology across various contexts. It offers advantages such as reduced injury risk and lower associated fatigue when compared to other forms of training. However, this review also revealed gaps in the literature, many of which stem from the difficulty in accessing data from high-performance athletes. In these contexts, any variable can be decisive, and many organizations discourage their athletes from participating in academic or scientific studies. The conclusions reinforce the importance of isometric training in mitigating fatigue and managing injuries, while also highlighting its relevance in optimizing sports performance. Nevertheless, it is essential to emphasize the need to respect the principle of biological individuality, as each athlete may respond differently to this type of stimulus.

Keywords

Athletes, strength training, isometry, preparation, performance

ÍNDICE GERAL

Conteúdo

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE GERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	viii
ABREVIATURAS	ix
INTRODUÇÃO	1
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
TREINO DE FORÇA E PERFORMANCE DE ATLETAS	8
TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO	8
UMA INTRODUÇÃO AO TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO (IST)	8
CARACTERÍSTICAS DO TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO	11
TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO E MONITORIZAÇÃO	13
MÉTODOS	15
2.1 ESTRATÉGIA E CRITÉRIOS E ELEGIBILIDADE	15
2.2 FONTES DE INFORMAÇÃO E MÉTODOS DE PESQUISA	17
2.3 PROCEDIMENTOS DE EXTRAÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS, E SÍNTESE DOS RESULTADOS	18
2.4 QUALIDADE METODOLÓGICA	19
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	21
Desenvolvimento da Força e Potência	23
Considerações Biomecânicas e Fisiológicas	25
Aplicações Práticas e Variáveis do Treino	25
Força Isométrica e o Princípio da Individualidade	25
Efeitos do Treino Isométrico na Performance Atlética	26
Treino Isométrico na Reabilitação	28
Fortalecimento Muscular e Ósseo	28
Comparação com outros métodos de treino	28
Vantagens e Limitações do Treino Isométrico	29
Limitações na literatura atual	30
CONCLUSÕES	32
BIBLIOGRAFIA	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Modelo holístico da performance	6
Figura 2- Número de artigos publicados usando como pesquisa " contração isométrica" (fonte: Web of Science)	9
Figura 3- Número de artigos publicados tendo em seu título "Treino isométrico" (fonte: Web of Science)	9
Figura 4- Número de artigos publicados usando como pesquisa " isometric training and athletic performance" (fonte: Web of Science).....	10

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Principais resultados obtidos.....	21
---	----

ABREVIATURAS

COI – Comité Olímpico Internacional (International Olympic Committee)

IST – Treino Isométrico de Força (Isometric Strength Training)

HIMA – Ação Muscular Isométrica de Sustentação (Holding Isometric Muscle Action)

PIMA – Ação Muscular Isométrica de Empurrar (Pushing Isometric Muscle Action)

MMG – Mecanomiografia (Mechanomyography)

MTG – Mecanotendografia (Mechanotendography)

TST – Treino de Força Tradicional (Traditional Strength Training)

RFD – Taxa de Desenvolvimento de Força (Rate of Force Development)

IMP – Impulso (Impulse)

MVC – Força Isométrica Máxima (Maximal Voluntary Contraction ou Maximum Isometric Force)

TFD – Programa de Treino Tradicional (Traditional Training Program)

TFI – Exercícios Isométricos Máximos (Maximal Isometric Exercises)

PF – Pico de Força / Força Máxima (Peak Force)

COMB – Treino Combinado (Combined Training)

CST – Treino de Contraste (Contrast Strength Training)

CMJ – Salto com Contramovimento (Countermovement Jump)

SJ – Salto Sem Contramovimento (Squat Jump)

INTRODUÇÃO

Na atualidade, os atletas procuram, cada vez mais, profissionais competentes que os possam auxiliar na concretização dos seus objetivos, e a adquirir uma vantagem na procura da conquista de medalhas e troféus, bem como na redução do risco de lesão. Neste contexto, os treinadores e preparadores físicos desempenham um papel fundamental, sendo responsáveis por reunir o máximo de informação e conhecimento disponível para otimizar o rendimento dos seus atletas. Contudo, dentro de cada temática relevante para a preparação física, existe uma vasta quantidade de artigos científicos, por vezes com conclusões contraditórias especialmente quando se trata de um tema recente e em expansão, como é o caso do treino isométrico.

Desde o início deste século, o treino isométrico tem vindo a ganhar destaque, motivando um aumento significativo no número de estudos e investigações, particularmente na última década. Este crescimento, embora positivo, também contribui para uma maior dificuldade em identificar e selecionar informação pertinente e adequada ao contexto profissional específico. Paralelamente, é notória a presença de profissionais qualificados e não qualificados que, através de diferentes plataformas de comunicação como as redes sociais, difundem ideias sobre treino que, frequentemente, carecem de fundamentação científica, validação prática ou suporte empírico. Esta disseminação de conteúdos, muitas vezes falsos, pode ser prejudicial, influenciando negativamente o desempenho dos atletas e, em casos mais graves, contribuindo para o aumento do risco de lesão. Esta realidade tem sido cada vez mais evidente com o aumento do uso de redes sociais como método de publicitar o trabalho de preparadores físicos. Estas razões realçam a importância de se realizar uma análise sobre o tema, com o objetivo de apoiar profissionais da área na procura e acesso à informação científica atualizada e credível sobre o treino isométrico, focado especificamente na performance desportiva. A presente dissertação consiste numa scoping review, uma abordagem metodológica adequada para organizar, de forma abrangente, os principais conceitos e evidência existente sobre o tema, identificando lacunas no conhecimento e resumindo a informação disponível. Dado que o treino isométrico pode ser aplicado em múltiplos contextos dentro da preparação física e do rendimento desportivo como a avaliação das capacidades físicas, o planeamento e monitorização do treino, ou ainda a recuperação de lesões, a escolha por uma scoping review permite uma exploração mais ampla do tema. Desta forma, o presente trabalho visa reunir, organizar e sintetizar os estudos existentes sobre o treino isométrico de força

no contexto da performance desportiva, disponibilizando um guia útil e acessível para profissionais da área, facilitando a tomada de decisões fundamentadas na evidência científica.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O treino físico constitui um elemento central na preparação e no desenvolvimento da performance atlética. No entanto, subsiste a ideia de que cargas de treino elevadas conduzem inevitavelmente ao aumento da incidência de lesões. Ainda que exista alguma validade nesta associação quando as cargas são aplicadas de forma abrupta ou descontrolada, a evidência atual demonstra que atletas com qualidades físicas bem desenvolvidas apresentam, na realidade, menor risco de lesão (Gabbett, 2018). O subtreino, por seu lado, pode igualmente aumentar esse risco, pelo que a simples redução das cargas de trabalho não constitui necessariamente uma estratégia eficaz para a proteção contra lesões (Gabbett, 2018). A investigação sugere que aumento súbito e excessivo das cargas de treino é um dos principais fatores responsáveis pelas lesões de tecidos moles sem contacto. Um programa de treino devidamente planeado, que promova progressivamente as adaptações desejadas, poderá não só aumentar o desempenho como também exercer um efeito protetor contra lesões. Neste contexto, a monitorização sistemática da carga de treino, tanto externa como interna, torna-se um requisito essencial na prática profissional de treinadores, preparadores físicos e outros técnicos do desporto, assumindo um papel fundamental na gestão da carga e na individualização do treino (Gabbett, 2018).

Para além das exigências físicas, os atletas de elite e também os que conciliam o treino com trabalho, estudos ou vida familiar estão frequentemente sujeitos a elevados níveis de stress psicológico. Esta sobrecarga total pode influenciar negativamente a recuperação e aumentar o risco de lesão, síndrome de overtraining e doença. Assim, torna-se relevante considerar a carga total a que o atleta está exposto, o que inclui não apenas treino e competição, mas também fatores extradesportivos (Jeukendrup, s.d.). Neste sentido, o Comité Olímpico Internacional (COI) promoveu uma revisão da literatura com base na convocação de um grupo de peritos, com o objetivo de avaliar os efeitos da carga de treino definida de forma ampla, incluindo alterações rápidas na carga, frequência competitiva, stress psicológico, viagens, entre outros fatores sobre a saúde no desporto. Entre as principais recomendações práticas apresentadas por (Soligard et al., 2016) destacam-se:

- Cargas elevadas podem exercer efeitos positivos ou negativos, dependendo da taxa de progressão da carga e do perfil individual de risco;

- Os atletas tendem a responder melhor a aumentos e diminuições graduais, em detrimento de flutuações bruscas na carga;
- A carga deve ser prescrita de forma individual e flexível, dado que a resposta e o tempo de adaptação variam significativamente entre e dentro dos indivíduos;
- A monitorização contínua é fundamental para assegurar cargas apropriadas (externas e internas), permitindo assim otimizar a performance e reduzir o risco de lesão.

No mesmo relatório, (Schwellnus et al., 2016) referem que a carga elevada também pode aumentar o risco de doença, sobretudo quando existe incremento acentuado na carga externa (volume e intensidade) e na carga interna (respostas fisiológicas e psicológicas). Adicionalmente, salientam-se as seguintes observações:

- O efeito da monotonia no treino ainda não está claramente determinado;
- Viagens frequentes e prolongadas, especialmente com atravessamento de múltiplos fusos horários, parecem estar associadas a maior risco de doença, embora os mecanismos subjacentes permaneçam pouco compreendidos;
- A monitorização regular do atleta é um fator essencial para a adequação das cargas, quer com vista à prevenção da doença, quer para a promoção do rendimento desportivo.

A investigação científica relativa à prevenção de lesões reforça a importância de programas de treino bem estruturados. Uma meta-análise conduzida por (Lauersen et al., 2014) demonstrou que as intervenções de treino físico particularmente o treino de força são eficazes na prevenção de lesões desportivas, tanto agudas como por uso excessivo. Posteriormente, Lauersen et al., (2018) reforçaram esta evidência, indicando que o treino de força é uma estratégia preventiva segura, dose-dependente e com elevada eficácia. Historicamente, o treino de força dinâmico tem sido privilegiado por apresentar maior transferibilidade para os movimentos funcionais no desporto. Contudo, o treino de força isométrico tem ganho reconhecimento nas últimas décadas, devido ao seu potencial em induzir adaptações musculares específicas, com menor carga interna e menor fadiga, sendo utilizado frequentemente em contexto de reabilitação, avaliação neuromuscular e

prescrição adaptada (Böge & Patlar, 2022a; Kay et al., 2000). Este tipo de treino apresenta características que o tornam uma ferramenta valiosa, tanto para a prevenção como para o regresso à competição, em contextos nos quais é necessário controlar a carga aplicada ao sistema musculoesquelético.

Performance de atletas

O desempenho desportivo na maioria dos desportos é determinado pelas características técnicas, táticas, fisiológicas e psicológicas/sociais do atleta (Bangsbo, 2015b). Em algumas modalidades desportivas, como a corrida de 100 m, a maratona e o remo, o desempenho está intimamente relacionado com a capacidade física dos atletas, enquanto noutros desportos, como os jogos desportivos coletivos praticados com bola, os elevados padrões técnicos e táticos podem compensar a debilidade do nível de aptidão física. No entanto, na maioria dos desportos, os atletas necessitam de um elevado padrão de aptidão física para lidar com as exigências físicas da competição e permitir que as suas capacidades táticas e técnicas sejam utilizadas ao longo da competição.

A performance não é fixa, mas sim variável, apresentando altos e baixos ao longo do tempo. Diversos fatores influenciam esta variação, não só os aspetos físicos, mas também elementos externos como o tipo de terreno, a condição de jogar em casa ou fora, a vida social e pessoal do atleta, questões financeiras e até as condições meteorológicas. No que respeita às capacidades fisiológicas, destacam-se as capacidades físicas, que englobam a capacidade aeróbica, anaeróbica e a capacidade de produção de força. Estas capacidades estão diretamente relacionadas com o funcionamento do sistema cardiovascular e respiratório, as características musculares, como o tipo de fibras musculares e o sistema nervoso. Todos estes aspetos fisiológicos são, por sua vez, influenciados por fatores individuais como a idade, o sexo e a genética (Bangsbo, 2015).

Fatores externos que influenciam a performance

Para além das capacidades fisiológicas, a performance é influenciada por fatores externos que podem alterar o rendimento do atleta. O tipo de terreno, por exemplo, pode facilitar ou dificultar determinados movimentos ou estratégias táticas. Jogar em casa traz geralmente vantagens psicológicas e logísticas, enquanto jogos fora podem impor stress adicional. Aspetos da vida social e pessoal, como relações, descanso, alimentação e estado emocional, também interferem diretamente na concentração e disposição do atleta. Questões financeiras podem impactar o acesso a treino, equipamentos e apoio médico. Finalmente, as condições meteorológicas, como calor, frio, humidade ou vento, podem influenciar a capacidade física e o conforto do atleta durante a competição (Bangsbo, 2015b).

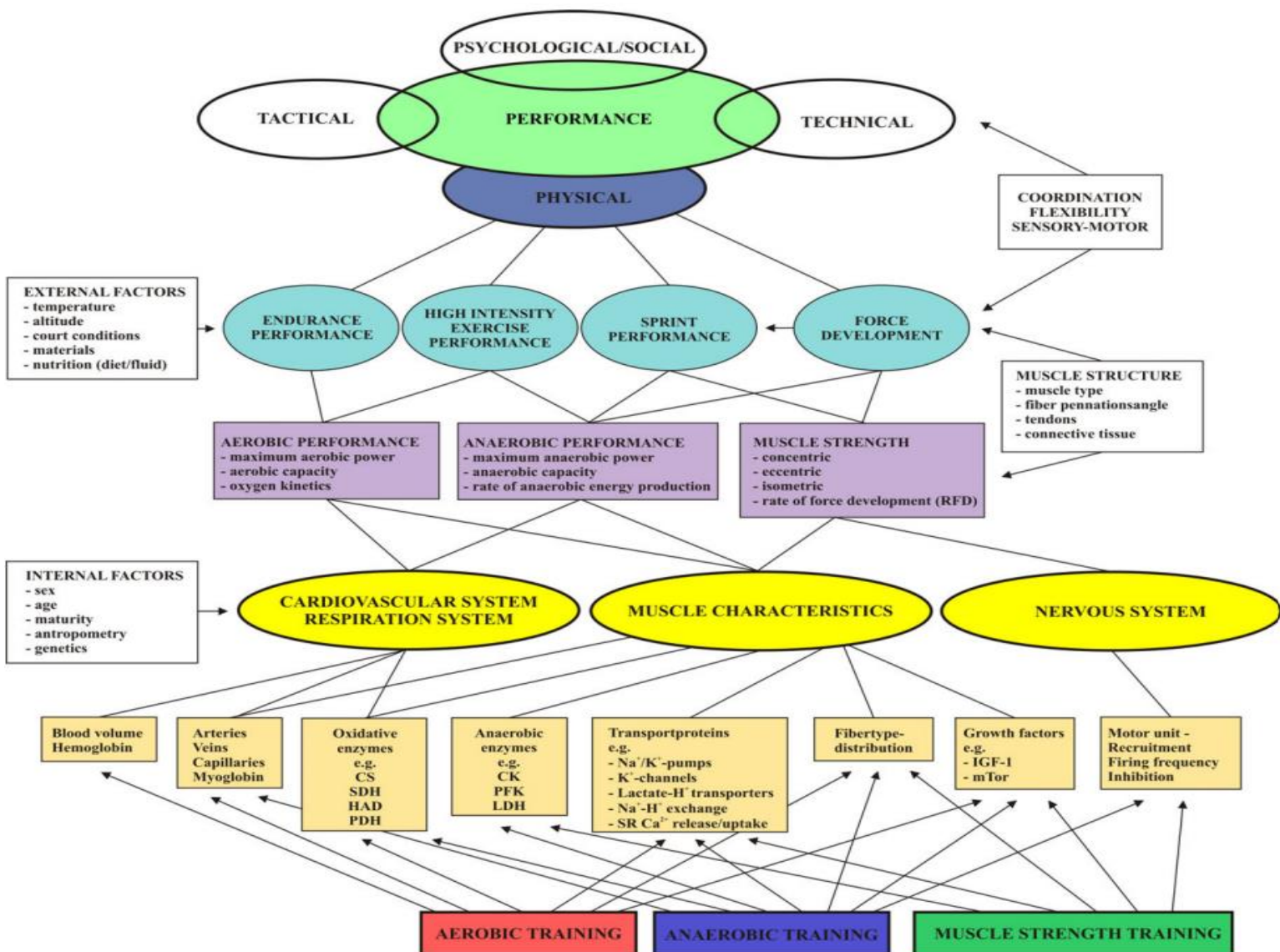


Figura 1- Modelo holístico da performance

Em condições ideais, as exigências no desporto estão intimamente relacionadas com a capacidade física do atleta, que pode ser dividida nas seguintes categorias: (a) a capacidade de realizar exercícios prolongados (resistência); (b) a capacidade de se exercitar a alta intensidade durante um período prolongado; (c) a capacidade de correr; e (d) a capacidade de desenvolver uma elevada potência (força) em ações únicas, como o pontapé no futebol e o salto no voleibol (Figura 1). Nem todas as categorias são relevantes em todos os desportos; por exemplo, a componente de resistência não será a mais importante para um corredor de 100 m.

Relação entre sistemas fisiológicos e performance

A capacidade aeróbica refere-se à habilidade do corpo em utilizar oxigénio para produzir energia durante atividades prolongadas e de intensidade moderada, sendo fundamental para a resistência. Esta capacidade depende principalmente da eficiência do sistema cardiovascular (coração e vasos sanguíneos) e do sistema respiratório (pulmões e vias respiratórias), que asseguram o transporte e a utilização adequada do oxigénio. Por sua vez, a capacidade anaeróbica está relacionada com esforços curtos e intensos, em que a energia é produzida sem a necessidade imediata de oxigénio, utilizando reservas internas de energia. Esta capacidade está ligada à função muscular e ao metabolismo energético, sendo influenciada pela composição das fibras musculares, que podem ser predominantemente rápidas (para explosão e força) ou lentas (para resistência).

A produção de força muscular depende não só das características do tecido muscular, mas também do sistema nervoso, que controla a ativação e coordenação dos músculos durante o movimento. Ao longo de uma época desportiva, existem inúmeras sessões de treino que, quando acompanhadas por momentos de competição, vão causar fadiga muscular. O acumular desta fadiga tem como consequência a diminuição da performance do atleta, desta forma, é necessário, outros métodos de treino que permitam continuar a preparação física com menos carga interna. Métodos isométricos permitem treinos de baixa ou alta intensidade com menor dano muscular e fadiga ajudando, desta forma, o atleta a recuperar e a melhorar o seu desempenho e rendimento desportivo mesmo com fadiga acumulada da competições e treinos anteriores (Lum & Barbosa, 2019).

TREINO DE FORÇA E PERFORMANCE DE ATLETAS

Os atletas, independentemente da modalidade praticada, procuram alcançar a excelência e os melhores resultados possíveis. No entanto, têm consciência de que, para tal, é necessário um treino que vá além da simples prática da sua modalidade específica. O treino de força melhora a potência e reduz o risco de lesões. No entanto, se mal planeado, pode causar efeitos indesejados, como aumento excessivo de massa muscular (hipertrofia), alterações nas fibras musculares e perda de eficiência motora. É fundamental ajustar variáveis como a carga, o volume, a velocidade de execução e o tipo de exercícios para adaptar o treino às necessidades de cada atleta e de cada modalidade. É essencial evitar treinar até à falha e planejar bem a combinação entre treinos de força e treinos específicos da modalidade (corrida, ciclismo, etc.) (Van Hooren et al., 2024). Estes benefícios, para além de melhorarem o desempenho desportivo, contribuem para a longevidade da carreira do atleta, permitindo uma prática mais sustentada e menos suscetível a interrupções causadas por lesões (Suchomel et al., 2016).

TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO

UMA INTRODUÇÃO AO TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO (IST)

O nosso corpo é constituído por musculo que consegue realizar vários tipos de contrações, tendo, cada uma, as suas características e importância. Os tipos de contrações musculares são:

- Contrações isométricas onde não existe alongamento nem encurtamento do musculo, consiste em realizar força em um certo comprimento das fibras musculares;
- Contração concêntrica - consiste no encurtamento das fibras musculares onde a força aplicada pelo mesmo é maior do que a carga ativa sobre ele. No exercício do supino, a fase concêntrica seria quando a carga está a ser empurrada para cima;

- Contração excêntrica – consiste no alongamento das fibras musculares onde a força aplicada pelo mesmo é menor do que a carga ativa sobre ele. No exercício do supino, a fase excêntrica seria quando a carga está a ser descida pelo praticante.

Comparando estes três tipos de contrações, é possível delinear qual a importância de cada uma e qual a sua utilidade. As contrações excêntricas são caracterizadas por causar mais dano muscular resultando em maior fadiga, causando assim, uma necessidade de maior tempo de recuperação. As contrações isométricas e concêntricas, por outro lado, resultam em menor dano muscular requerendo menos necessidade de repouso, mas, desta forma, causam menores ganhos a nível hipertróficos e ganhos de força (Böge & Patlar, 2022) (Kay et al., 2000). Assim sendo, o treino isométrico é um método usado, normalmente, em momentos onde é necessário realizar algum tipo de treino ou avaliação específica com a menor fadiga resultante. As contrações do tipo isométricas também estão associadas a um menor risco de lesão nas fibras musculares, sendo o risco mais elevado e a lesão mais severa nas contrações excêntricas (Faulkner et al., 1993).

No treino de atletas é necessário conseguir os melhores resultados com o menor esforço e carga interna para o atleta pois é importante que o mesmo esteja sempre na sua melhor forma física possível para a competição, ou seja, a eficácia é essencial e todos os minutos fazem a diferença. O treino isométrico, ao resultar em menos fadiga e carga interna, tornou-se uma ferramenta essencial no que ao planeamento e periodização do treino diz respeito e, com isto, origina inúmeros artigos científicos com este tema.

Evolução do número de artigos baseados no treino isométrico

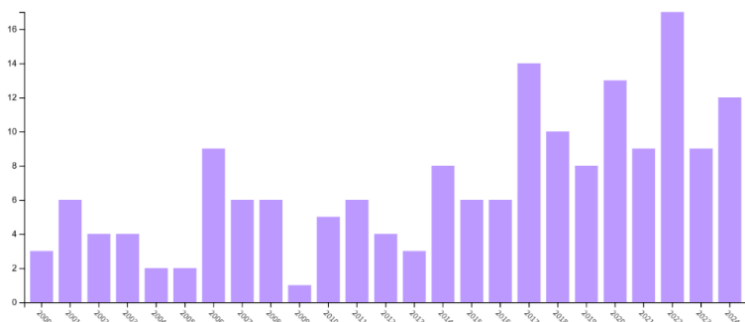


Figura 3- Número de artigos publicados tendo em seu título "Treino isométrico" (fonte: Web of Science)

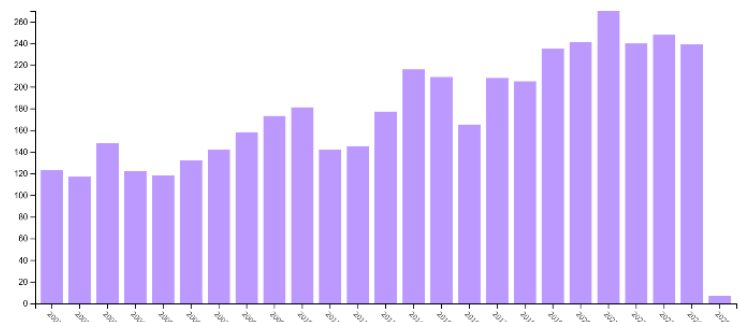


Figura 2- Número de artigos publicados usando como pesquisa "contração isométrica" (fonte: Web of Science)

Desde o ano 2000, tem existido um incremento nos números de artigos publicados baseados em treino isométrico. Esta pesquisa foi realizada não só na área da performance desportiva, mas também na área da medicina como pós-cirurgia e recuperação de lesões. A popularidade deste tema pode também ter sido motivação para a realização de muitos artigos.

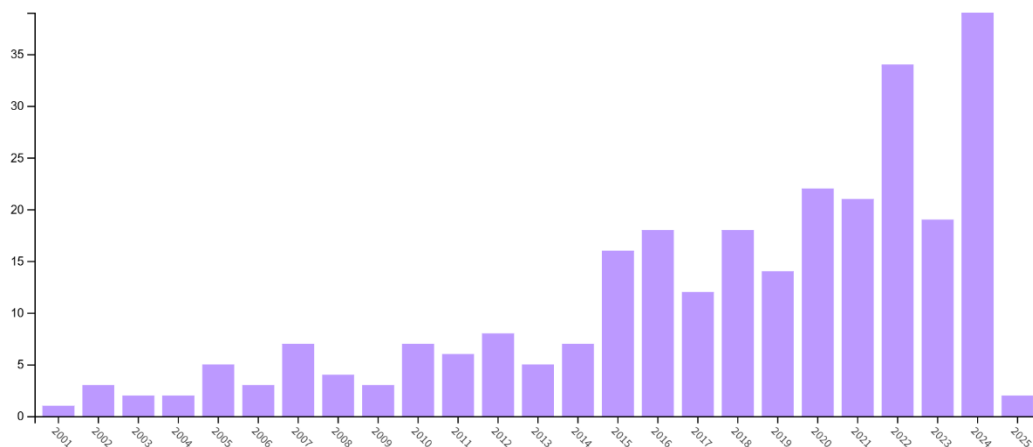


Figura 4- Número de artigos publicados usando como pesquisa " isometric training and athletic performance" (fonte: Web of Science)

O treino isométrico tem vindo a assumir um papel crescente no âmbito das ciências do desporto e da reabilitação, como evidenciado pelo aumento consistente do número de publicações científicas sobre o tema nas últimas décadas. Esta modalidade distingue-se por permitir o desenvolvimento da força muscular sem que haja movimento articular, o que traduz uma menor carga interna e um risco reduzido de lesão para o praticante. Estas características tornam o treino isométrico particularmente relevante em contextos onde a minimização da fadiga e da sobrecarga são essenciais, como em fases pré-competitivas ou durante a própria competição, em que os atletas necessitam de manter o rendimento sem comprometer a recuperação. Para além do desporto de alta competição, o treino isométrico tem também sido amplamente estudado e aplicado na área clínica, especialmente em processos de reabilitação e pós-cirúrgicos, onde a limitação do movimento é uma condição frequente. O interesse crescente nesta modalidade reflete a necessidade de métodos de treino e reabilitação que sejam eficazes, seguros e adaptáveis a diferentes populações. A versatilidade do treino isométrico, aliada à sua simplicidade e baixa exigência em termos de equipamentos, contribui para a sua popularidade e difusão tanto em ambientes desportivos como clínicos. Assim, o treino isométrico emerge como uma ferramenta importante, não só pelo seu potencial no desenvolvimento da força e

prevenção de lesões, mas também pela sua capacidade de ser aplicado em diferentes fases do processo de treino e recuperação, respondendo às exigências específicas de cada momento.

CARACTERÍSTICAS DO TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO

As contrações isométricas apresentam um padrão de ativação relativamente constante, caracterizado pela manutenção do comprimento muscular durante a contração, com recrutamento mais estável das unidades motoras. Este padrão contrasta com o recrutamento mais variável e seletivo observado nas contrações excêntricas, onde ocorre o alongamento ativo das fibras musculares, gerando maior tensão mecânica. A compreensão destes padrões é essencial, pois determina os estímulos neuromusculares que conduzem às adaptações musculares específicas e influencia a fadiga e o risco de lesão (Kay et al., 2000).

As contrações excêntricas são identificadas como as principais causadoras de dano estrutural nas fibras musculares, devido à elevada tensão e alongamento ativo que produzem. Estas lesões desencadeiam processos inflamatórios e requerem períodos prolongados de recuperação. Por outro lado, o treino isométrico provoca menos dano muscular e reduz a incidência de dor tardia e processos inflamatórios. Este fator torna o treino isométrico uma alternativa mais segura para induzir ganhos de força, sobretudo em populações iniciantes ou em fases de reabilitação. Além disso, exposições progressivas ao estímulo excêntrico diminuem o dano subsequente, mas este efeito é menos necessário no treino isométrico, devido ao seu menor potencial lesivo (Faulkner et al., 1993).

O treino excêntrico provoca aumentos significativos nos marcadores bioquímicos de dano muscular e inflamação, como a creatina quinase, lactato desidrogenase e interleucina-6. Em contraste, o treino isométrico, ao longo de oito semanas, não induz fadiga significativa nem elevações marcantes destes marcadores, sugerindo que é uma forma de treino menos estressante para o músculo. Esta característica torna o treino isométrico ideal para manutenção e desenvolvimento da força sem comprometer a integridade muscular, podendo ser utilizado em fases de maior volume de treino ou em contextos clínicos, onde a recuperação e a prevenção de lesões são prioritárias (Böge & Patlar, 2022b).

Um estudo realizado por Schaefer & Bittmann, (2017) investigou a existência de duas formas distintas de contração isométrica: a ação isométrica de sustentação (Holding Isometric Muscle Action – HIMA) e a ação isométrica de empurrar (Pushing Isometric Muscle Action – PIMA). Embora ambas impliquem contração muscular sem alteração do comprimento, os autores propuseram que os mecanismos neuromusculares subjacentes poderiam diferir, consoante se trate de resistir a uma força externa (HIMA) ou de exercer força contra uma resistência estática (PIMA). O estudo envolveu 10 participantes que realizaram tarefas isométricas ao nível do cotovelo com 80% da força máxima voluntária. Foram recolhidos dados de força, aceleração, bem como sinais musculares e tendinosos (MMG e MTG). Os resultados mostraram que a resistência à fadiga foi significativamente menor na HIMA, com os participantes a manterem a contração durante menos tempo (19 ± 8 s) do que na PIMA (41 ± 24 s). Também se verificou menor estabilidade da força na HIMA, e maior ativação tendinosa do tríceps braquial. Os autores concluíram que a HIMA exige maior controlo neuromuscular e conduz a fadiga mais rapidamente, o que apoia a existência de duas formas funcionalmente distintas de isometria. Esta distinção pode ter implicações relevantes no treino e na reabilitação, ao influenciar o planeamento de exercícios isométricos em função dos objetivos pretendidos.

O treino isométrico oferece uma forma eficaz de aumentar a força muscular com menor risco de dano e fadiga, o que permite maior frequência e recuperação mais rápida. O padrão neuromuscular estável favorece o desenvolvimento da força em ângulos articulares específicos, melhorando a estabilidade e o controlo motor. Além disso, o treino isométrico pode ser usado em combinação com modalidades dinâmicas (concêntricas e excêntricas), permitindo uma periodização equilibrada que maximize a adaptação muscular, minimize o risco de lesão e otimize a performance atlética. Desta forma, o treino de força isométrico possui um papel estratégico nas fases iniciais, de manutenção e de recuperação dentro de um programa de treino periodizado. A compreensão dos mecanismos neuromusculares, dos processos de dano muscular e das respostas de fadiga associados a cada tipo de contração é fundamental para desenhar programas de treino seguros, eficazes e adaptados às necessidades individuais. Esta abordagem contribui para uma melhor gestão da carga de treino, promovendo ganhos de força sustentados e minimizando complicações musculares.

As lesões são um fator determinante na carreira de um atleta e vão resultar num menor volume de treino e menor preparação física. Durante uma lesão, é necessário repouso e

um processo de reabilitação. Durante este processo, é comum restringir o atleta a vários movimentos realizados pré lesão. O treino de força isométrico tem um papel fundamental neste processo pois ao conseguir trabalhar/recrutar as fibras muscular em certo comprimento, possibilita o treino das mesmas, mesmo com a presença da lesão, de uma forma mais segura (Oranchuk et al., 2019).

TREINO DE FORÇA ISOMÉTRICO COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO E MONOTORIZAÇÃO

A avaliação e monotorização das capacidades físicas de um atleta é um ponto fulcral da evolução do mesmo pois, sem avaliações recorrentes não é possível obter dados concretos e desta forma perceber se o treino aplicado está a surgir o efeito desejado. Tendo já o atleta inúmeros fatores que causam muita carga interna, ao avaliá-lo não é sensato provocar ainda mais fadiga. Desta forma, são necessárias ferramentas de avaliação cujo processo seja mais simples para o atleta. A capacidade de produzir força isometricamente é uma ferramenta viável e validada cientificamente para avaliar capacidades físicas como o salto e a velocidade (Thomas et al., 2017). Os testes de força isométricos são mais seguros possuindo um menor risco de lesão e fadiga, mas, estão também correlacionados com as capacidades dinâmicas dos membros superiores e inferiores, sendo o angulo de produção de força avaliado ser o mais próximo do movimento dinâmico desejado (Lum et al., 2020).

Ao realizar estudos com os seus atletas, muitos investigadores e treinadores optam por usar exercícios isométricos como método de avaliação para que, desta forma, seja possível verificar quaisquer tipos de evolução sem elevado gasto energético. A execução de testes isométrico e a sua fadiga subsequente não vão causar alterações significativas na força dinâmica do sujeito (Smajla et al., 2024). A isometria também é uma ótima referência, pois sua consistência a torna uma ferramenta viável e confiável quando aplicada a diversos tipos de movimentos (Jackson et al., 2017). O exercício mais escolhido é o midthigh pull, mas este e outros exercícios isométricos podem ser afetados por fatores que indicam uma necessidade em realizar os testes sempre com o mesmo método e processo, tais como:

- Atenção do praticante (Halperin et al., 2016)

- Força de pega e antebraço (Rhodes et al., 2022)
- Ingerir café e outro tipo de substâncias que possam afetar o estado de prontidão do atleta (DONAHUE et al., 2022).
- A presença de música, a gosto do atleta, que altera a percepção de fadiga (Poon et al., 2024)

MÉTODOS

2.1 ESTRATÉGIA E CRITÉRIOS E ELEGIBILIDADE

A investigação científica compreende diversos métodos de pesquisa, cada um com finalidades específicas. Dependendo dos materiais e métodos aplicados a determinado tema, podem emergir diferentes tipos de resultados, o que frequentemente conduz a interpretações contrastantes e, por vezes, conflitantes. No âmbito da análise de um tema de investigação e da revisão crítica dos estudos presentes na literatura, assim como dos seus diversos resultados, as revisões têm como objetivo sumarizar e sistematizar essas evidências (por exemplo, revisões sistemáticas, scoping reviews ou revisões narrativas), cada uma delas com propósitos e metodologias distintas. A revisão sistemática foca-se num tema específico e bem definido, procurando, através de critérios pré-estabelecidos, obter uma resposta clara e fundamentada na literatura existente. Em contraste, a scoping review aborda um tema mais amplo, proporcionando uma visão geral e exploratória da literatura disponível. Enquanto a revisão sistemática assenta unicamente em evidências empíricas, a scoping review pode também incluir fontes não empíricas. Deste modo, a scoping review constitui um tipo de estudo que visa mapear e fornecer uma panorâmica abrangente sobre um determinado campo de investigação (Moher et al., 2015; Pham et al., 2014).

Num esforço para fornecer orientação aos autores que realizam scoping reviews, Arksey & O'Malley (2005) desenvolveram uma estrutura metodológica de seis etapas: 1) identificação da questão de investigação, 2) identificação de estudos relevantes, 3) seleção dos estudos, 4) mapeamento dos dados, compilação, 5) resumo e relato dos resultados, e 6) consulta das partes interessadas para informar ou validar os resultados do estudo, sendo esta última etapa de carácter opcional. Embora esta estrutura forneça uma excelente base metodológica, os estudos de scoping review podem continuar a carecer de descrição metodológica ou de detalhes suficientes sobre o processo de análise de dados, dificultando a compreensão dos leitores sobre como os resultados do estudo foram determinados. Por este motivo, os mesmos autores incentivam outros autores a refinar a sua estrutura para melhorar a metodologia.

1. Identificação da questão de investigação

- A identificação da questão de investigação fornece o roteiro para as etapas subsequentes.

2. Identificação dos estudos relevantes

- Esta fase envolve a identificação dos estudos pertinentes e o desenvolvimento de um plano decisório sobre onde pesquisar, que termos utilizar, que fontes serão pesquisadas, o período temporal e a língua. A abrangência e a amplitude são fundamentais na pesquisa.

3. Seleção dos estudos

- A seleção dos estudos implica a aplicação de critérios de inclusão e exclusão a posteriori.

4. Extração dos dados

- É desenvolvido um formulário para extração de dados, utilizado para recolher informações de cada estudo. Utiliza-se um método de “revisão narrativa” ou “análise descritiva” para extrair informações contextuais ou relacionadas com processos de cada estudo.

5. Agrupamento, sumário e relato dos resultados

- Um quadro analítico ou construção temática é utilizado para fornecer uma visão geral da amplitude da literatura, sem realizar uma síntese.

Uma vez que cada tipo de revisão tem um objetivo próprio, é importante seguir determinados procedimentos ou protocolos para assegurar que o propósito da investigação seja atingido. No caso da scoping review, existem procedimentos específicos que auxiliam o início e o desenvolvimento da investigação.

No âmbito da presente revisão, a questão de investigação e os critérios de elegibilidade foram definidos através da abordagem PICOS — População, Intervenção, Comparação ou Controlo, Resultados, Desenho do estudo. Foram definidos critérios claros de inclusão e exclusão, com o objetivo de garantir o rigor e a relevância dos estudos selecionados.

Relativamente à população, foram incluídos apenas artigos que referissem explicitamente atletas, independentemente do seu nível, seja em contexto profissional ou amador. Foram excluídos todos os estudos cuja amostra fosse composta por indivíduos não atletas, por não se enquadrarem no objetivo da investigação, centrado na preparação física desportiva.

No que diz respeito à intervenção, foram incluídos artigos que abordassem o treino de força isométrico aplicado no contexto da preparação física de atletas. Estudos que utilizassem este tipo de treino com outros fins, como reabilitação clínica, controlo de doenças ou objetivos não relacionados com a performance desportiva foram excluídos. Quanto à comparação, foram considerados relevantes tanto os artigos que analisavam o treino isométrico isoladamente como ferramenta de preparação física, como aqueles que o comparavam com outros métodos de treino. Não foram estabelecidos critérios de exclusão para esta categoria. Em relação aos resultados, os artigos selecionados deveriam permitir reunir informação pertinente sobre o treino de força isométrico, com o intuito de apoiar e orientar profissionais da preparação física na sua prática. Foram excluídos os estudos que não apresentavam dados de referência (linha de base) e de seguimento (follow-up), por não permitirem uma análise completa dos efeitos do treino. Por fim, no que se refere ao desenho dos estudos, foram incluídas investigações que utilizassem o treino isométrico como método principal ou concorrente no processo de treino. Foram excluídos todos os tipos de revisão (sistemática, narrativa, integrativa, etc.), dado que a presente dissertação já assume esse papel de revisão da literatura.

2.2 FONTES DE INFORMAÇÃO E MÉTODOS DE PESQUISA

A informação obtida para esta scoping review foi através das plataformas pubmed e web of science. Foi usado a seguinte estratégia de pesquisa ((isometric) AND (strength)) AND (training) AND (athl*)

2.3 PROCEDIMENTOS DE EXTRAÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS, E SÍNTESE DOS RESULTADOS

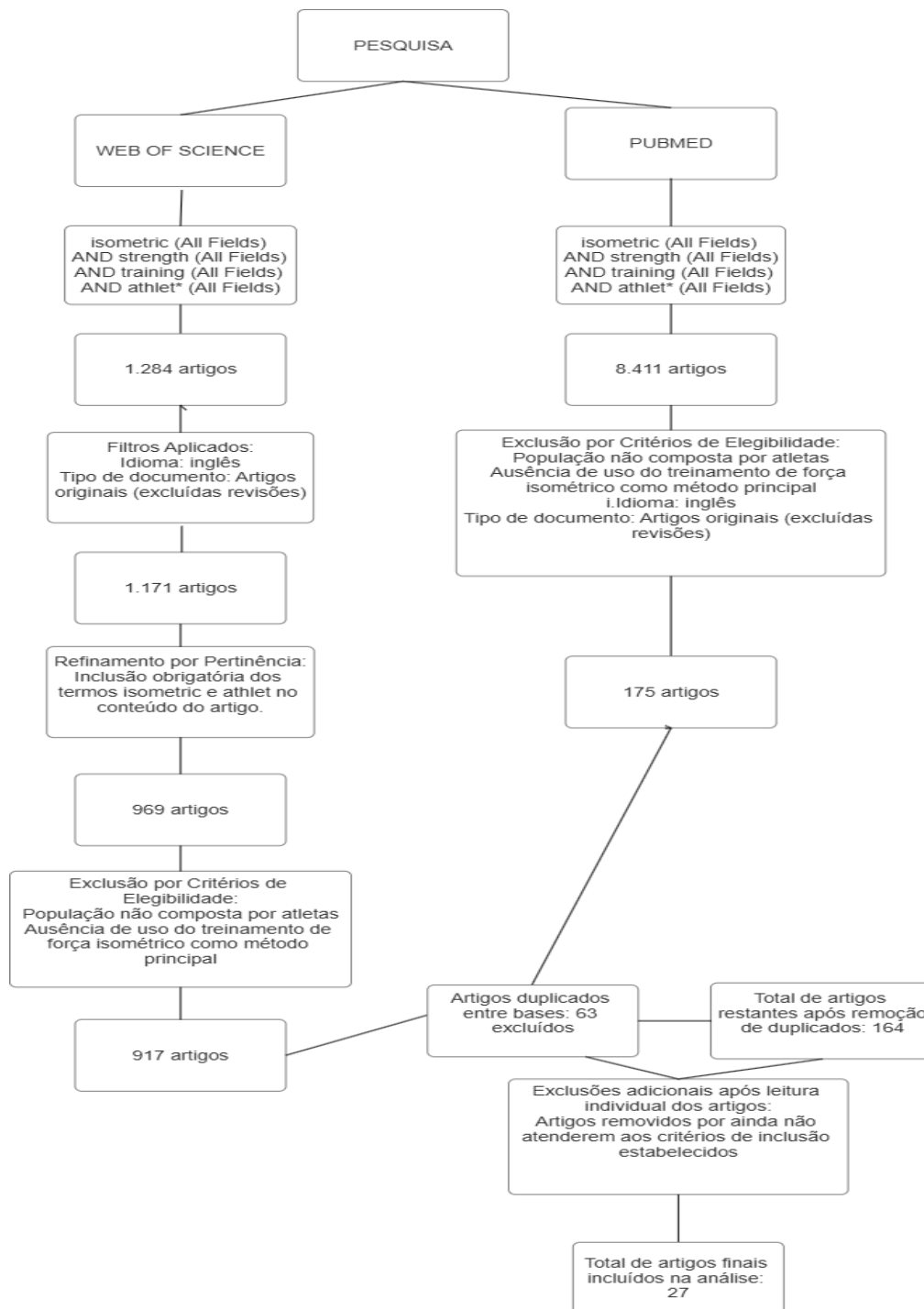


Figura 2. Diagrama com a metodologia adotada no presente trabalho.

Esta scoping review seguiu um processo estruturado de identificação, seleção e inclusão de estudos relevantes, com o objetivo de mapear a evidência existente sobre o treino de

força isométrico em populações atléticas. A pesquisa foi realizada nas bases de dados Web of Science e PubMed, utilizando a seguinte estratégia de pesquisa: `*"isometric" AND "strength" AND "training" AND "athlet"*`, aplicada a todos os campos (All Fields), de forma a captar o maior número possível de estudos pertinentes. Na base Web of Science, foram inicialmente identificados 1.284 artigos. Após aplicação de filtros (idioma: inglês; tipo de documento: artigos originais, excluindo revisões), foram retidos 1.171 artigos. Posteriormente, realizou-se um refinamento adicional, exigindo a presença obrigatória dos termos *isometric* e *athlet* no conteúdo dos artigos, resultando em 969 artigos, dos quais 917 cumpriram os critérios iniciais de elegibilidade (população atlética e treino isométrico como intervenção principal). Na base PubMed, foram encontrados 8.411 artigos. Todo o processo de seleção e exclusão nesta base foi realizado manualmente, sem recurso a software especializado. Foram incluídos apenas artigos que cumpriam os critérios estabelecidos: utilização do treino isométrico como foco principal da intervenção, população constituída por atletas, idioma inglês e exclusão de revisões. Esta triagem manual resultou em 175 artigos elegíveis. Após a junção das duas bases de dados, foram removidos 63 artigos duplicados, totalizando 164 artigos únicos. Todo o processo de gestão dos dados, desde a triagem até à exclusão de duplicados, foi realizado com recurso a uma folha de cálculo Microsoft Excel, utilizada para organizar, registar e rastrear a decisão sobre cada estudo. Seguiu-se uma leitura individual e completa dos 164 artigos restantes, o que permitiu identificar estudos que, apesar de inicialmente parecerem elegíveis, não cumpriam integralmente os critérios estabelecidos. Após esta análise final, foram incluídos 27 artigos na presente scoping review.

2.4 QUALIDADE METODOLÓGICA

De forma a assegurar a qualidade metodológica e científica desta dissertação, procedeu-se à sua avaliação com base nos critérios do instrumento SANRA - Scale for the Assessment of Narrative Review Articles, desenvolvido por Baethge et al., 2019. Este instrumento foi especificamente concebido para avaliar a qualidade de revisões narrativas, através de seis critérios fundamentais:

1. justificação da relevância do tema,
2. clareza dos objetivos,
3. abrangência e atualidade da revisão da literatura

4. estrutura e coerência lógica do texto
5. fundamentação do raciocínio científico
6. articulação das conclusões com base na evidência disponível.

A aplicação destes critérios à presente dissertação resultou numa pontuação total de 12 em 12 possíveis, o que reflete o cumprimento integral dos padrões exigidos para revisões narrativas de qualidade. O tema escolhido, treino de força isométrico no contexto da preparação física de atletas, foi devidamente justificado, tendo em conta o aumento do interesse científico nesta abordagem e as incertezas ainda existentes relativamente à sua aplicação prática. Os objetivos foram claramente definidos, orientando toda a estrutura do trabalho. A revisão da literatura foi conduzida com recurso a bases de dados reconhecidas (PubMed e Web of Science), tendo sido incluídos apenas estudos empíricos, revistos por pares e publicados entre 2000 e 2023, o que assegura a atualidade e relevância das fontes utilizadas. A dissertação apresenta uma organização lógica e coerente, desde a introdução até às conclusões, permitindo ao leitor compreender facilmente o percurso argumentativo seguido. O raciocínio científico foi construído com base em evidência sólida, destacando tanto os benefícios do treino isométrico como as limitações metodológicas dos estudos incluídos nomeadamente, a escassez de dados provenientes de atletas de alto rendimento. Por fim, as conclusões foram bem fundamentadas, articulando os principais achados da revisão com recomendações práticas, nomeadamente no que respeita à mitigação da fadiga, prevenção de lesões e respeito pela individualidade biológica dos atletas. A utilização do instrumento SANRA permitiu, assim, validar a estrutura e a abordagem adotadas, garantindo o rigor académico da presente revisão narrativa.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tabela 1. Principais resultados obtidos.

Autor	População	Modalidade	Principais resultados
(Dyas et al., 2025)	14 Jovens ginastas de trampolins de elite	Ginástica Trampolim	Treino isométrico pode melhorar capacidades de salto e força explosiva.
(Bailey et al., 2025a)	18 Jogadores de futebol jovens	Futebol	É possível ter ganhos de força e massa muscular com a aplicação de uma modelo de treino isométrico.
(Ahn et al., 2021a)	8 Raparigas jogadores de lacrosse	lacrosse	A posição da barra e o movimento de execução dos exercícios pode alterar os resultados do mesmo.
(Lim & Kong, 2013a)	12 Atletas treinados (sprinters)	Atletismo (sprint)	O princípio da individualidade é essencial ter em conta quando aplicado qualquer método de treino.
(Krzysztofik et al., 2023)	12 Jogadores de andebol	Andebol	Efeitos agudos positivos do treino isométrico na performance de sprint e salto, e propriedades musculares.
(Almosnino et al., 2010)	26 Indivíduos altamente treinados	Treino isométrico do pescoço	Fiabilidade das variáveis força-tempo em músculos do pescoço sob condições isométricas.
(Deng et al., 2022)	10 Jogadoras femininas de futebol, 30 de futebol australiano	Futebol feminino	Estudo controlado randomizado sobre o efeito do treino isométrico no pescoço; sem melhoria significativa.

(Clarkson et al., 1980a)	8 Atletas de força e 7 de endurance	Atletismo/Desportos variados	Relação entre força isométrica máxima e composição das fibras musculares depende de vários fatores como a especificidade do treino e do atleta em si.
(Harrison et al., 2024a)	15 Atletas masculinos treinados	Treino de força e potência	Priming com agachamento com salto leve ou isométrico não melhorou significativamente a performance muscular, mas aumentou ligeiramente a percepção de prontidão ~3 horas após o exercício.
(Baiget et al., 2023)	16 Jovens jogadores de ténis	Ténis	Programa de 6 semanas de treino isométrico específico para articulações, melhorou a velocidade do movimento do serviço.
(Gilmore et al., 2019)	28 atletas de softball	softball	Aquecimento potenciador isométrico de alta intensidade aumenta a velocidade do bastão (swing).
(Lum et al., 2021)	20 atletas de sprint kayaking	Canoagem sprint + treino de força isométrico	Treino isométrico em conjunto com o treino de força tradicional obteve melhorias significativas nos tempos de sprint e produção de força.
(Rio et al., 2017a)	20 atletas (18 homens e 2 mulheres) com tendinopatia patelar	Exercícios de resistência muscular (isométricos vs. isotônicos)	Contrações isométricas proporcionam maior alívio imediato da dor quando comparado com isotônicos, em 4 semanas de treino.

(Lee & McGill, 2017)	24 homens (12 atletas de muay thai e 12 sem experiência em treino de core)	Treino isométrico do core	Uma sessão de 15 minutos aumentou rigidez ativa e passiva do torso, independente da experiência prévia.
(Kalinowski et al., 2022a)	13 jogadoras de voleibol semi-profissionais	Treino combinado isométrico e pliométrico	Exercícios bilaterais aumentaram salto vertical, unilateral aumentou rigidez do tendão de Aquiles, sem melhorias na agilidade.
(Allégué et al., 2023)	36 jogadores juniores de andebol masculino	Treino combinado isométrico + pliométrico vs. treino de força contrastante	Treino combinado promove melhorias superiores em velocidade, agilidade, lançamentos e salto vertical comparado a treino contrastante.

Desenvolvimento da Força e Potência

O treino de força isométrico tem vindo a demonstrar uma eficácia significativa na melhoria da força máxima e da potência em atletas, representando uma alternativa ou complemento válido ao treino de força dinâmico tradicional. A especificidade articular e o controlo rigoroso da amplitude na execução dos exercícios isométricos possibilitam potenciar adaptações neuromusculares importantes. Estas adaptações traduzem-se em melhorias da produção de força e potência aplicadas a gestos desportivos específicos, como saltos e sprints.

A evidência indica que o treino isométrico pode aumentar o tempo de voo em atletas de modalidades que requerem explosão muscular, como observado em ginastas juniores, demonstrando a sua capacidade de promover adaptações funcionais diretamente relacionadas com a performance desportiva (Dyas et al., 2025). Esta eficácia está associada à capacidade do treino isométrico para induzir aumentos localizados na força máxima e na rigidez muscular, características essenciais para a produção de potência em movimentos rápidos e explosivos.

O estudo Bailey et al., 2025 pretendeu comparar os efeitos de seis semanas de treino de força isométrico (IST) com os do treino de força tradicional dinâmico (TST) no desenvolvimento da força máxima, potência e velocidade em jogadores de futebol Sub-19 de uma academia de formação de um clube da segunda liga inglesa. A amostra foi composta por 18 jogadores, com idade média de 17,2 anos, divididos aleatoriamente em dois grupos de treino: um grupo com treino isométrico (IST) e outro com treino tradicional dinâmico (TST), ambos com nove participantes. Durante um período de seis semanas, cada grupo realizou doze sessões de treino, com os mesmos exercícios fundamentais, mid-thigh pull, split squat e hip thrust, diferenciando-se apenas no tipo de contração muscular aplicada: isométrica no grupo IST e dinâmica no grupo TST. Para avaliar os efeitos dos dois métodos de treino, foram realizados testes físicos antes e após a intervenção. As avaliações incluíram: força máxima (através do teste de 1 repetição máxima no trap bar deadlift), força isométrica máxima (via isometric mid-thigh pull), potência e altura do salto vertical com contra-movimento (countermovement jump), bem como a velocidade de sprint em distâncias de 10 e 40 metros. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos em relação às melhorias observadas nos indicadores físicos analisados. No entanto, ambos os grupos registaram melhorias significativas ao longo do tempo, nomeadamente no aumento da força máxima ($p < 0,001$), na altura do salto vertical ($p = 0,031$) e na velocidade de sprint aos 40 metros ($p = 0,012$). Estes resultados demonstram que tanto o treino isométrico como o treino tradicional são eficazes no desenvolvimento das capacidades físicas avaliadas. Do ponto de vista prático, os dados sugerem que o treino de força isométrico pode ser uma alternativa viável ao treino dinâmico tradicional em contextos de futebol de formação, especialmente durante períodos da época com elevada densidade de jogos, em que a gestão da fadiga e a prevenção de lesões são cruciais. Por ser menos exigente e provocar menor desgaste físico, o treino isométrico pode ser uma ferramenta útil para manter e desenvolver a força e a potência dos atletas, sem comprometer a recuperação. Em conclusão, a integração estratégica do treino isométrico num plano de treino periodizado pode contribuir para otimizar o rendimento físico de jovens jogadores de futebol, oferecendo uma opção eficaz e segura, comparável ao treino de força dinâmico convencional.

Considerações Biomecânicas e Fisiológicas

A análise biomecânica do treino isométrico evidencia a importância crucial da posição articular e da angulação durante a execução dos exercícios, fatores que influenciam diretamente a ativação muscular e a produção de torque. Um estudo de Ahn et al., 2021, revela que pequenas alterações na posição da barra ou no alinhamento do segmento corporal podem modificar significativamente os níveis de torque gerados e o recrutamento dos grupos musculares envolvidos, influenciando a eficácia do treino.

Do ponto de vista fisiológico, as contrações isométricas promovem adaptações neuromusculares que melhoram a eficiência do recrutamento motor e aumentam a resistência à fadiga, elementos fundamentais para a performance em esforços intensos e de curta duração (Lim & Kong, 2013a). Além disso, o treino isométrico influencia as propriedades viscoelásticas do músculo, ajustando a rigidez e elasticidade do tecido muscular, o que tem um impacto direto na capacidade de gerar força explosiva e na resistência a lesões musculoesqueléticas (Krzysztofik et al., 2023).

Aplicações Práticas e Variáveis do Treino

A prescrição do treino isométrico deve ter em consideração um conjunto de variáveis que condicionam a sua eficácia, nomeadamente a posição da barra durante o exercício, a duração da contração, a intensidade e o volume total do treino. Estudos biomecânicos demonstram que a posição da barra, especialmente em exercícios de puxar isométricos, modifica substancialmente a ativação muscular e o torque gerado nas articulações envolvidas, podendo ser usada estrategicamente para otimizar os efeitos do treino (Ahn et al., 2021b)

Contudo, nem todos os grupos musculares respondem igualmente ao treino isométrico. Por exemplo, um plano de fortalecimento isométrico do pescoço não mostrou melhorias significativas na força, embora os testes isométricos continuem a ser uma ferramenta fiável para avaliação contínua deste grupo muscular (Almosnino et al., 2010; Deng et al., 2022).

Força Isométrica e o Princípio da Individualidade

A resposta ao treino isométrico é altamente variável entre atletas, sendo influenciada por fatores individuais como o tipo de fibras musculares predominantemente recrutadas (fibras lentas versus fibras rápidas) e as especificidades da modalidade desportiva

(Clarkson et al., 1980b; Lim & Kong, 2013b). Assim, o treino de força máxima isométrico deve ser adaptado ao atleta e ao grupo muscular alvo, enfatizando a necessidade de protocolos específicos. Além disso, a percepção subjetiva do atleta relativamente a este tipo de treino e a sua carga interna podem variar consideravelmente, afetando a eficácia e adesão ao programa de treino (Harrison et al., 2024b). Apesar do impacto do treino isométrico não ser garantido para todos, um planeamento cuidadoso pode proporcionar benefícios, inclusive ao nível da resistência muscular, conforme demonstrado em atletas de corrida (Lum et al., 2023).

Efeitos do Treino Isométrico na Performance Atlética

O estudo de Baiget et al., 2023 avaliou os efeitos de um programa de treino isométrico específico de articulações, com duração de seis semanas, na velocidade e precisão do serviço, bem como nas capacidades neuromusculares de jovens jogadoras de ténis. Participaram 16 atletas, divididos em dois grupos: um grupo experimental, que realizou treino isométrico combinado com o treino habitual, e um grupo controlo, que manteve apenas o treino regular. O treino isométrico foi realizado três vezes por semana e focou-se na rotação interna e flexão do ombro, com exercícios aplicados em ângulos articulares específicos da fase de aceleração do gesto técnico do serviço. As variáveis analisadas incluíram a velocidade e precisão do serviço, bem como indicadores neuromusculares como a força isométrica máxima (MVC), a taxa de desenvolvimento de força (RFD) e o impulso (IMP). As medições foram feitas antes do início do programa, a meio (3 semanas) e após as seis semanas de treino. Os resultados demonstraram que o grupo experimental apresentou um aumento significativo de 7% na velocidade do serviço ao final das seis semanas, sem comprometer a precisão do gesto técnico. A nível neuromuscular, observaram-se aumentos significativos na RFD e no impulso, sobretudo a partir dos 150 ms de contração, com tamanhos de efeito elevados. Já o grupo controlo não apresentou melhorias significativas em nenhuma das variáveis analisadas. Estes resultados, e segundo o estudo, indicam que um programa de treino isométrico direcionado a articulações específicas pode induzir adaptações positivas relevantes na performance desportiva, mesmo num curto período. O facto de a velocidade do serviço ter aumentado sem prejudicar a precisão evidencia que o treino isométrico pode ser integrado de forma eficaz no processo de desenvolvimento físico e técnico de jovens atletas. Além disso, reforça a importância de abordagens de treino que respeitem a especificidade do gesto desportivo e as necessidades de evolução técnica dos praticantes em formação.

Para além dos efeitos a longo prazo, o uso de exercícios de força isométrica como método de aquecimento pode potenciar e melhorar a velocidade do movimento da tacada (Gilmore et al., 2019).

O estudo de Lum et al., 2021 consistiu numa intervenção de seis semanas, com dois grupos experimentais constituídos por 20 atletas de canoagem de velocidade com experiência competitiva. Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: um grupo de controlo que seguiu um programa de treino tradicional (TFD) e outro grupo experimental que substituiu metade do volume de treino dinâmico por exercícios isométricos máximos (TFI), realizados a ângulos articulares específicos que simulam as posições críticas do gesto técnico na canoagem (por exemplo, 90° de flexão do joelho para agachamento, 90° e 120° de flexão do cotovelo para press de banco e puxada em banco, respetivamente). Os indicadores de desempenho avaliados antes e após a intervenção incluíram:

- Prova de 200 metros em ergómetro de canoagem (avaliando a potência média),
- Força máxima isométrica (Peak Force – PF),
- Taxa de desenvolvimento da força nos primeiros 90 ms (Rate of Force Development – RFD90), avaliados nas mesmas posições articulares utilizadas durante o treino isométrico.

Os resultados revelaram melhorias significativas em ambos os grupos ao longo do tempo em todos os indicadores de desempenho, com exceção de algumas medidas de RFD90. No entanto, o grupo TFI apresentou ganhos superiores e estatisticamente significativos comparativamente ao grupo TFD nas seguintes variáveis:

- Potência média na prova de 200 metros ($p = 0.027$),
- Força máxima nos exercícios isométricos (p entre 0.004 e 0.006),
- RFD90 em posições específicas (p entre 0.012 e 0.015).

Estes resultados sugerem que a inclusão de TFI em pontos estratégicos do gesto técnico da canoagem potencia o desempenho desportivo, sobretudo ao nível da produção de força máxima e da sua expressão rápida ambos determinantes no contexto da canoagem de velocidade. Os autores destacam ainda a relevância do princípio da especificidade mecânica e a vantagem de incluir estímulos de treino que replicam, com maior precisão, as exigências da competição. Em conclusão, este estudo demonstra que a integração

parcial de treino isométrico num programa de força convencional resulta em benefícios adicionais no desempenho da canoagem de velocidade, sendo uma abordagem promissora para a prescrição de treino em atletas de modalidades com elevada exigência de força em ângulos articulares específicos.

Treino Isométrico na Reabilitação

A utilização do treino isométrico em contextos de reabilitação tem vindo a ganhar destaque, especialmente no tratamento de lesões tendinosas, como a tendinopatia patelar. Protocolos isométricos demonstraram ser superiores a contrações isotónicas na redução da dor em atletas ativos durante a época competitiva, permitindo a continuidade do treino e competição com menor desconforto (Rio et al., 2017b; Vang & Niznik, 2021). Adicionalmente, o treino isométrico contribui para a recuperação da rigidez e estabilidade do core, parâmetros fundamentais para a prevenção de recidivas de lesões musculoesqueléticas e para a melhoria do controlo motor (Lee & McGill, 2017).

Fortalecimento Muscular e Ósseo

Por não incluir fases concêntricas ou excêntricas, o treino isométrico pode ser menos eficaz do que outras modalidades no fortalecimento global do sistema músculo-tendinoso. Quando o objetivo é o fortalecimento tendinoso em indivíduos saudáveis, o treino pliométrico pode apresentar melhores resultados (Kalinowski et al., 2022b). No entanto, o treino isométrico apresenta vantagens no contexto de recuperação de lesões, devido ao menor risco associado e à possibilidade de trabalhar o músculo em diferentes fases do ciclo muscular de forma segura.

Comparação com outros métodos de treino

Recentemente, a investigação em ciências do desporto tem-se focado nos efeitos de diferentes métodos de treino no desempenho físico de jovens atletas, sobretudo em modalidades com elevadas exigências neuromusculares, como o andebol. Neste contexto, o estudo de por (Allégue et al., 2023) comparou os efeitos de dois protocolos de treino combinado isométrico e pliométrico (COMB) e treino de força em contraste (CST) em jogadores juniores masculinos de andebol. Os participantes foram divididos aleatoriamente em três grupos (COMB, CST e controlo) e realizaram um programa de intervenção de oito semanas, com três sessões semanais adicionais ao treino regular. Foram avaliadas várias variáveis de desempenho antes e depois da intervenção, incluindo

sprint (20 m e 30 m), agilidade (Modified T-Test), salto vertical (CMJ e SJ), força isométrica dos membros inferiores, força de preensão manual e velocidade de lançamento da bola. Os resultados mostraram que o grupo COMB apresentou melhorias significativamente superiores nas variáveis de sprint, agilidade, força de preensão manual e velocidade de lançamento. No salto vertical, apenas o CMJ revelou diferenças significativas, com melhores resultados no grupo COMB. Não se registaram melhorias relevantes no SJ nem na força isométrica dos membros inferiores. Estes dados indicam que o treino combinado isométrico- pliométrico é particularmente eficaz em promover adaptações neuromusculares importantes para o rendimento no andebol, sobretudo ao nível da aceleração, mudança de direção, potência e força dos membros superiores. A superioridade do protocolo COMB poderá dever-se à sua maior especificidade face às exigências da modalidade, maximizando o ciclo alongamento-encurtamento e respeitando o princípio da especificidade. Este estudo reforça a evidência a favor da utilização de métodos de treino mistos e específicos na preparação física de atletas jovens, oferecendo orientações práticas para treinadores e preparadores físicos que pretendam otimizar o desempenho dos seus atletas com base em evidência científica.

Vantagens e Limitações do Treino Isométrico

O treino de força isométrico (IST) apresenta diversas vantagens que justificam a sua aplicação estratégica no contexto desportivo. Destaca-se pela eficácia no aumento da força máxima, da potência e da velocidade, com resultados comparáveis aos do treino dinâmico tradicional. Adicionalmente, permite um controlo preciso da posição articular, facilitando o trabalho em ângulos específicos do gesto técnico e respeitando o princípio da especificidade. A sua simplicidade de execução, a reduzida necessidade de equipamento e a possibilidade de aplicação em situações de restrição de amplitude de movimento como nas fases iniciais de reabilitação tornam o treino isométrico particularmente acessível e funcional. Além disso, representa uma opção vantajosa em fases de elevada densidade competitiva, permitindo manter ou desenvolver a força e a potência com menor impacto físico, contribuindo ainda para a redução da dor em casos de lesões tendinosas. Quando combinado com métodos pliométrico, o IST pode potenciar adaptações superiores em força e potência. Contudo, o treino isométrico também apresenta limitações importantes. A ausência de movimento articular pode comprometer

a transferência para gestos desportivos dinâmicos e complexos. Acresce a monotonia do método, que pode afetar a motivação dos atletas ao longo do tempo. Existe igualmente a necessidade de uma monitorização técnica rigorosa, dado que pequenas alterações na posição articular podem gerar sobrecargas indesejadas, especialmente em articulações vulneráveis. Além disso, a resposta ao treino pode ser variável, dependendo de características individuais como o tipo de fibras musculares predominantes, o historial de treino e a modalidade praticada.

Em síntese, o treino isométrico constitui uma ferramenta útil, eficaz e segura, sobretudo quando utilizada de forma complementar e integrada num programa de treino global. A sua aplicação deve ser cuidadosamente adaptada às necessidades específicas de cada atleta, de forma a maximizar os benefícios e mitigar as limitações associadas.

Limitações na literatura atual

Apesar do crescente interesse pelo treino de força isométrico no contexto desportivo, a literatura científica ainda é limitada no que diz respeito à sua aplicação em atletas. Uma das principais razões para essa escassez de estudos é a dificuldade prática e ética de utilizar atletas como população de investigação. Devido às exigências dos seus calendários de treinos e competições, muitos treinadores e atletas mostram-se reticentes em integrar protocolos experimentais que possam interferir com a performance, a recuperação ou a periodização do treino. Este receio torna complexa a implementação de estudos controlados, especialmente os que requerem alterações significativas nos métodos de treino habituais. Como consequência, grande parte da evidência disponível provém de populações não-atletas, o que limita a generalização dos resultados para contextos de alto rendimento. Para além disso, o princípio da individualidade que reconhece que cada atleta responde de forma única aos estímulos de treino representa um desafio adicional para a investigação nesta área. O rendimento desportivo é influenciado por uma vasta gama de fatores, incluindo características pessoais (como genética, histórico de lesões, estado psicológico), condições de treino, ambiente competitivo e até fatores externos como as condições meteorológicas. Esta complexidade torna difícil isolar os efeitos específicos do treino isométrico sobre a performance, dificultando a generalização dos resultados obtidos. Em conjunto, estes aspetos contribuem para a escassez de estudos robustos e aplicáveis em contexto de alto rendimento, evidenciando

a necessidade de mais investigação controlada, mas também sensível às realidades do desporto de elite.

Sugestão para estudos futuros

Embora o treino de força isométrico tenha demonstrado benefícios relevantes em diversos contextos desportivos, permanece evidente a necessidade de aprofundar a investigação sobre a sua aplicação em atletas de alto rendimento. A literatura atual apresenta limitações, sobretudo no que diz respeito a estudos controlados em ambientes competitivos, o que restringe a compreensão da sua eficácia real em situações de elevada exigência física e técnica. Nesse sentido, futuros estudos deverão centrar-se na análise da resposta individual ao treino isométrico, considerando fatores como o tipo de fibras musculares, a modalidade praticada, o nível de experiência e as características antropométricas dos atletas. Este enfoque poderá permitir uma prescrição mais precisa e personalizada, aumentando a eficácia do estímulo aplicado. Adicionalmente, a investigação sobre a integração do treino isométrico com outras metodologias como a pliometria ou o treino excêntrico pode revelar sinergias importantes para a otimização da performance, sobretudo em modalidades com gestos explosivos e específicos. Também se destaca a pertinência de explorar o papel do treino isométrico em programas de prevenção de lesões e reabilitação, áreas onde o seu potencial prático é reconhecido, mas ainda pouco suportado por evidência científica robusta. Assim, torna-se essencial que os estudos futuros adotem metodologias rigorosas, com amostras representativas de atletas de elite, e que considerem a complexidade inerente ao treino desportivo, contribuindo para uma aplicação mais fundamentada e estratégica do treino isométrico na preparação física contemporânea.

CONCLUSÕES

O treino de força isométrico tem vindo a afirmar-se como uma ferramenta valiosa no desenvolvimento da força, potência e performance desportiva, demonstrando resultados positivos em diferentes modalidades e contextos, desde o rendimento até à reabilitação. A sua eficácia está fortemente associada à especificidade articular e ao controlo rigoroso do estímulo, permitindo adaptações neuromusculares relevantes para gestos atléticos explosivos como sprints, saltos e remates. Estudos recentes mostram que, quando comparado com métodos tradicionais de treino dinâmico, o treino isométrico pode produzir ganhos semelhantes em força máxima, velocidade e potência, sendo, por isso, uma alternativa viável em períodos de elevada densidade competitiva ou em fases de recuperação. A sua integração estratégica permite minimizar a fadiga, reduzir o risco de lesão e manter os níveis de desempenho, fatores cruciais sobretudo em atletas jovens e em contexto de formação. Além disso, a conjugação do treino isométrico com métodos como a pliometria tem revelado efeitos sinérgicos particularmente benéficos em atletas de modalidades exigentes, como o andebol e o ténis, otimizando a transferência de força para situações reais de jogo. As melhorias observadas na taxa de desenvolvimento de força (RFD), na rigidez muscular e na produção de torque reforçam o papel do treino isométrico na preparação física orientada para a especificidade do gesto técnico.

Contudo, importa reconhecer que a resposta ao treino isométrico varia de forma significativa entre atletas, exigindo uma abordagem individualizada que tenha em conta fatores como o tipo de fibras musculares, a modalidade praticada e a perceção subjetiva de esforço. Além disso, embora apresente vantagens claras em contextos específicos (como a reabilitação ou o fortalecimento localizado), o treino isométrico apresenta limitações, como a dificuldade de replicação de movimentos dinâmicos complexos e a potencial monotonia do estímulo. Por fim, apesar do crescente interesse científico, a literatura sobre treino isométrico em atletas de alto rendimento continua limitada, em parte devido às dificuldades logísticas e éticas associadas à investigação em contexto competitivo. Assim, reforça-se a necessidade de mais estudos controlados e aplicáveis à realidade do desporto de elite, que considerem a complexidade e variabilidade da resposta ao treino. Em suma, o treino isométrico, quando bem planeado e integrado num programa de treino periodizado e multifatorial, representa uma abordagem eficaz e segura para a otimização da performance atlética, devendo ser encarado como um complemento estratégico e não exclusivo às metodologias tradicionais de desenvolvimento da força.

BIBLIOGRAFIA

- Ahn, N., Kim, H., Krzyszkowski, J., Roche, S., & Kipp, K. (2021a). Influence of the Bar Position on Joint-Level Biomechanics During Isometric Pulling Exercises. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(6), 1484–1490. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004017>
- Allégue, H., Turki, O., Oranchuk, D. J., Khemiri, A., Schwesig, R., & Chelly, M. S. (2023). The Effect of Combined Isometric and Plyometric Training versus Contrast Strength Training on Physical Performance in Male Junior Handball Players. *Applied Sciences*, 13(16), 9069. <https://doi.org/10.3390/app13169069>
- Almosnino, S., Pelland, L., & Stevenson, J. M. (2010). Retest Reliability of Force-Time Variables of Neck Muscles Under Isometric Conditions. *Journal of Athletic Training*, 45(5), 453–458. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.5.453>
- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S., & Mertens, S. (2019). SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Baiget, E., Colomar, J., & Corbi, F. (2023). Six-Week Joint-Specific Isometric Strength Training Improves Serve Velocity in Young Tennis Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(2), 148–156. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0292>
- Bailey, L. S., Phillips, J., Farrell, G., McQuilliam, S. J., & Erskine, R. M. (2025a). Effect of Six Weeks' Isometric Strength Training Compared to Traditional Strength Training on Gains in Strength, Power, and Speed in Male Academy Soccer Players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/02701367.2025.2488843>
- Bangsbo, J. (2015a). Performance in sports - With specific emphasis on the effect of intensified training. In *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* (Vol. 25, pp. 88–99). <https://doi.org/10.1111/sms.12605>
- Böge, V., & Patlar, S. (2022a). Muscle fatigue and muscle damage in strength training. *Physical Education of Students*, 26(3), 136–144. <https://doi.org/10.15561/20755279.2022.0304>
- Clarkson, P. M., Kroll, W., & McBride, T. C. (1980a). Maximal isometric strength and fiber type composition in power and endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 44(1), 35–42. <https://doi.org/10.1007/BF00421761>
- Deng, C. L., Pearce, A. J., Mentiplay, B. F., Middleton, K. J., & Clarke, A. C. (2022). An isometric neck strengthening program does not improve neck strength in elite women's football-code athletes: A randomised controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(4), 327–333. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.10.009>
- DONAHUE, P. T., WRIGHT, A., & VICTORY, J. (2022). Impact of acute caffeine ingestion on isometric squat and vertical jump performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(10). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12808-7>
- Dyas, N., Green, D., Thomas, K., Matthew, E., Young, B., & Howatson, G. (2025). Flying High: Isometric Strength Training Increases Time of Flight in Junior Elite Trampoline Gymnasts. *European Journal of Sport Science*, 25(7). <https://doi.org/10.1002/ejsc.12332>

- Faulkner, J. A., Brooks, S. V., & Opitck, J. A. (1993). Injury to Skeletal Muscle Fibers During Contractions: Conditions of Occurrence and Prevention. *Physical Therapy*, 73(12), 911–921. <https://doi.org/10.1093/ptj/73.12.911>
- Gabbett, T. (2018). Infographic: The training–injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 203–203. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097249>
- Gilmore, S. L., Brilla, L. R., Suprak, D. N., Chalmers, G. R., & Dahlquist, D. T. (2019). Effect of a High-Intensity Isometric Potentiating Warm-up on Bat Velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 152–158. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002855>
- Halperin, I., Williams, K. J., Martin, D. T., & Chapman, D. W. (2016). The Effects of Attentional Focusing Instructions on Force Production During the Isometric Midthigh Pull. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 919–923. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001194>
- Harrison, P. W., James, L. P., Jenkins, D. G., McGuigan, M. R., Holmberg, P. M., & Kelly, V. G. (2024a). The Effects of Low-Load Squat Jump and Maximal Isometric Priming Exercise on Muscular Performance and Perceptual State. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(1), 1–9. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004524>
- Jackson, S. M., Cheng, M. S., Smith, A. R., & Kolber, M. J. (2017). Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27, 137–141. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.010>
- Kalinowski, R., Pisz, A., Kolinger, D., Wilk, M., Stastny, P., & Krzysztofik, M. (2022a). Acute effects of combined isometric and plyometric conditioning activities on sports performance and tendon stiffness in female volleyball players. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1025839>
- Kay, D., St, A., Gibson, C., Mitchell, M. J., Lambert, M. I., & Noakes, T. D. (2000). Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. In *Journal of Electromyography and Kinesiology* (Vol. 10). www.elsevier.com/locate/jelekin
- Krzysztofik, M., Spieszny, M., Trybulski, R., Wilk, M., Pisz, A., Kolinger, D., Filip-Stachnik, A., & Stastny, P. (2023). Acute Effects of Isometric Conditioning Activity on the Viscoelastic Properties of Muscles and Sprint and Jumping Performance in Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004404>
- Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1557–1563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>

- Lee, B., & McGill, S. (2017). The effect of short-term isometric training on core/torso stiffness. *Journal of Sports Sciences*, 35(17), 1724–1733. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1235791>
- Lim, J. J. H., & Kong, P. W. (2013a). Effects of Isometric and Dynamic Postactivation Potentiation Protocols on Maximal Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2730–2736. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182815995>
- Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Brief Review: Effects of Isometric Strength Training on Strength and Dynamic Performance. In *International Journal of Sports Medicine* (Vol. 40, Issue 6, pp. 363–375). Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/a-0863-4539>
- Lum, D., Barbosa, T. M., Aziz, A. R., & Balasekaran, G. (2023). Effects of Isometric Strength and Plyometric Training on Running Performance: A Randomized Controlled Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(1), 263–271. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1969330>
- Lum, D., Barbosa, T. M., & Balasekaran, G. (2021). Sprint Kayaking Performance Enhancement by Isometric Strength Training Inclusion: A Randomized Controlled Trial. *Sports*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/sports9020016>
- Lum, D., Haff, G. G., & Barbosa, T. M. (2020). The relationship between isometric force-time characteristics and dynamic performance: a systematic review. In *Sports* (Vol. 8, Issue 5). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/sports8050063>
- Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., & Cronin, J. B. (2019). Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. In *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* (Vol. 29, Issue 4, pp. 484–503). Blackwell Munksgaard. <https://doi.org/10.1111/sms.13375>
- Poon, E. T.-C., Kwan, W. L., Chow, C. C., & Chan, D. K. C. (2024). Music Timing Differentiates Fatigue Perception and Performance during Isometric Strength Exercises: A Crossover Randomised Trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, 258–264. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.258>
- Rhodes, D., Jeffery, J., Carling, C., & Alexander, J. (2022). The association between grip strength and isometric mid-thigh pull performance in elite footballers. *Science & Sports*, 37(2), 147.e1-147.e7. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.03.007>
- Rio, E., van Ark, M., Docking, S., Moseley, G. L., Kidgell, D., Gaida, J. E., van den Akker-Scheek, I., Zwerver, J., & Cook, J. (2017a). Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(3), 253–259. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000364>
- Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N. (2017). Are there two forms of isometric muscle action? Results of the experimental study support a distinction between a holding and a pushing isometric muscle function. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0075-z>
- Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T. J., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse Van Rensburg, C., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load

in sport and risk of illness. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1043–1052.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096572>

- Smajla, D., Šarabon, N., García Ramos, A., Janicijevic, D., & Kozinc, Ž. (2024). Influence of Isometric and Dynamic Fatiguing Protocols on Dynamic Strength Index. *Applied Sciences*, 14(7), 2722. <https://doi.org/10.3390/app14072722>
- Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. In *Sports Medicine* (Vol. 46, Issue 10, pp. 1419–1449). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Thomas, C., Comfort, P., Jones, P. A., & Dos'Santos, T. (2017). A comparison of isometric midhigh-pull strength, vertical jump, sprint speed, and change-of-direction speed in academy netball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 916–921. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0317>
- Van Hooren, B., Aagaard, P., & Blazevich, A. J. (2024). Optimizing Resistance Training for Sprint and Endurance Athletes: Balancing Positive and Negative Adaptations. *Sports Medicine*, 54(12), 3019–3050. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02110-4>
- Vang, C., & Niznik, A. (2021). The Effectiveness of Isometric Contractions Compared With Isotonic Contractions in Reducing Pain For In-Season Athletes With Patellar Tendinopathy. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(3), 512–515.
<https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0376>