UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DENSENVOLVIMENTO HUMANO E TECNLOGIAS

ANÁLISE DA EFICÁCIA DA ADOÇÃO DO EXERCÍCIO DE FLEXÃO NÓRDICA COMO ESTRATÉGIA DE PRÉ-ATIVAÇÃO PARA MELHORIA DE DESEMPENHO DE SPRINTS PÓS-ATIVAÇÃO

ISRAEL EDUARDO DA SILVA

Rio Claro – SP
2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS

ANÁLISE DA EFICÁCIA DA ADOÇÃO DO EXERCÍCIO DE FLEXÃO NÓRDICA COMO ESTRATÉGIA DE PRÉ-ATIVAÇÃO PARA MELHORIA DE DESEMPENHO DE SPRINTS PÓS-ATIVAÇÃO

ISRAEL EDUARDO DA SILVA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.
Orientador: Prof. Dr. Leonardo Coelho Rabello de Lima

Rio Claro – SP
2026

D229"

da Silva, Israel Eduardo
"Análise da eficácia da adoção do exercício de flexão nórdica como estratégia de pré-ativação para melhoria de desempenho de sprints pós-ativação" / Israel Eduardo da Silva. -- Rio Claro, 2026
35 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Leonardo Coelho Rabello de Lima

1. Melhoria de desempenho. 2. Pré-ativação. 3. Sprint. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DA EFICÁCIA DA ADOÇÃO DO EXERCÍCIO DE FLEXÃO NÓRDICA COMO ESTRATÉGIA DE PRÉ-ATIVAÇÃO PARA MELHORIA DE DESEMPENHO DE SPRINTS PÓS-ATIVAÇÃO

AUTOR: ISRAEL EDUARDO DA SILVA
ORIENTADOR: LEONARDO COELHO RABELLO DE LIMA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias, área: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LEONARDO COELHO RABELLO DE LIMA (Participaçao Virtual)
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto / Universidade de São Paulo

Prof. Dr. MURILO EDUARDO DOS SANTOS NAZARIO (Participaçao Virtual)
Departamento de Educação Física / UNESP / Câmpus de Rio Claro - IB

Prof. Dr. THIAGO PIRES DE OLIVEIRA (Participaçao Virtual)
Centro Universitário Claretiano / Rio Claro / SP

Rio Claro, 13 de abril de 2026.

RESUMO

A melhoria do desempenho pós-ativação (MDPA) é um aumento momentâneo no desempenho de atividades que necessitam de alta potência muscular e ocorre após uma atividade de pré-ativação (PA) feita em alta intensidade. A MDPA é utilizada por atletas de modalidades esportivas que têm por característica ações musculares rápidas e fortes, podendo ser utilizada em sessões de treinamento em contraste e previamente a competições. Há um interesse prático na ideia de que ativações por meio de contrações máximas e submáximas melhorem a produção de potência em exercícios subsequentes de forma momentânea. Ainda há uma lacuna na literatura a respeito da utilização de PA predominantemente excêntricas, especialmente a flexão nórdica, com o objetivo de melhorar o desempenho de sprints em atletas treinados. O objetivo deste estudo foi investigar se a utilização da flexão nórdica como estratégia de PA resultou em MDPA de sprints em atletas de futebol. Indivíduos saudáveis do sexo masculino sem lesões musculoesqueléticas nos últimos 6 meses e com experiência no futebol realizaram duas sessões de intervenção – controle e experimental – e avaliação do desempenho de sprints antes e após a realização de um aquecimento padrão ou uma PA com flexão nórdica, respectivamente. As sessões foram realizadas no mesmo dia, com um intervalo de 40 minutos entre si, e em ordem aleatória, caracterizando um desenho de cross-over randomizado. Comparações entre os desempenhos de sprint foram realizadas por meio de análises de variância de dois caminhos seguidas por testes post hoc de Bonferroni quando relevante.

Palavras-chave: melhoria de desempenho; pré- ativação; sprint.

ABSTRACT

Post-activation performance enhancement (PAPE) is a temporary increase in performance in activities that require high muscle power and occurs after a pre-activation (PA) activity performed at high intensity. PAPE is used by athletes in sports that involve fast and strong muscle actions and can be used in contrast training sessions and prior to competitions. There is practical interest in the idea that activations through maximal and submaximal contractions momentarily improve power production in subsequent exercises. There is still a gap in the literature regarding the use of predominantly eccentric PAs, especially Nordic walking, to improve sprint performance in trained athletes. The objective of this study was to investigate whether the use of Nordic walking as an AP strategy resulted in MDPA of sprints in soccer athletes. Healthy male individuals with no musculoskeletal injuries in the last 6 months and with soccer experience performed two intervention sessions—control and experimental—and sprint performance assessment before and after performing a standard warm-up or PA with Nordic walking, respectively. The sessions were held on the same day, with a 40-minute interval between them, and in random order, characterizing a randomized crossover design. Comparisons between sprint performances were performed using two-way analysis of variance followed by Bonferroni post hoc tests when relevant.

Keywords: performance improvement; pre-activation; sprint.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estado de recuperação após a realização dos aquecimentos tradicional (TRAD) e experimental (EXP) 26

Figura 2 – Tempo de sprint de 30 metros para as intervenções com aquecimento tradicional (TRAD) e com aquecimento experimental (EXP) 27

Figura 3 – Variáveis representativas do desempenho de sprints de 30 metros, incluindo a velocidade (V) média (painel A), a V pico (painel B), o ponto do percurso de 30 metros em que a V pico foi alcançada (painel C) e a aceleração pico (painel D), tanto para a intervenção com aquecimento tradicional (TRAD) quanto para a intervenção com aquecimento experimental (EXP) 28

Figura 4 – Variáveis representativas do perfil de força-velocidade durante os sprints de 30 metros, incluindo a força máxima teórica (F_0) (painel A), a velocidade máxima teórica (V_0) (painel B), a inclinação da relação força-velocidade (painel C) e a potência máxima teórica (painel D), tanto para a intervenção com aquecimento tradicional (TRAD) quanto para a intervenção com aquecimento experimental (EXP) 30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
AT	Aquecimento Tradicional
MDPA	Melhoria de Desempenho Pós-Ativação
PA	Pré-Ativação
PAPE	Melhoria de Desempenho Pós-Ativação
PAP	Potencialização Pós-Ativação
RAMP	R (do inglês, raise): aumento da temperatura e fluxo sanguíneo no músculo; A (ativação): ativação dos isquiotibiais; M (mobilização): aumento agudo da amplitude de movimento das articulações do quadril, joelho e tornozelo a partir de alongamentos dinâmicos; e P (potencialização): aumento da intensidade do aquecimento visando atingir intensidades perimáximas por meio de estímulos específicos ao sprint

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....15
1.1 MODULADORES DA RESPONSIVIDADE Á MDPA.....16
1.2 FLEXÃO NÓRDICA E DESEMPENHO DE SPRINTS.....18
2 OBJETIVO.....20
3 HIPÓTESE.....21
4 MÉTODO.....22
4.1 PARTICIPANTES.....22
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....22
4.3 PROTOCOLOS DE AQUECIMENTO TRAD E EXP.....23
4.4 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SPRINTS.....24
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA 25
5 RESULTADOS.....26
6 DISCUSSÃO.....31
7 CONCLUSÃO.....36
REFERÊNCIAS.....37

1 INTRODUÇÃO

A melhoria de desempenho pós-ativação (MDPA) é um fenômeno observado pelo aumento momentâneo no desempenho de atividades que exigem alta potência muscular e ocorre após uma atividade de pré-ativação (PA) feita em alta intensidade (BLAZEVICH; BABAULT, 2019). Este fenômeno vem sendo amplamente estudado, mas ainda há questões a serem elucidadas tanto em relação aos mecanismos fisiológicos que o explicam, quanto em relação aos protocolos de potencialização (BLAZEVICH; BABAULT, 2019; TILLIN; BISHOP, 2009; BAUDRY; DUCHATEAU, 2007).

Por promover aumento agudo do desempenho, a MDPA pode ser utilizada por atletas de modalidades esportivas que têm por característica ações musculares rápidas e fortes, podendo ser aplicada em sessões de treinamento em contraste e previamente a competições. Logo, há um interesse prático na ideia de que ativações por meio de contrações intensas possam melhorar agudamente a produção de potência em exercícios explosivos subsequentes (SEITZ; HAFF, 2016). Por causa de sua importância em vários segmentos do treinamento esportivo, a MDPA tem sido objeto de muitos estudos nas últimas décadas, visto que esta melhora do desempenho acontece de maneira aguda e sem que haja a necessidade do uso de substâncias medicamentosas que possam caracterizar doping esportivo.

Atualmente, os mecanismos que são considerados como bons candidatos para explicar este fenômeno são alterações transitórias na musculatura esquelética induzidas de forma aguda pela PA, como aumento da temperatura muscular (GONZALEZ-ALONSO et al., 2000), aumento do volume de água intramuscular (ROCHE; TORNROTH-HORSEFIELD, 2017; SUGI et al., 2015), aumento da estimulação neural para o músculo (NUZZO et al., 2016) e fosforilação das cadeias de leves de miosina (HAMADA et al., 2000). Dentre esses quatro mecanismos, o que foi mais investigado até o momento é a fosforilação das cadeias leves reguladoras da miosina (i.e., potencialização pós-ativação), que torna a interação actina-miosina mais sensível ao Ca2+ liberado pelo retículo sarcoplasmático, levando a um aumento no número de pontes cruzadas formadas entre os filamentos de actina e miosina. Esse aumento na formação de pontes cruzadas confere na maior

capacidade de geração de força do músculo, podendo, deste modo, influenciar na MDPA (YU et al., 2016). Embora a fosforilação não seja necessariamente uma exigência para a contração muscular, ela é importante para alterar a velocidade do ciclo da miosina, podendo, assim, ocorrer em exercícios de alta intensidade. Cabe ressaltar que a potencialização pós-ativação (PPA) parece ser um fenômeno paralelo à MDPA pois, enquanto a PPA refere-se ao aumento na produção de força evocada por eletroestimulação (SEITZ et al., 2015), a MDPA reflete no aumento do desempenho resultante de uma contração voluntária. Além disso, o fenômeno da PPA apresenta um perfil temporal que se estende por aproximadamente 60 segundos após a PA, a MDPA, por sua vez, costuma se manifestar a partir de aproximadamente 4 minutos pós-PA (XU et al., 2025).

1.1 Moduladores da responsividade à MDPA

Alguns moduladores relacionados ou não à PA parecem ser determinantes para a responsividade à MDPA. O nível de treinamento (WILSON et al., 2013; SEITZ; HAFF, 2016) parece estar relacionado à maior responsividade à MDPA devido à maior expressão de fibras do tipo II, que, por sua vez, são mais ativadas durante exercícios de treinamento resistido de alta intensidade (WILSON et al., 2013). Ademais, foi demonstrado experimentalmente que a presença de dano muscular parece comprometer a responsividade ao fenômeno em indivíduos inicialmente responsivos à MDPA (SOUZA et al., 2023). Outros moduladores da responsividade são fatores relacionados à aplicação da PA, como tipo de exercício, intensidade, volume (GARBISU-HUALDE; SANTOS-CONCEJERO, 2021; KOBAL et al., 2019) e intervalo de recuperação entre a PA e a atividade explosiva que se visa potencializar (FONTANETTI et al., 2025; CARMO et al., 2021). Cada um destes fatores tem relevância para a magnitude da manifestação da MDPA, e estudos demonstram que diferentes protocolos de PA resultam na melhoria, na piora ou na manutenção do desempenho (SEITZ; VILLARREAL; HAFF, 2014).

Em uma meta-análise recente, Xu et al. (2025) apresentaram um panorama sobre os fatores moduladores que devem ser levados em consideração ao se elaborar protocolos para a aplicação e investigação da MDPA. A evidência por eles analisada sugere que os protocolos que mais parecem desencadear na indução da MDPA são aqueles com baixo volume e alta intensidade, envolvendo contrações

pliométricas máximas ou ciclos de contrações dinâmicas concêntricas e excêntricas em alta intensidade (XU et al., 2025).

Levando em consideração a carga da PA, a intensidade de aproximadamente 86% de uma repetição máxima (1-RM) para exercícios de força tradicional é a que apresenta maiores respostas na magnitude da MDPA, especialmente quando aplicada em uma PA consistindo em múltiplas séries com poucas repetições. Quando a PA consiste em contrações pliométricas, os dados obtidos pelos autores demonstram que a intensidade ideal é a máxima e o número total de contrações que resulta em maior tamanho de efeito é aproximadamente 15 (XU et al., 2025).

Xu et al. (2025) também demonstraram quantitativamente que o intervalo entre a PA e o teste de verificação dos efeitos da MDPA (i.e., a atividade explosiva que se visa potencializar com a PA) interfere na magnitude da melhoria de desempenho. Para a MDPA aplicada a saltos, o intervalo ideal observado pelos autores foi de 5 minutos, enquanto para sprints este intervalo foi de 5 minutos e 36 segundos. Dados recentes de nosso grupo demonstram que a utilização do intervalo auto selecionado, a partir do preenchimento de uma escala de prontidão validada por Edwards et al. (2011), é tão eficaz para identificar o melhor intervalo individual de recuperação para a MDPA de saltos quanto a identificação do melhor intervalo fixo em janelas de dois minutos (FONTANETTI et al., 2025). Entretanto, esses achados são derivados de um experimento investigando a altura de salto, e não podem ser extrapolados para a MDPA de sprints.

A especificidade entre a atividade de PA e o exercício subsequente é um fator moderador que parece ser determinante e deve ser considerado na elaboração de intervenções com o objetivo de otimizar a MDPA (SEITZ; VILLARREAL; HAFF, 2014). Tem sido proposto que o exercício escolhido para induzir a MDPA deve ativar os mesmos grupos musculares que serão utilizados no exercício subsequente à PA, além de ser aplicável dentro do contexto esportivo (BUFALO et al., 2023). No caso do sprint, alguns estudos demonstraram que a adoção de agachamentos ou saltos como atividade de PA não se mostrou uma estratégia eficaz para o aumento agudo do desempenho, sendo o sprint resistido a melhor alternativa nesses casos (LOTURCO et al., 2024). Isso pode ser explicado pelo fato que, no sprint, os músculos isquiotibiais atuam tanto na extensão do quadril quanto na flexão do

joelho, contribuindo para a produção de força horizontal durante as fases de aceleração e velocidade máxima no sprint (PRINCE et al, 2021), além de desempenharem um papel fundamental na desaceleração dos membros inferiores e na acomodação do centro de massa durante as fases de contato com o solo. Em contrapartida, os agachamentos e saltos não recrutam predominantemente esses grupos musculares, enfatizando em maior grau o quadríceps femoral. Frente ao exposto acima, recomenda-se que os protocolos de PA visando promover a MDPA de sprints sejam elaborados com ênfase na ativação dos músculos isquiotibiais.

1.2 Flexão nórdica e desempenho de sprints

A flexão nórdica vem sendo amplamente incorporada em protocolos de treinamento de força e reabilitação (PRINCE et al, 2021; EKSTRAND et al., 2023). Trata-se de um exercício em que o executante deve desacelerar o movimento de extensão do joelho produzido pela gravidade por meio da realização de contrações excêntricas dos músculos flexores do joelho.

Embora a flexão nórdica seja frequentemente realizada sem sobrecarga externa, a própria massa corporal combinada com o longo braço de alavanca formado pelo segmento corporal acima da articulação do joelho gera um torque elevado nessa articulação. Esse torque é contrabalançado por contrações excêntricas dos músculos flexores do joelho, permitindo que a extensão ocorra de maneira controlada (DA ROCHA et al., 2022). Do ponto de vista da ativação muscular, Stevens et al. (2022) demonstraram que o pico de ativação das porções proximal, média e distal do músculo bíceps femoral foi maior durante a flexão nórdica do que durante a contração voluntária máxima de flexão do joelho. Esses dados demonstram que a resistência promovida pela própria massa corporal é suficiente para que as contrações excêntricas realizadas durante o exercício de flexão nórdica possuam alta intensidade.

Ainda, levando em consideração a ativação muscular, a flexão nórdica é considerada como um exercício predominantemente (se não exclusivamente) excêntrico e, como tal, possui características neurofisiológicas próprias. Tem sido relatado que durante contrações excêntricas há uma redução no drive neural para o músculo concomitante a um aumento na atividade eletroencefalográfica (NARDONE et al., 1989; ALTENBURG et al., 2009; PERREY, 2018). O aumento na atividade

cortical parece ocorrer devido a uma estratégia de inibição do recrutamento de unidades motoras de baixo limiar e consequente recrutamento seletivo de unidades motoras de alto limiar (NARDONE et al., 1989). A nível muscular, isso resulta em uma menor amplitude do sinal eletromiográfico associada a um aumento na frequência mediana, que indicam o recrutamento predominante de fibras musculares do tipo II durante contrações excêntricas (DUCHATEAU; ENOKA, 2016). Estima-se, também, que as unidades motoras de alto limiar, compostas por fibras musculares do tipo II, são as mais responsivas aos mecanismos fisiológicos que explicam a MDPA (HAMADA et al., 2000; HAMADA et al., 2003). Este fenômeno, associado à alta intensidade das contrações excêntricas realizadas durante a flexão nórdica, faz com que esta seja uma boa candidata para compor protocolos de PA visando promover a MDPA.

Além das propriedades neuromecânicas únicas do exercício de flexão nórdica, sua fácil aplicação e especificidade em relação aos sprints também são pontos a se considerar. Evidências sugerem que o treinamento de flexão nórdica promove efeitos benéficos na velocidade máxima de sprint (SIDDLE et al, 2019; ABDELKADER et al., 2022). Ademais, Prince et al. (2021) reportaram correlação moderada (r = 0,66) entre a capacidade de produção de força horizontal durante sprints máximos, por meio da análise do perfil de força-velocidade de sprints, e a flexão nórdica, o que indica uma relação de especificidade entre as atividades.

Apesar de a evidência acima discutida demonstrar que o exercício de flexão nórdica é realizado em alta intensidade (e com recrutamento seletivo de unidades motoras do tipo II) e com boa especificidade em relação ao sprint, atendendo a dois importantes moderadores da responsividade à PAPE, não há estudos de nosso conhecimento que tenham utilizado essa intervenção como componente de um protocolo de PA para este tipo de atividade. Essa lacuna, associada à praticidade da aplicação da flexão nórdica em rotinas de treinamento e à já ampla implementação desse tipo de exercício entre atletas de futebol com a finalidade de treinamento e/ou prevenção de lesões justificaram a investigação de sua eficácia como estratégia de PA para induzir a MDPA.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi investigar se a utilização da flexão nórdica como estratégia de PA resulta em MDPA em sprint de atletas de futebol quando comparada a um aquecimento tradicional.

3. HIPÓTESE

A hipótese testada foi que haveria um aumento no desempenho de sprint após a realização da PA com flexão nórdica quando comparado a um aquecimento tradicional idêntico, exceto pela realização da flexão nórdica.

4. MÉTODO

4.1 Participantes

Participaram do estudo 12 homens maiores de idade integrantes da categoria sub-20 de uma equipe de futebol que disputa o campeonato paulista. Por atuarem na mesma equipe, suas dietas e rotinas de treinamento foram similares, já que o clube conta com equipe de preparação física e suporte nutricional. Como critérios de inclusão, os participantes deveriam: 1) ser atletas profissionais de futebol há pelo menos dois anos; 2) possuir experiência com a realização do exercício de flexão nórdica; e 3) ter frequentado regularmente sessões de treinamento nos dois meses que antecederam as coletas de dados. Como critérios de exclusão, foram considerados: 1) ter se lesionado nos seis meses que antecederam as coletas; 2) fazer uso de esteroides anabólicos; e 3) consumir substâncias ergogênicas no dia das coletas de dados.

Seriam coletados dados de no mínimo oito participantes, com base em cálculo amostral realizado a partir dos dados de um estudo de Çabuk & Ince (2025), que demonstraram efeito significante de interação condição vs tempo no desempenho de sprint de 30 metros em futebolistas adolescentes após a realização de uma PA composta por exercícios para os músculos isquiotibiais. Para o cálculo amostral, foram considerados um tamanho de efeito ($\rho 2$ parcial) de 0,465, poder ($1 - \beta$) de 0,95 e nível de significância de $p < 0,05$.

Os participantes foram recrutados por conveniência, por meio de contato eletrônico do pesquisador com a comissão técnica do clube em que eles atuavam. Todos eles leram e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP) (CAAE: 82232324.8.0000.5659).

4.2 Delineamento experimental

O estudo contou com um delineamento cross-over randomizado com cegamento do examinador, composto por uma sessão controle e uma experimental. As sessões foram realizadas em dias distintos, porém no mesmo horário do dia (± 2 horas).

Em ambas as sessões, os atletas realizaram um aquecimento inicial consistindo em trote em velocidade auto selecionada por cinco minutos seguido por alongamentos balísticos dos músculos isquiotibiais e, logo em seguida, avaliação do desempenho de sprint em um estado basal. Os procedimentos realizados em seguida diferiram entre a sessão controle e a sessão experimental.

Na sessão controle, os atletas realizaram um aquecimento tradicional (TRAD) imediatamente após a avaliação do desempenho de sprint em estado basal. Em seguida, repousaram por 5 minutos e 30 segundos e realizaram nova avaliação de desempenho de sprint. Já na sessão experimental (EXP), os mesmos procedimentos adotados na sessão controle foram reproduzidos, com a adição da realização de um protocolo de PA consistindo em séries de flexão nórdica imediatamente após a conclusão do AT. A avaliação do desempenho de sprints pós-PA foi realizada 5 minutos e 30 segundos após a realização da PA. Esse desenho experimental segue o que foi proposto por Xu et al. (2025) em uma revisão de literatura recente que visa estabelecer um novo paradigma para desenhos experimentais em estudos com MDPA. Em ambas as sessões os atletas classificaram suas percepções de recuperação utilizando a escala de prontidão proposta por Edwards et al. (2011) imediatamente antes da realização dos sprints.

4.3 Protocolos de aquecimento TRAD e EXP

Tanto o aquecimento TRAD quanto EXP seguiram a estrutura “RAMP”, proposta por Jeffreys (2007), incluindo atividades de: R (do inglês, raise): aumento da temperatura e fluxo sanguíneo no músculo; A (ativação): ativação dos

isquiotibiais; M (mobilização): aumento agudo da amplitude de movimento das articulações do quadril, joelho e tornozelo a partir de alongamentos dinâmicos; e P (potencialização): aumento da intensidade do aquecimento visando atingir intensidades perimáximas por meio de estímulos específicos ao sprint. A Tabela 1 representa as atividades realizadas em cada uma dessas etapas para o aquecimento TRAD e a PA. Todas as atividades descritas foram realizadas sem sobrecarga externa. Foram respeitados intervalos de 60 segundos entre os exercícios realizados para cada etapa do aquecimento (i.e., R, A, M e P) e 30 segundos entre os exercícios realizados dentro de cada etapa. Os intervalos respeitados entre as séries de flexão nórdica realizadas na etapa P tiveram a duração de 60 segundos.

	TRAD	**EXP**
R	5 minutos de trote leve em intensidade auto selecionada	5 minutos de trote leve em intensidade auto selecionada
A	10 x Agachamento 10 x Elevação pélvica bilateral 10 x Avanço inverso	10 x agachamento 10 x Elevação pélvica bilateral 10 x Avanço inverso
M	10 x Alongamento Dinâmico dos Isquiotibiais 2 x 10 Hopsterlauf 2 x 10 Skips	10 x Alongamento Dinâmico dos Isquiotibiais 2 x 10 Hopsterlauf 2 x 10 Skips
P	3 Acelerações de 10 metros	3 Acelerações de 10 metros 3 x 3 Flexões nórdicas

Na sessão EXP, foi realizada a atividade de PA; que consistiu na realização de 3 séries de 3 flexões nórdicas com duração de 3 segundos cada uma. Os participantes foram orientados a realizar apenas a fase excêntrica da flexão nórdica e a retornar à posição inicial com o auxílio dos membros superiores.

4.4 Avaliação do desempenho de sprints

Todos os sprints realizados no experimento foram filmados por um smartphone posicionado em um tripé no plano sagital dos corredores a partir da

marca de 15 metros (i.e., o meio do percurso) por uma câmera com frequência de captura de 120 fps (iPhone SE, Apple, EUA). O início do sprint foi espontâneo com o objetivo de desconsiderar o impacto do tempo de reação no desempenho avaliado e foi considerado com o primeiro quadro da filmagem em que foi notável a aplicação de força horizontal no solo.

Os momentos em que os participantes ultrapassaram as marcas de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 metros foram registrados. O tempo total de cada Sprint foi utilizado como o principal parâmetro de desempenho. A determinação precisa dessas marcas a partir de uma câmera estacionária posicionada equidistante dos pontos de largada e chegada exigiu que o efeito de paralaxe fosse corrigido pelo posicionamento de cones mais próximos à linha de 15 metros do que a distância de fato, seguindo as recomendações de Samozino et al. (2016). O uso deste aplicativo foi previamente validado e demonstrou superioridade à aquisição por fotocélula devido à maior precisão da determinação do início do sprint (ROMERO-FRANCO et al., 2017).

O perfil de força-velocidade do sprint foi traçado por meio de uma planilha de uso gratuito, proposta por Samozino et al. (2016). Com base neste método, a velocidade do sprint foi calculada como a primeira derivada do deslocamento a cada metro da pista, sendo o maior valor considerado como a velocidade pico de Sprint e a média dos valores de velocidades calculados como a velocidade média de sprint. A distância no percurso em que a velocidade pico de sprint foi registrada também foi considerado para análises. A aceleração do sprint foi determinada pela segunda derivada do deslocamento registrado ao longo de todo o percurso, sendo o maior valor considerado como a aceleração máxima durante o sprint.

A partir do perfil de força-velocidade, foram calculadas a força horizontal máxima teórica (F_0), a velocidade máxima teórica (V_0), a inclinação da relação força-velocidade e a potência máxima de sprint.

Todas as avaliações de sprint foram realizadas pelo mesmo pesquisador, que já é experiente com análise cinemática de sprints e foi cegado quanto às condições analisadas. A reprodutibilidade da avaliação do pesquisador foi calculada a partir de análises repetidas do mesmo sprint realizadas em dias diferentes. A reprodutibilidade da medida foi calculada considerando os sprints realizados após o aquecimento tradicional em ambas as sessões experimentais.

4.5 Análise estatística

Os pressupostos de normalidade, homogeneidade e esfericidade dos dados foram testados a partir dos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Mauchly, respectivamente. Após confirmadas a distribuição gaussiana, a normalidade e a esfericidade dos dados, eles foram analisados por meio de testes paramétricos. Diferenças no desempenho de sprint entre momentos intra-sessão (pré vs. pós atividade de PA) e entre sessões (controle vs. experimental) foram analisadas por meio de ANOVA two-way de modelo misto para medidas repetidas. Quando constatado efeitos significantes da sessão e/ou do tempo, foram aplicados ajustes post hoc de Bonferroni. Se identificado efeito significante de interação sessão vs. tempo, foram realizadas comparações par a par para todos os pontos relevantes de comparação. Para todas as diferenças significantes observadas, foi calculado o tamanho de efeito como d de Cohen a partir da diferença entre as médias pelo desvio padrão agrupado (COHEN, 1988). O tamanho do efeito foi considerado como trivial, pequeno, médio ou grande quando o valor de d for < 0,2. 0,2-0,4, 0,4-0,8 e >; 0,8, respectivamente (COHEN, 1988). O nível de significância adotado foi de $p<0,05$. Os valores registrados foram expressos como média ± desvio padrão.

5. RESULTADOS

Os valores médios da percepção de recuperação registrados após os aquecimentos TRAD e EXP foram 1,75 ± 0,45 e 1,83 ± 0,58, respectivamente, conforme expresso na Figura 1. Não foi identificada diferença significante ($p = 0,67$) entre as médias.

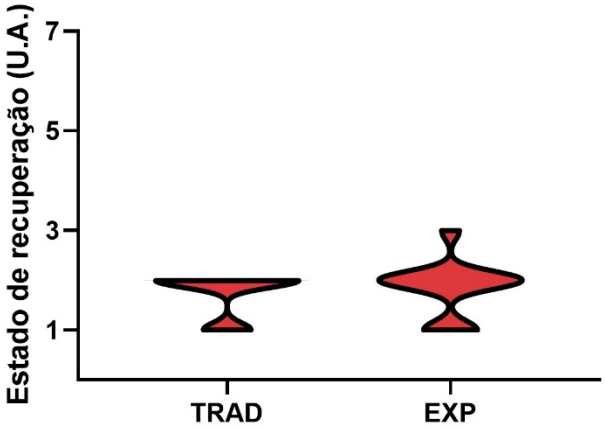


Figura 1. *Estado de recuperação após a realização dos aquecimentos tradicional (TRAD) e experimental (EXP).*

Os tempos médios de conclusão do sprint de 30 metros foram: TRAD Pré = 4,419 s ± 0,197 s; TRAD Pós = 4,412 s ± 0,261 s; EXP Pré = 4,424 s ± 0,175 s; EXP Pós = 4,453 s ± 0,205 s. Não foram observados efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] = 0,231; p = 0,640; ηp² = 0,021), tempo (F[1,11] = 0,169; p = 0,689; ηp² = 0,015) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,494; p = 0,497; ηp² = 0,043). O tempo de conclusão dos sprints de 30 metros está expresso graficamente na Figura 1.

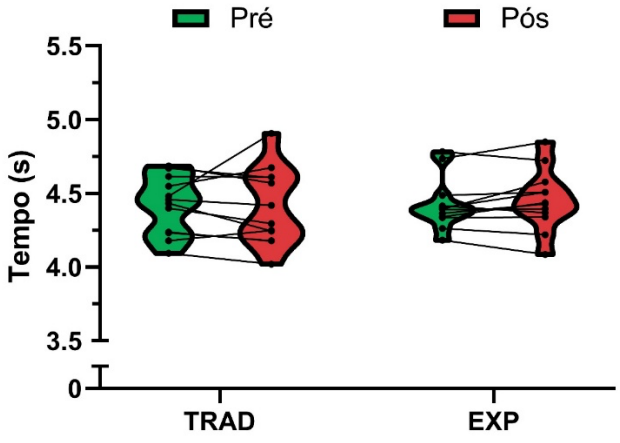


Figura 2. *Tempo de sprint de 30 metros para as intervenções com aquecimento tradicional (TRAD) e com aquecimento experimental (EXP).*

As velocidades médias registradas durante os sprints de 30 metros foram: TRAD Pré = 6,8 m/s ± 0,31 m/s; TRAD Pós = 6,82 m/s ± 0,30 m/s; EXP Pré = 6,79

m/s ± 0,26 m/s; EXP Pós = 6,79 m/s ± 0,31 m/s. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] = 0,104; p = 0,753; ηp² = 0,009), tempo (F[1,11] = 0,047; p = 0,832; ηp² = 0,004) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,103; p = 0,754; ηp² = 0,009).

As velocidades pico registradas durante os sprints de 30 metros foram: As velocidades médias registradas durante os sprints de 30 metros foram: TRAD Pré = 7,83 m/s ± 0,50 m/s; TRAD Pós = 7,73 m/s ± 0,56 m/s; EXP Pré = 7,84 m/s ± 0,44 m/s; EXP Pós = 7,70 m/s ± 0,50 m/s. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] = 0,004; p = 0,949; ηp² = 0,000), tempo (F[1,11] = 3,278; p = 0,098; ηp² = 0,230) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,180; p = 0,679; ηp² = 0,016).

As distâncias, dentro do percurso de 30 m, em que foram registrados os picos de velocidade durante os sprints foram: TRAD Pré = 27,7 m ± 3,3 m; TRAD Pós = 26,0 m ± 3,4 m; EXP Pré = 28,6 m ± 3,9 m; EXP Pós = 26,7 m ± 4,9 m. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] =0,455; p = 0,514; ηp² = 0,040) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,054; p = 0,821; ηp² = 0,005), porém houve efeito significante de tempo (F[1,11] = 5,496; p = 0,039; ηp² = 0,333).

Os valores médios dos picos de aceleração registrados durante os sprints de 30 metros foram: TRAD Pré = 12,9 m/s^2 ± 1,4 m/s^2; TRAD Pós = 14,1 m/s^2 ± 2,1 m/s^2; EXP Pré = 12,6 m/s^2 ± 1,3 m/s^2; EXP Pós = 13,5 m/s^2 ± 2,0 m/s^2. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] = 0,946; p = 0,352; ηp² = 0,079) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,367; p = 0,557; ηp² = 0,032), mas houve efeito significante de tempo (F[1,11] = 25,376; p < 0,001; ηp² = 0,698). As variáveis representativas do desempenho de sprints descritas acima seguem expressas graficamente na Figura 2.

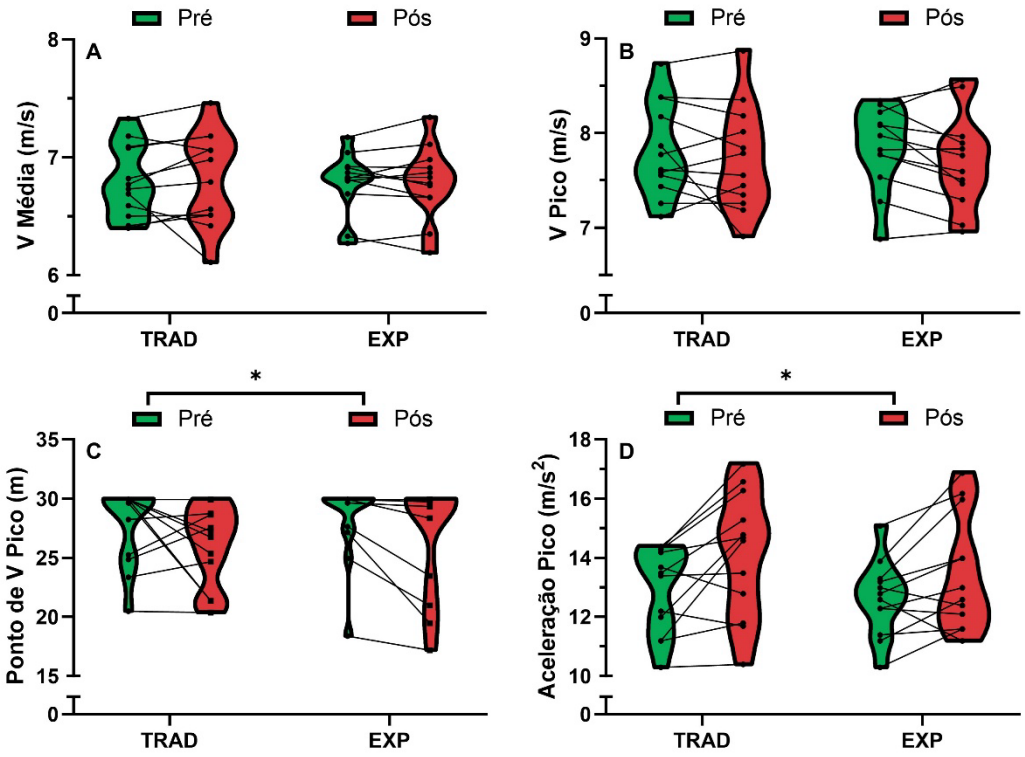


Figura 3. *Variáveis representativas do desempenho de sprints de 30 metros, incluindo a velocidade (V) média (painel A), a V pico (painel B), o ponto do percurso de 30 metros em que a V pico foi alcançada (painel C) e a aceleração pico (painel D), tanto para a intervenção com aquecimento tradicional (TRAD) quanto para a intervenção com aquecimento experimental (EXP). *Efeito significante do tempo.*

No que diz respeito às variáveis representativas do perfil de força-velocidade de sprint, os valores médios de F_0 foram: TRAD Pré = 13,0 N/kg ± 1,5 N/kg; TRAD Pós = 14,3 N/kg ± 2,2 N/kg; EXP Pré = 12,7 N/kg ± 1,3 N/kg; EXP Pós = 13,6 N/kg ± 2,0 N/kg. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento ($F[1,11] = 1,037$; $p = 0,330$; $\eta p^2 = 0,086$) nem de interação entre aquecimento e tempo ($F[1,11] = 0,462$; $p = 0,511$; $\eta p^2 = 0,040$), mas houve efeito significante de tempo ($F[1,11] = 26,037$; $p < 0,001$; $\eta p^2 = 0,703$).

Já os valores médios de V_0 foram: TRAD Pré = 8,0 m/s ± 0,6 m/s; TRAD Pós = 7,9 m/s ± 0,6 m/s; EXP Pré = 8,1 m/s ± 0,5 m/s; EXP Pós = 7,9 m/s ± 0,6 m/s. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento ($F[1,11] = 0,000$; $p = 0,983$; $\eta p^2 = 0,000$), tempo ($F[1,11] = 3,810$; $p = 0,077$; $\eta p^2 = 0,257$) nem de interação entre aquecimento e tempo ($F[1,11] = 0,129$; $p = 0,726$; $\eta p^2 = 0,012$).

Os valores médios calculados para a inclinação F-V foram: TRAD Pré = −1,63 ± 0,24; TRAD Pós = −1,82 ± 0,29; EXP Pré = −1,59 ± 0,25; EXP Pós = −1,74 ± 0,33. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] = 0,606; p = 0,453; ηp² = 0,052) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,226; p = 0,644; ηp² = 0,020), mas houve efeito significante de tempo (F[1,11] = 23,590; p = 0,001; ηp² = 0,682).

Os valores médios de PMax durante os sprints de 30 m foram: TRAD Pré = 26,1 N/kg ± 2,9 N/kg; TRAD Pós = 28,3 N/kg ± 4,8 N/kg; EXP Pré = 25,5 N/kg ± 2,1 N/kg; EXP Pós = 26,6 N/kg ± 3,4 N/kg. Não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento (F[1,11] = 1,523; p = 0,243; ηp² = 0,122) nem de interação entre aquecimento e tempo (F[1,11] = 0,841; p = 0,379; ηp² = 0,071), porém houve efeito significante de tempo (F[1,11] = 16,156; p = 0,002; ηp² = 0,595). As variáveis representativas do perfil força-velocidade de sprints descritas acima seguem expressas graficamente na Figura 3.

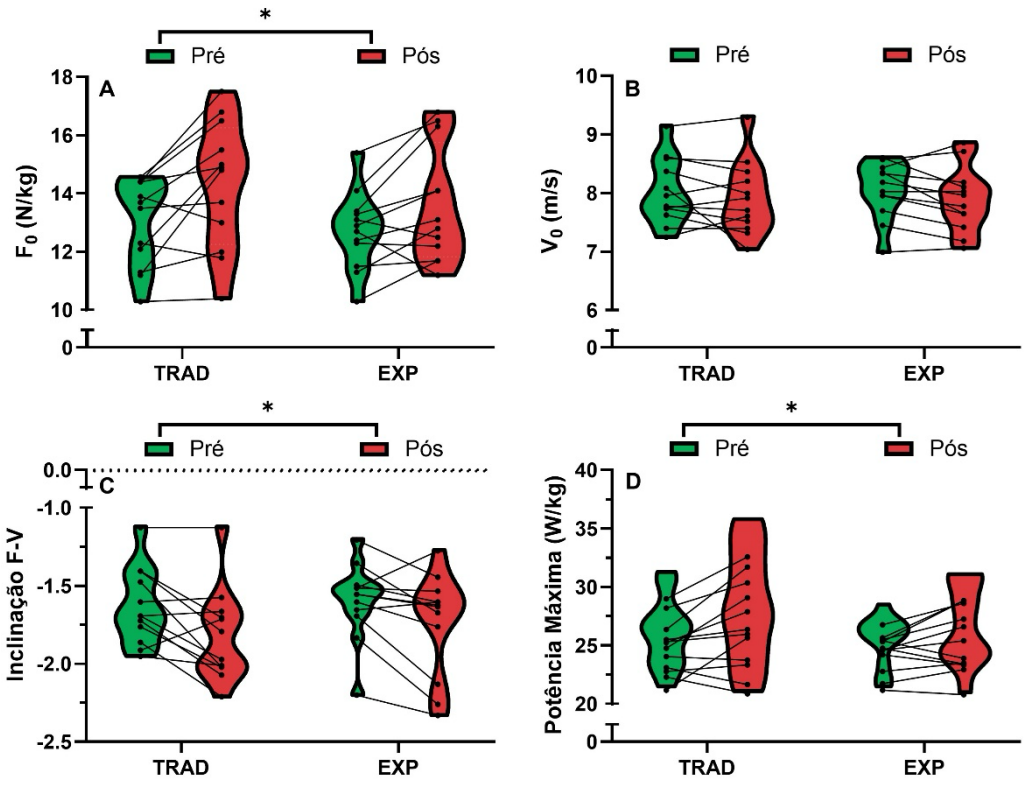


Figura 4. *Variáveis representativas do perfil de força-velocidade durante os sprints de 30 metros, incluindo a força máxima teórica (F_0) (painel A), a velocidade máxima teórica (V_0) (painel B), a inclinação da relação força-velocidade (painel C) e a potência máxima teórica*

*(painel D), tanto para a intervenção com aquecimento tradicional (TRAD) quanto para a intervenção com aquecimento experimental (EXP). *Efeito significante do tempo.*

6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar se a utilização da flexão nórdica como estratégia de PA resulta em MDPA em sprint de atletas de futebol quando comparada a um aquecimento tradicional. A hipótese testada foi que haveria um aumento no desempenho de sprint após a realização da PA com flexão nórdica quando comparado a um aquecimento tradicional idêntico, exceto pela realização da flexão nórdica. Contudo, não foram encontradas diferenças significantes que pudessem confirmar a hipótese deste estudo. Os resultados demonstraram que a adoção da flexão nórdica como estratégia de PA para a promoção de MDPA buscando melhor desempenho no sprint de 30 metros; não foi eficaz quando comparada a um aquecimento tradicional.

Não foram identificadas diferenças significantes no desempenho de sprint entre os grupos ao realizar o aquecimento inicial, composto por trote em velocidade autoselecionada por cinco minutos, seguido por alongamentos balísticos dos músculos isquiotibiais, e por avaliação do desempenho de sprint em estado basal.

Este resultado corrobora outro estudo encontrado na literatura, que também investigou o desempenho de sprint de jovens atletas de futebol, no qual não foram encontradas diferenças significantes nas variáveis representativas do desempenho de sprints de 30 metros antes da aplicação do protocolo de MDPA (Çabuk & Ince, 2025).

Era esperado que teríamos um aumento momentâneo no desempenho de sprints após a realização da flexão nórdica e, em seguida, resultados expressivos no tempo total de sprints realizados pelo grupo EXP, devido às características particulares deste exercício. Entretanto, essas diferenças significativas não foram observadas. O mesmo aconteceu no estudo de Çabuk & Ince (2025), no qual foi incluído o exercício Ponte Glútea como alternativa ao exercício Elevação Pélvica para induzir a MDPA, com o objetivo de obter melhor desempenho no sprint de 30 metros em atletas jovens de futebol. Neste mesmo estudo, foi levantada a hipótese de que o impacto da MDPA na produção de força muscular pode influenciar mais na fase de aceleração do sprint do que em outras fases. Essa hipótese não foi corroborada por nossos achados, que revelaram que, de fato, a aceleração é melhorada após o protocolo de aquecimento (i.e., efeito significante do tempo), mas que a adição de exercícios focados especificamente nos isquitibiais não confere efeito adicional a uma rotina de aquecimento parcialmente compreensiva (i.e., ausência de efeito significante de interação entre aquecimento e tempo).

O futebol é um esporte coletivo. Nele, há diferentes posições e funções, que influenciam as demandas físicas, psicológicas e técnicas de cada jogador. As demandas variam conforme o momento do jogo, o tempo de partida e o resultado, entre outros fatores (SARMENTO, HUGO et al.,2024). Outro estudo destaca a natureza multidirecional e específica do contexto do futebol, especialmente em situações de gol. Nesses momentos, ações lineares, como sprints, são comuns e podem definir uma partida (DAVID MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, MARK QUINN & PAUL JONES, 2023). Com base nesses dados, é essencial um padrão de aquecimento antes dos jogos ou treinos, que atenda a todas essas demandas e otimize a performance dos atletas.

No presente estudo, tanto o aquecimento TRAD quanto o EXP seguiram a estrutura “RAMP”, proposta por Jeffreys (2007), entretanto, apenas o aquecimento EXP conteve um elemento “P” específico para a ativação dos músculos isquiotibiais.

Os resultados obtidos na presente análise reforçam a eficácia dessa estrutura de aquecimento para atingir o desempenho ideal, não havendo, aparentemente, necessidade da adição de um elemento específico de potencialização para um grupo muscular isolado. Em outras palavras, os resultados obtidos indicam que realização de acelerações curtas já ativam suficientemente o aparato locomotor envolvido na realização de sprints.

Ao analisar as distâncias, dentro de 30 metros, em que foram registrados os picos de velocidade durante os sprints, não foram constatados efeitos significativos do tipo de aquecimento nem de interação entre aquecimento e tempo, porém houve efeito significativo de tempo, antecipando o ponto do percurso em que a velocidade pico foi atingida.

Quando analisado os valores médios dos picos de aceleração durante os sprints de 30 metros, foi observado que não houve efeitos significantes do tipo de aquecimento e tempo nem de interação entre aquecimento e tempo, mas houve efeito significante de tempo, aumentando a aceleração pico durante os sprints de 30 metros.

Similarmente, para as variáveis representativas do perfil de força-velocidade de sprint, não houve efeitos significativos do tipo de aquecimento nem de interação entre aquecimento e tempo, mas houve efeito significativo de tempo que intensificou a força máxima teórica.

O mesmo ocorreu praa média de PMax nos sprints de 30 metros e para a inclinação F-V, que demonstraram efeitos significantes apenas para o tempo.

Todos esses dados reforçam a necessidade de aplicar um aquecimento que atenda ao paradigma RAMP, pois é eficaz e atende bem às necessidades do contexto esportivo (Jeffreys, 2007).

Neste estudo, os grupos TRAD e EXP classificaram suas percepções de recuperação após o aquecimento com base na escala de prontidão proposta por Edwards et al. (2011). Ambos realizaram o mesmo aquecimento, com uma pequena diferença no EXP, que fez 3x3 de flexões nórdicas ao final. As médias de percepção de recuperação registradas imediatamente antes dos sprints foram de 1,75 ± 0,45 (TRAD) e 1,83 ± 0,58 (EXP), sem diferença significativa entre elas ($p = 0,67$). Isso sugere que, ao menos do ponto de vista perceptual, não houve fadiga distinta entre os aquecimentos, e que a adição de flexões nórdicas ao aquecimento EXP não

comprometeu a recuperação pós-aquecimento. Embora esse achado possa parecer vantajoso, como também não foram observados efeitos de MDPA induzidos pela adição da flexão nórdica à rotina de aquecimento, a similaridade da percepção de recuperação parace indicar que, de fato, essa intervação não causa nem potencialização e nem fadiga.

O presente estudo buscava promover a MDPA através da utilização da flexão nórdica como estratégia de PA como parte do aquecimento do grupo EXP, porém, os resultados demonstram que não foi observado superioridade desta intervenção em relação ao aquecimento TRAD para os tempos médios de conclusão de sprint de 30 metros. Embora efeitos significantes do aquecimento tenham sido observados para a maioria das variáveis, reforçando a relevância desse tipo de intervenção em contextos esportivos, não foram observados efeitos de interação entre aquecimento ou tempo, invalidando a realização de flexão nórdica enquanto um recurso ergogênico adicional a um aquecimento já compreensivo.

Apesar disso, ainda assim, os achados deste estudo corroboram o que é apresentado na literatura. Em uma revisão sistemática com meta-análise recente, Loturco et al. (2024) demonstraram a dificuldade de obter uma melhora significativa no desempenho de sprints de velocistas e de atletas altamente treinados por meio de diferentes protocolos de PAs, e que as chances de obter melhores resultados são pequenas. Além disso, os autores reforçaram a necessidade de mais investigações que busquem encontrar um protocolo de PA válido capaz de melhorar o desempenho do sprint. A proposta investigada neste estudo foi de um método relativamente simples e amplamente aplicável no contexto da sessões de treinamento de futebol, por envolver pouco esforço logístico e equipamentos amplamente disponíveis à maioria das equipes de futebol.

As evidências encontradas neste estudo levantam algumas hipóteses sobre a não superioridade do aquecimento com a PA envolvendo flexão nórdica (EXP) em relação ao aquecimento TRAD. Como mencionado acima, o protocolo de aquecimento para ambos os grupos foi igual, visando contemplar o paradigma RAMP. Diante disso, a primeira hipótese é que esse tipo de aquecimento já foi suficiente para deixar os atletas em um estado aquecido e potencializado para as demandas físicas a que seriam expostos, dispensando a necessidade de uma PA envolvendo a flexão nórdica. Além disso, a segunda hipótese é que não foram

consideradas aptidões individuais de cada atleta com o exercício de flexão nórdica, o que pode ter resultado em subestimar a intensidade ótima da flexão nórdica, como estratégia de PA. Uma alternativa possível seria oferecer sobrecarga extra aos atletas, além daquela imposta pela própria massa corporal, de maneira a estimulá-los com maior intensidade. Por fim, a terceira hipótese seria que o volume de flexão nórdica foi muito pequeno; assim, pode ser recomendável adicionar séries e/ou repetições ao protocolo, considerando que os atletas já estavam bem adaptados a aquele volume de treino.

Como qualquer outro estudo, este apresenta limitações. Uma delas é que não foi determinada a carga de 1 RM na flexão nórdica, o que pode ter dificultado a execução intensa do exercício e contribuído para a ausência da MDPA. Apesar de ser um exercício difícil, a flexão nórdica permite adaptações neuromusculares quando acompanhada de um programa de treinamento adequado. Assim, determinar a carga de 1 RM é necessário para estudos futuros que abordem o tema.

Além disso, não usar a Escala Subjetiva de Esforço (PSE) após a flexão nórdica dificultou a quantificação do desafio imposto pelo exercício. Usar essa escala pode facilitar futuras intervenções e otimizar o exercício como PA.

Por fim, não qualificar a amostra por posições pode ter dificultado o entendimento dos dados quando se pensa em utilizá-las na prática. Qualificar a amostra por posição pode ser interessante, especialmente considerando que jogadores eu atuam em algumas posições são mais habituados com a realização de sprints máximos.

7. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos no presente estudo, concluímos que a utilização da flexão nórdica como estratégia de PA não se mostrou superior ao aquecimento TRAD nem eficaz para a manifestação de MDPA de sprints na população de integrantes da categoria sub-20 de uma equipe de futebol. No entanto, os resultados obtidos neste estudo corroboram a eficácia da estrutura RAMP de aquecimento para atingir o desempenho ideal, pois foram observados resultados positivos na avaliação do desempenho de sprints seguindo essa estrutura de aquecimento.

REFERÊNCIAS

ABDELKADER, M. et al. A randomised controlled trial of 1- versus 2-day per week formats of Nordic hamstring training on explosive athletic tasks in prepubertal soccer players. **Journal of Sports Sciences,** p. 1-9, 16 nov. 2022.

ALTENBURG, T. M. et al. Vastus lateralis surface and single motor unit electromyography during shortening, lengthening and isometric contractions corrected for mode-dependent differences in force-generating capacity. **Acta Physiologica,** v. 196, n. 3, p. 315-328, jul. 2009.

BLAZEVICH, A. J.; BABAULT, N. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. **Frontiers in Physiology,** London, v. 10, n. 1, p. 1-19, nov. 2019.

BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the load-velocity relation of tetanic and voluntary shortening contractions. **Journal of Applied Physiology,** v. 103, n. 4, p. 1318–1325, out. 2007.

BUFALO, S. S. et al. Post-activation performance enhancement does not occur following a large hand-paddles and parachute-resisted warm-up routine in collegiate swimmers. **Frontiers in Sports and Active Living,** v. 5, 24 nov. 2023.

ÇABUK, S.; INCE, I. The acute effects of hip thrust and glute bridge exercises with different loads on sprint performance and horizontal force-velocity profile in adolescent soccer players: a post-activation performance enhancement approach. **European Journal of Sport Science,** v. 25, n. 2, p. e12255, 2025.

DA ROCHA, M. et al. Does an Adjusted Kinematic Model Predict the Relative Eccentric Force During Nordic Curl? **Journal of Sport Rehabilitation,** p. 1-7, 2022.

DUCHATEAU, J.; ENOKA, R.M. Neural control of lengthening contractions. **The Journal of Experimental Biology,** v. 219, n. 2, p. 197-204, jan. 2016.

EDWARDS, A. M. et al. Self-pacing in interval training: a teleoanticipatory approach. **Psychophysiology,** v. 48, n. 1, p. 136-141, 2011.

EKSTRAND, J. et al. Low adoption in women's professional football: teams that used the Nordic Hamstring Exercise in the team training had fewer match hamstring injuries. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine,** v. 9, n. 2, p. e001523, maio 2023.

FONTANETTI, G. et al. The Use of the Self-Selected Rest Interval Method Is as Effective for Optimizing Postactivation Performance Enhancement in Elite Athletes as

Employing the Best Fixed Rest Interval. **Journal of Strength & Conditioning Research,** 17 set. 2024.

GONZÁLEZ-ALONSO, J. et al. Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. **The Journal of Physiology,** v. 524, n. 2, p. 603–615, abr.2000.

GARBISU-HUALDE, A.; SANTOS-CONCEJERO, J. Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature. **Journal of Human Kinetics,** v. 78, n. 1, p. 141–150, 1 mar. 2021.

HAMADA, T. et al. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology,** v. 88, n. 6, p. 2131–2137, 1 jun. 2000.

HAMADA, T. et al. Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. **Acta Physiologica Scandinavica,** v. 178, n. 2, p. 165-173, 23 maio 2003.

JEFFREYS, I. Warm-up revisited: the ramp method of optimizing performance preparation. **UKSCA Journal,** v. 6, p. 15-19, 2006.

KOBAL, R. et al. Post-Activation Potentiation: Is there an Optimal Training Volume and Intensity to Induce Improvements in Vertical Jump Ability in Highly-Trained Subjects? **Journal of Human Kinetics,** v. 66, n. 1, p. 195–203, 27 mar. 2019.

LOTURCO, I. et al. Effects of different conditioning activities on the sprint performance in elite sprinters: a systematic review with meta-analysis. **International Journal of Sports Physiology and Performance,** v. 19, n. 7, p. 712-721, 2024.

NARDONE, A.; ROMANÒ, C.; SCHIEPPATI, M. Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles**.** **The Journal of Physiology,** v. 409, n. 1, p. 451-471, 1 fev. 1989.

NUZZO, J. L. et al. Acute Strength Training Increases Responses to Stimulation of Corticospinal Axons. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** v. 48, n. 1, p. 139–150, jan. 2016.

PERREY, S. Brain activation associated with eccentric movement: A narrative review of the literature. **European Journal of Sport Science,** v. 18, n. 1, p. 75-82, 29 out. 2017.

PRINCE, C. et al. Sprint Specificity of Isolated Hamstring-Strengthening Exercises in Terms of Muscle Activity and Force Production. **Frontiers in Sports and Active Living,** v. 2, 21 jan. 2021.

ROCHE, J.; TÖRNROTH-HORSEFIELD, S. Aquaporin Protein-Protein Interactions. International Journal of Molecular Sciences, v. 18, n. 11, p. 2255, 27 out. 2017.

ROMERO-FRANCO, N. et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: comparison with existing reference methods. **European Journal of Sport Science,** v. 17, n. 4, p. 386-392, 2017.

SAMOZINO, P. et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports,** v. 26, n. 6, p. 648-658, 21 maio 2015.

STEVENS, B. M. et al. Muscle Activation Patterns of The Proximal Medial And Distal Biceps Femoris And Gluteus Maximus Among 6 Hip Extension And Knee Flexion Exercises In Trained Women. **International Journal of Exercise Science,** v. 15, n. 1, 2022.

SEITZ, L. B.; DE VILLARREAL, E. S.; HAFF, G. G. The Temporal Profile of Postactivation Potentiation Is Related to Strength Level. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 28, n. 3, p. 706–715, mar. 2014.

SEITZ, L. B. et al. Postactivation potentiation during voluntary contractions after continued knee extensor task-specific practice. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism,** v. 40, n. 3, p. 230–237, mar. 2015.

SEITZ, L. B.; HAFF, G. G. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine,** v. 46, n. 2, p. 231–240, 27 out. 2016.

SIDDLE, J. et al. Acute adaptations and subsequent preservation of strength and speed measures following a Nordic hamstring curl intervention: a randomised controlled trial. **Journal of Sports Sciences,** v. 37, n. 8, p. 911-920, 27 out. 2018.

SOUZA, V. A. et al. Effects of Loaded Plyometric Exercise on Post-Activation Performance Enhancement of Countermovement Jump in Sedentary Men. **Research Quarterly for Exercise and Sport,** p. 1–8, 22 mar. 2023.

SUGI, H. et al. Electron microscopic recording of myosin head power stroke in hydrated myosin filaments. **Scientific Reports,** v. 5, n. 1, 26 out. 2015.

TILLIN, N. A.; BISHOP, D. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. **Sports Medicine,** v. 39, n.2, p. 147–166, 2009.

XU, K. et al. Optimizing Post-activation Performance Enhancement in Athletic Tasks: A Systematic Review with Meta-analysis for Prescription Variables and Research Methods. **Sports Medicine,** 24 jan. 2025.

WILSON, J. M. et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 27, n. 3, p. 854–859, mar. 2013.

YU, H. et al. Phosphorylation of the regulatory light chain of myosin in striated muscle: methodological perspectives. **European Biophysics Journal,** v. 45, n. 8, p. 779-805, 2016.

SARMENTO, HUGO. et al. The Influence of Playing Position on Physical, Physiological, and Technical Demands in Adult Male Soccer Matches: A Systematic Scoping Review with Evidence Gap Map. ***Sports medicine (Auckland, N.Z.)*** vol. 54,11: 2841-2864. 2024.

DAVID MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, MARK QUINN & PAUL JONES. Linear advancing actions followed by deceleration and turn are the most common movements preceding goals in male professional soccer. **Science and Medicine in Football,** 7:1, 25-33, 2023.