



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

VINICIUS VIGGIANI FRANÇA

**PERFIL E CORRELAÇÕES ENTRE FORÇA MUSCULAR,
CAPACIDADE AERÓBIA E DESEMPENHO FUNCIONAL DE
ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL NA PRÉ-
TEMPORADA**

VINICIUS VIGGIANI FRANÇA

**PERFIL E CORRELAÇÕES ENTRE FORÇA MUSCULAR,
CAPACIDADE AERÓBIA E DESEMPENHO FUNCIONAL
DE ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL NA PRÉ-
TEMPORADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras Unopar [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo

Coorientadora: Profa. Dra. Cynthia Gobbi Alves Araujo

Londrina

2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

F814	França, Vinicius . Perfil e correlações entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional de atletas de futebol profissional na pré-temporada / Vinicius França. - Londrina, 2026. 69 f. : il. Orientador: Christiane de Souza Guerino Macedo de Souza Guerino Macedo. Coorientador: Cynthia Gobbi Alves Araujo. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2026. Inclui bibliografia. 1. Futebol - Tese. 2. Análise de resultado - Tese. 3. Desempenho Físico Funcional - Tese. I. de Souza Guerino Macedo, Christiane de Souza Guerino Macedo. II. Gobbi Alves Araujo, Cynthia . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. IV. Título. CDU 615.8
------	---

VINICIUS VIGGIANI FRANÇA

**PERFIL E CORRELAÇÕES ENTRE FORÇA MUSCULAR,
CAPACIDADE AERÓBIA E DESEMPENHO FUNCIONAL
DE ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL NA PRÉ-
TEMPORADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Pitágoras Unopar [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Christiane de Souza
Guerino Macedo
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato
Universidade Federal do Triângulo
Mineiro

Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro de Oliveira
Universidade Federal do Ceará

Londrina, 12 de maio de 2026.

DEDICATÓRIA

Impossível essa dedicatória ser para outra pessoa! É mais de uma década de apoio incondicional, cumplicidade, respeito, humildade e principalmente amor verdadeiro. A minha parceira de vida, minha eterna namorada, minha atual noiva e futura esposa Yasmin Iris Matos da Silveira dedico esse trabalho e todo o esforço, sem ela nada disso seria possível...

“O amor tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.” (1 Coríntios 13:7)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por tudo que tem feito na minha vida, tenho certeza de que quando deixo que Ele seja o farol tudo acontece conforme a Sua vontade e ela é incomparável e perfeita. Espero sempre ser guiado por Ele, pois Seus planos são sobrenaturais e infinitamente superiores aos meus. Diante disso, não posso deixar de agradecê-lo por colocar na minha vida as pessoas que irei citar nesse agradecimento. Tenho a certeza de que sem essa inspiração divina eu não teria a oportunidade de conhecer, aprender e vivenciar essa etapa com pessoas tão especiais.

Vou iniciar agradecendo a minha futura esposa Yasmin Iris Matos da Silveira por me acompanhar nesse caminho árduo sem me deixar desistir ou desanimar. As incontáveis horas de viagem para acompanhar as aulas, as variações de humor durante esse período, os diversos sentimentos que se passaram durante o processo, tudo isso foi possível e relativamente fácil de superar na sua presença. Sua maneira leve, sensata e apoio incondicional sempre me guiaram para as melhores decisões e vou sempre orar pela oportunidade de ter você ao meu lado para o resto de nossas vidas!

Impossível não agradecer imensamente aos meus mentores, referências e inspiradores professores que tornaram tudo possível:

Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo, faltam palavras para descrever o quanto sou grato por todo esse tempo de orientação, somamos mais de 8 anos como orientando e orientadora. Tudo o que conquistei na minha carreira profissional e acadêmica eu devo a seus ensinamentos, são professoras como você que moldam profissionais apaixonados pelo que fazem. Serei eternamente grato por tudo e espero um dia contribuir para a formação de outros profissionais assim como você fez comigo, se eu conseguir replicar 10%, já estarei realizado.

Prof. Dr. Jefferson Rosa Cardoso, é extremamente gratificante ter a oportunidade de me aproximar e conhecer após a graduação uma referência da produção científica brasileira, aprendi durante suas aulas e estágios, lições e

valores que vou levar para minha vida. A oportunidade que você me deu quando acreditou em mim, não só como aluno, mas como profissional é motivo de muito orgulho e felicidade. Espero que mais alunos tenham a oportunidade de aprender e evoluir ao seu lado assim como eu pude.

Profa. Dra. Cynthia Gobbi Alves Araujo, agradeço o suporte e orientação durante esse período, é incomparável a sua humildade e leveza para direcionar e ensinar quem está ao seu redor. Uma profissional inspiradora que consegue liderar e direcionar pelo exemplo, responsável por me abrir uma porta dentro do mercado de trabalho o qual nunca tinha vivenciado. Agradeço por confiar e me ajudar desde o primeiro momento que nos conhecemos, em poucas semanas te acompanhando evolui coisas que em anos de profissão ainda não tinha aprendido. Será sempre referência em como fazer a diferença de forma discreta, com essência e propósito.

Agradeço também aos Professores que compuseram minha banca de qualificação e defesa, Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato e Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro de Oliveira. Suas considerações fizeram este trabalho muito melhor. Obrigado.

Por fim, gostaria de expressar meu mais sincero agradecimento ao Maringá Futebol Clube, cuja estrutura, confiança e apoio foram fundamentais para a concretização deste trabalho. À diretoria, ao *staff* e a todos os companheiros de clube, meu reconhecimento por acreditarem na proposta, valorizarem o processo e tornarem possível a realização deste trabalho, mesmo diante dos desafios constantes do futebol profissional. Estendo também minha gratidão à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio e incentivo à formação acadêmica, que foram essenciais ao desenvolvimento desta conquista, juntamente ao Programa de Pós-Graduação Associado em Ciências da Reabilitação UEL-Unopar, programa o qual me evoluiu como aluno, profissional e pesquisador.

VIGGIANI, V.F. PERFIL E CORRELAÇÕES ENTRE FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE AERÓBIA E DESEMPENHO FUNCIONAL DE ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL NA PRÉ-TEMPORADA. 2026. 69 páginas.
Dissertação de mestrado (Programa Associado em Ciências da Reabilitação – UEL/UNOPAR), Londrina, 2026.

RESUMO

Introdução: A pré-temporada no futebol representa um período de adaptação fisiológica e neuromuscular do atleta. Neste sentido, avaliações sistematizadas são fundamentais para que as equipes de saúde e performance possam monitorar e otimizar o desempenho dos atletas antes do início do período competitivo. **Objetivo:** Verificar o perfil e a correlação entre força muscular, capacidade aeróbia e o desempenho funcional dos membros inferiores em atletas profissionais de futebol na pré-temporada. **Métodos:** Estudo transversal, aprovado pelo Comitê de ética institucional. Foram avaliados 36 atletas profissionais de futebol ($24,5 \pm 0,7$ anos), no período pré-temporada. As variáveis analisadas contemplaram a força muscular por dinamômetro isocinético (pico de torque normalizado pela massa corporal), capacidade aeróbia (VO_{2max} estabelecido pelo protocolo de Bruce modificado) e desempenho funcional (*Single, Triple, Crossover e Side Hop tests e Countermovement Jump Test*). Os resultados de desempenho entre os membros inferiores foram comparados pelos testes t de Student ou Wilcoxon, com significância de 5%, e correlacionados pelo coeficiente de correlação de *Pearson*. **Resultados:** Não houve diferença significativa ou assimetria importante no torque extensor e flexor do joelho. O VO_{2max} foi de 64,60 (62,54-74,10) ml/kg/min. Houve melhor desempenho do membro inferior não-dominante no *Single Hop Test* ($P < 0,01$) e no *Triple Hop Test* ($P = 0,04$). O *Countermovement Jump Test* foi de 41,35 (38,90-43,87) centímetros. Houve correlação moderada, no membro inferior dominante, entre a força do quadríceps e o VO_{2max} ($r = -0,40$; $P = 0,01$; $R^2 = 16\%$); entre a força de isquiossurais e o *Triple Hop Test* ($r = 0,45$; $P < 0,01$; $R^2 = 20\%$) e *Crossover Hop Test* ($r = 0,46$; $P < 0,01$; $R^2 = 21\%$). Houve, no membro inferior não dominante, correlação entre a força do quadríceps e o VO_{2max} ($r = -0,41$; $P = 0,01$; $R^2 = 17\%$). **Conclusão:** Os atletas de futebol profissional na pré-temporada apresentaram boa capacidade aeróbia, boa simetria de força muscular e desempenho funcional entre os membros inferiores, sugerindo equilíbrio neuromuscular. Verificou-se correlação moderada e inversa entre a força do quadríceps (bilateral) e o VO_{2max} . A força dos isquiossurais do membro dominante se correlacionou com o desempenho no *Triple Hop Test* e *Crossover Hop Test*. Esses achados reforçam a relevância da avaliação pré-temporada para que se possa traçar estratégias específicas às necessidades da equipe.

Palavras-chave: Futebol, Análise de resultado, Força Muscular, Teste de esforço, Desempenho Físico Funcional.

VIGGIANI, V.F. PROFILE AND CORRELATIONS BETWEEN MUSCULAR STRENGTH, AEROBIC CAPACITY AND FUNCTIONAL PERFORMANCE OF

PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS IN THE PRE-SEASON. 2026. 69 pages.
Master's thesis (Associated Program in Rehabilitation Sciences –
UEL/UNOPAR), Londrina, 2026.

ABSTRACT

Introduction: The preseason in soccer represents a period of physiological and neuromuscular adaptation for the athlete. In this sense, systematized assessments are fundamental for health and performance teams to monitor and optimize athlete performance before the start of the competitive period.

Objective: To verify the profile and associations between muscle strength, aerobic capacity, and functional performance of the lower limbs in professional soccer players during the preseason. **Methods:** Cross-sectional study, approved by the institutional ethics committee. Thirty-six professional soccer players (24.5 ± 0.7 years old) were evaluated during the preseason period. The variables analyzed included muscle strength measured by isokinetic dynamometer (peak torque normalized by body mass), aerobic capacity (VO_{2max} established by the modified Bruce protocol), and functional performance (Single, Triple, Crossover, and Side Hop tests and Countermovement Jump Test). Performance results between the lower limbs were compared using Student's t-test or Wilcoxon test, with a significance level of 5%, and correlated using Pearson's correlation coefficient. **Results:** There was no significant difference or important asymmetry in knee extensor and flexor torque. VO_{2max} was 64.60 (62.54-74.10) ml/kg/min. There was better performance of the non-dominant lower limb in the Single Hop Test ($P < 0.01$) and in the Triple Hop Test ($P = 0.046$). The Countermovement Jump Test was 41.35 (38.90-43.87) centimeters. There was a moderate correlation, in the dominant lower limb, between quadriceps strength and VO_{2max} ($r = -0.40$; $P = 0.01$; $R^2 = 16\%$). There was also a moderate correlation between hamstring strength and the Triple Hop Test ($r = 0.45$; $P < 0.01$; $R^2 = 20\%$) and Crossover Hop Test ($r = 0.46$; $P < 0.01$; $R^2 = 21\%$). In the non-dominant lower limb, there was a correlation between quadriceps strength and VO_{2max} ($r = -0.41$; $P = 0.01$; $R^2 = 17\%$). **Conclusion:** Professional soccer players in the preseason showed good aerobic capacity, good muscle strength symmetry, and functional performance between the lower limbs, suggesting neuromuscular balance. A moderate and inverse correlation was found between quadriceps strength (bilateral) and VO_{2max} . Hamstring strength in the dominant limb correlated with performance in the Triple Hop Test and Crossover Hop Test. These findings reinforce the relevance of preseason assessment to develop strategies specific to the team's needs.

Keywords: Soccer, Functional Physical Performance; Muscle Strength; Prediction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Avaliação do torque extensor e flexor do joelho por dinamometria isocinética. Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.....	22
Figura 2: Teste de exercício cardiopulmonar (TCPE). Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.	24
Figura 3: <i>Single leg hop test</i> , <i>Crossover hop test</i> e <i>Triple hop test</i> . Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.	26
Figura 4: <i>Countermovement Jump Test</i> . Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.....	28

ARTIGO

Figura 1: C Correlações e variância compartilhadas entre a força muscular do quadríceps do membro inferior dominante e VO ₂ max (1A), <i>Single Hop Test</i> (1B), <i>Crossover Hop Test</i> (1C) e <i>Countermovement Jump Test</i> (1D).....	40
Figura 2: Variância compartilhada entre a força muscular dos isquiossurais do membro inferior dominante e <i>Single Hop Test</i> (2A), <i>Triple Hop Test</i> (2B) e <i>Crossover Hop Test</i> (2C).....	41
Figura 3: Variância compartilhada no membro inferior não dominante entre a força dos extensores do joelho e VO ₂ max (3A) e entre a força dos flexores do joelho e <i>Single Hop Test</i> (3B) e <i>Side Hop Test</i> (3C).....	422

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados de caracterização da amostra (n = 36).....	37
Tabela 2: Análise da força muscular, <i>desempenho em testes funcionais</i> e índices de assimetrias entre os membros inferiores (média e desvio-padrão; <i>mediana quartis</i>).....	37

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela Suplementar 1: Tabela S1: Análise de confiabilidade, erro padrão da medida e da mínima mudança detectável dos testes funcionais analisados.....	38
Tabela Suplementar 2: Correlações entre Força Muscular, Capacidade aeróbia e desempenho em testes funcionais da amostra.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAE - Ciclo alongamento-encurtamento

CMJ - *Countermovement Jump Test*

MID - membro inferior dominante

MIND - membro inferior não dominante

MMII – membros inferiores

VO₂max - Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 HIPÓTESES	18
4 REVISÃO DE LITERATURA	19
4.1 AVALIAÇÕES PRÉ-TEMPORADA NO FUTEBOL	19
4.2 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR POR DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO	20
4.3 CAPACIDADE AERÓBIA (VO_{2max})	23
4.4 TESTES DE DESEMPENHO FUNCIONAL DOS MEMBROS INFERIORES	24
4.5 AVALIAÇÃO DE SALTO POR PLATAFORMA DE FORÇA	27
5 ARTIGO	29
6 CONCLUSÃO GERAL	52
7 REFERÊNCIAS	53
8 APÊNDICES	63

1 INTRODUÇÃO

A pré-temporada no futebol representa um período crítico de adaptação fisiológica e neuromuscular, em que o risco de lesões e de respostas inadequadas ao aumento da carga de treinamento é elevado (Eliakim et al., 2018). Avaliações sistematizadas nessa fase são fundamentais para identificar desequilíbrios musculares, assimetrias de movimentos, capacidades cardiorrespiratórias e fatores de risco para lesões (Liveris et al. 2025), que permitirão intervenções individualizadas em programas de Fisioterapia Esportiva (Ayala et al., 2019). A avaliação pré-temporada constitui um procedimento essencial aplicado por equipes de Saúde e Performance com o objetivo de monitorar, diagnosticar e minimizar o risco de lesões, bem como otimizar o desempenho físico dos jogadores antes do início competitivo (Onofrei et al., 2019). Particularmente ao fisioterapeuta esportivo, visa identificar déficits específicos para a prescrição de protocolos de reabilitação e de redução do risco de lesões personalizados e mais eficazes (Castillo et al., 2025).

A literatura demonstra que um elevado nível de aptidão aeróbica, particularmente na pré-temporada, está associado a um menor risco de lesões ao longo da temporada competitiva, reforçando o seu papel na prevenção de lesões (Watson, 2017). No entanto, as lesões por sobrecarga continuam a afetar frequentemente os atletas, sobretudo durante a pré-temporada. Neste contexto, a avaliação funcional, por meio de abordagens biomecânicas, é utilizada como um indicador do risco de lesões musculoesqueléticas dos membros inferiores (Brumitt et al., 2018). Deste modo, a pré-temporada assume um papel fundamental na definição de parâmetros relevantes e de valores normativos que servem como marcadores de saúde e performance dos atletas, orientando as estratégias de treinamento em jogadores de futebol profissional com abordagens individualizadas (Eliakim et al., 2018).

As exigências fisiológicas do futebol indicam que jogadores de elite percorrem aproximadamente entre 10 a 12 km por partida, variando de acordo com a posição em campo, em um padrão de esforço intermitente, com contínuos ciclos de aceleração/desaceleração (Asimakidis et al., 2025). A maior parte dessa distância é realizada em intensidades baixas a moderadas, o que

evidencia a predominância do metabolismo aeróbio como principal via energética (Allen et al., 2025). Durante uma partida, o consumo médio de oxigênio corresponde a cerca de 70–80% do consumo máximo de oxigênio (VO_2max), reforçando a relevância da aptidão aeróbia para sustentar o desempenho ao longo dos 90 minutos (Bangsbo; Iaia; Krstrup, 2007; Kryściak et al., 2026).

Adicionalmente, uma melhor aptidão aeróbia está associada, de formamoderada a forte, a um menor risco de lesões e a uma atenuação da queda do desempenho técnico induzida pela fadiga em jogadores de futebol (Asimakidis et al., 2025). Apesar de o VO_2max ser amplamente utilizado como principal variável de avaliação da aptidão aeróbia, geralmente obtido por meio de testes incrementais até à exaustão, a sua interpretação isolada é limitada, uma vez que a maior parte das ações realizadas durante o jogo ocorrem a intensidades submáximas, tornando necessária a análise conjunta de outros indicadores fisiológicos (Asimakidis et al., 2025).

A avaliação da força muscular, especialmente dos músculos quadríceps e isquiossurais, são consideradas uma medida central no contexto esportivo, para análise de desempenho, detecção de assimetrias, prognóstico e reabilitação de lesões (Amaral; Marinho; Fonseca, 2020; Bohannon, 2005), permitindo comparações entre membros e entre grupos musculares. A força muscular pode ser avaliada por meio de dinamômetro isocinético, considerado padrão-ouro, e fornece informações valiosas sobre o desempenho físico de jogadores de futebol profissionais (Amaral et al. 2020; Levangie and Norkin, 2005).

Somado a essa análise, os desequilíbrios funcionais, a dominância de membros e a realização de gestos esportivos inadequados podem influenciar a precisão, a velocidade e a coordenação motora, aumentando o risco de lesões (Manoel et al., 2020). Estes desfechos reforçam a importância da implementação de testes funcionais dinâmicos de avaliações do futebol profissional, que avaliam não apenas força, mas também, agilidade, potência e coordenação (Kami; Vidigal; Macedo, 2017; Picot et al., 2021). Para complementar a avaliação neuromuscular, o salto vertical constitui uma medida válida e sensível da potência dos membros inferiores, amplamente empregada para monitoramento

de respostas agudas e crônicas ao treinamento, assim como no retorno ao esporte, de fácil execução e aplicabilidade (Ruf et al., 2024).

Frente aos diversos estudos sobre avaliação dos atletas de futebol profissional e à diversidade de variáveis mensuradas, com destaque para a força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional, nota-se a importância dessas medidas para a saúde e performance dos atletas de alto rendimento, sendo assim, fazem-se necessários estudos que verifiquem o perfil dos atletas na pré-temporada, bem como as associações das variáveis analisadas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o perfil e a associação entre força muscular, capacidade aeróbia e o desempenho funcional dos membros inferiores de atletas profissionais de futebol na pré-temporada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o torque extensor e flexor do joelho no dinamômetro isocinético *Biodex System 4 Pro*;
- Avaliar a capacidade aeróbia por valores de $VO_2\text{max}$ no teste de exercício incremental em esteira, por meio do protocolo de Bruce modificado e sistema de ergometria *TEB APEX 1000*;
- Avaliar o desempenho funcional dos membros inferiores por meio dos testes: *Single Hop Test*, *Triple Hop Test*, *Crossover Hop Test* e *Side hop test*;
- Avaliar o desempenho do salto vertical por meio do *Countermovement Jump Test*, avaliado pela Plataforma de Força *Forcedecks (VALD Performance)*;
- Estabelecer as assimetrias entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional dos membros inferiores em atletas profissionais de futebol na pré-temporada;
- Estabelecer as associações entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional dos membros inferiores em atletas profissionais de futebol na pré-temporada.

3 HIPÓTESES

Espera-se que atletas profissionais de futebol, durante o período de pré-temporada, apresentem baixa capacidade aeróbia, assimetrias de torque e funcionais entre os membros inferiores acima de 10% , e que o membro inferior dominante apresente melhor desempenho que o não dominante.

Ainda, hipotetiza-se que existam correlações moderadas ou fortes entre a força muscular e a capacidade aeróbia, assim como entre a força muscular e o desempenho funcional dos membros inferiores.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 AVALIAÇÕES PRÉ-TEMPORADA NO FUTEBOL

Estima-se que existam mais de 250 milhões de praticantes de futebol em todo o mundo (Llurda-Almuzara et al., 2022). O cenário atual do esporte apresenta um aumento no número de lesões, fato esse já inerente aos esportes coletivos e potencializado no futebol profissional com a associação do aumento no número de partidas e das demandas físicas (Drummond et al., 2021). Deste modo, os profissionais da Saúde e Performance buscam atingir o melhor condicionamento físico dos atletas, a fim de acompanhar o ritmo de treinos e jogos (Rabello et al., 2014).

Os membros inferiores são as regiões mais acometidas por lesões, sendo os músculos posteriores da coxa, o joelho e o tornozelo os locais de maior incidência. Dependendo da gravidade da lesão, essas ocorrências podem resultar em afastamento das atividades (Bezerra et al., 2022). Apesar da grande incidência de lesões no futebol, acredita-se que elas podem ser minimizadas se o risco for previamente identificado e realizado um plano de intervenção personalizado ou coletivo (Ayala et al., 2019). Cabe aos profissionais médicos, fisioterapeutas, preparadores físicos, fisiologistas, entre outros, identificarem os fatores de risco modificáveis e ajustar o que for viável tendo em vista a integridade dos atletas (Lane; Kreider, 2025). A avaliação na pré-temporada é essencial para estabelecer um perfil individual de cada jogador, permitindo identificar desequilíbrios musculares, fraquezas específicas e possíveis fatores de risco para lesões, contribuindo para intervenções mais direcionadas que, como resultado, ajudam a reduzir o risco de lesões comuns no futebol, como as lesões musculares da coxa, frequentemente associadas a desequilíbrios entre isquiossurais e quadríceps (Dauty et al., 2019; Ekstrand; Waldén; Hägglund, 2016a).

Diferentes métodos podem ser utilizados na avaliação de jogadores de futebol, incluindo testes de laboratório e testes funcionais. A força muscular, especialmente avaliada por meio da dinamometria isocinética, é bastante utilizada para analisar o equilíbrio entre grupos musculares e identificar possíveis assimetrias (OLUWATOYOSI BA OWOEYE 1, 2024). Por outro lado, testes funcionais, como saltos verticais e horizontais, são amplamente recomendados

por sua praticidade e pela capacidade de avaliar força, coordenação neuromuscular e estabilidade (Ruf et al., 2024). Além disso, há evidências de uma relação significativa entre o desempenho em saltos e a velocidade de sprint, o que reforça a utilidade desses testes na avaliação de desempenho durante a pré-temporada (Gathercole et al., 2015)

O desempenho no futebol é influenciado por fatores táticos, técnicos, mentais e físicos de cada jogador. Nos últimos anos, as exigências físicas do esporte aumentaram significativamente (García-Calvo et al., 2025). Embora o metabolismo aeróbico seja predominante durante uma partida, são as ações intensas de alta velocidade como saltos, acelerações, desacelerações e chutes que se mostram decisivas para o resultado do jogo (Delvaux et al., 2023). Nesse contexto, a potência anaeróbia assume papel fundamental para o desempenho esportivo, a identificação de fraquezas físicas pode indicar limitações de desempenho e possíveis riscos de lesão, reforçando a importância de monitorar e avaliar adequadamente os atletas (Delvaux et al., 2023).

4.2 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR POR DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

A dinamometria isocinética foi desenvolvida no final da década de 1960, e desde então tem sido amplamente utilizada na avaliação da função muscular. Atualmente está consolidada como um método de referência, especialmente no contexto esportivo e clínico, sendo considerada padrão-ouro para a mensuração da força muscular dinâmica (Stark et al., 2011). Sua aplicação expandiu-se significativamente, sendo incorporada à rotina de centros de reabilitação, instituições acadêmicas e clubes esportivos de alto rendimento.

O princípio da avaliação isocinética baseia-se na realização de movimentos em velocidade angular constante, previamente definida pelo avaliador, expressa em graus por segundo ($^{\circ}/s$), porém, essa constância não é absoluta, uma vez que há um período inicial de aceleração até que a velocidade programada seja atingida, além de ajustes de resistência ao longo da amplitude de movimento para garantir a segurança e a qualidade dos dados (Schindler et al., 2023). Durante o teste, o dinamômetro adapta continuamente a resistência à força produzida pelo indivíduo, permitindo uma contração máxima em toda a

amplitude de movimento, o que torna o método mais seguro em comparação a testes tradicionais de carga máxima (Van Dyk et al., 2017).

Dessa forma, a dinamometria isocinética configura-se como uma ferramenta precisa, confiável e segura para a avaliação da função muscular, com ampla aplicabilidade tanto no diagnóstico e acompanhamento de condições musculoesqueléticas quanto na otimização do desempenho esportivo (Schindler et al., 2023). Em jogadores de futebol, o dinamômetro isocinético é amplamente utilizado para avaliar a força muscular e a relação entre os músculos isquiossurais e quadríceps, além de identificar possíveis assimetrias entre os membros inferiores.

A Força Muscular (FM) de quadríceps e isquiotibiais foi analisada com sequência aleatorizada, em modo concêntrico, e em velocidade angular 60, 180 e 300 °/s, com uma frequência de amostragem de 100 Hz por meio do dinamômetro isocinético da marca *Biodex Multi-Joint System 4 - Biodex Biomedical Systems, Inc., Shirley, NY*. O atleta foi orientado a não realizar nenhuma atividade física no dia de testes. Primeiro, o atleta cumpriu um aquecimento de 10 minutos em bicicleta ergométrica sem resistência, na velocidade de 30 km/h. O atleta foi posicionado no assento do dinamômetro e estabilizado com tiras ao redor do tronco, pelve e coxas de acordo com o protocolo *Biodex*. A flexão do quadril ajustada para 85°, o eixo do dinamômetro alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur, e a tornozeleira foi posicionada logo acima do maléolo medial. A amplitude de movimento ativa de 90° para flexão e 0° para extensão foi escolhida para o teste. No entanto, de extensão foi definida de acordo com limites individuais. Foi realizado um processo de familiarização que consiste em duas séries de 10 repetições (em cada velocidade)(Obara et al., 2023). Cinco repetições em cada velocidade de teste foram realizadas com um intervalo de descanso de 90 segundos entre as séries. O atleta foi instruído a realizar força máxima durante todas as repetições, com encorajamento e feedback visual fornecidos.



Figura 1: Avaliação da força muscular por Dinamometria Isocinética. Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.

Observa-se que jogadores de futebol com assimetria bilateral de força dos músculos isquiossurais superior a 15% apresentaram risco 3,24 vezes maior de lesão não por contato (HR: 3,24, 95% CI: 2,18–4,82), e que a análise de dados isocinéticos por meio de *machine learning* melhora a predição de lesões e pode reduzir a probabilidade em 73% (Interlandi et al., 2026). Em adição, a resposta da avaliação isocinética pode ser utilizada para ajustar volume e intensidade de força muscular em treinamentos preventivos, conforme os déficits verificados e as exigências individuais (Cakici, Alpay, and Soylu, 2026; Chahal et al., 2026)

Medições isocinéticas de força agonista/antagonista quadríceps versus isquiossurais (razões e torque máximo) fornecem informação biomecânica relevante para avaliar o risco e planejar a reabilitação específica para reduzir o risco de distensões e de instabilidades articulares (Bhatt et al., 2025). A recuperação de força avaliada pelo dinamômetro isocinético também se relacionou com medo de relesão e outros desfechos funcionais em jogadores de futebol, reforçando que testes objetivos ajudam a guiar decisões de retorno ao esporte, integrando aspectos físicos e psicológicos (Wang and Lee, 2026). Em destaque, recomenda-se realizar a avaliação bilateral e em diferentes velocidades, documentar diferenças percentuais entre membros e comparar razões agonista/antagonista; além de estabelecer limiares (por exemplo,

assimetrias relevantes >10–15%) para direcionar intervenções e reavaliações (Bhatt et al., 2025; Chatzilamprinos et al., 2025; Wang and Lee, 2026)

4.3 CAPACIDADE AERÓBIA (VO_2max)

As exigências fisiológicas do futebol indicam que jogadores de elite percorrem aproximadamente 10 a 12 km por partida, sendo a maior parte dessa distância é realizada em intensidades baixas a moderadas, o que evidencia a predominância do metabolismo aeróbico como principal via energética (Allen et al., 2025). Durante uma partida, o consumo médio de oxigênio corresponde a cerca de 70–80% do consumo máximo de oxigênio (VO_2max), reforçando a relevância da aptidão aeróbica para sustentar o desempenho ao longo dos 90 minutos (Bangsbo; Iaia; Krstrup, 2007; Kryściak et al., 2026) e justificando a importância da mensuração do VO_2max no período pré-competição.

A avaliação do consumo máximo de oxigênio (VO_2max) é amplamente utilizada como indicador da aptidão cardiorrespiratória, sendo tradicionalmente obtida por meio de testes incrementais em esteira até a exaustão. De acordo com a revisão sistemática de Asimakidis et al., (2025), esse método se destaca como o mais utilizado na prática clínica e em pesquisas científicas, e que o teste incremental em esteira até a exaustão foi empregado em 56 estudos (45%), configurando-se como o protocolo predominante para avaliação da aptidão aeróbica. Além disso, o VO_2max (mL/kg/min) foi a variável de desfecho mais reportada, presente em 49 estudos (87%), com mediana de 58 mL/kg/min, evidenciando sua relevância e ampla aceitação na literatura.

O protocolo de Bruce modificado consiste em um teste incremental em esteira caracterizado por estágios progressivos de aproximadamente três minutos, com aumentos graduais na velocidade e na inclinação (Kwon et al., 2025). Durante o teste, são monitoradas variáveis fisiológicas como frequência cardíaca, pressão arterial e respostas eletrocardiográficas. O teste pode ser conduzido até o esforço máximo ou interrompido conforme critérios clínicos e fisiológicos, sendo amplamente utilizado para avaliação da capacidade cardiorrespiratória em contextos clínicos e esportivos (Vilcant; Zeltser, 2026).

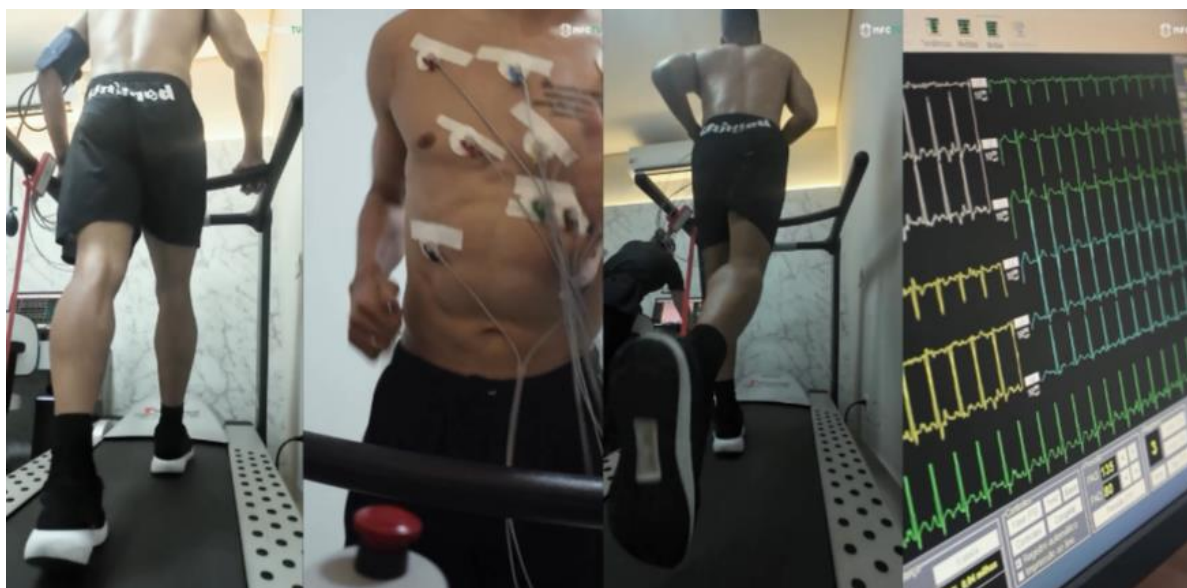


Figura 2: Teste de exercício cardiopulmonar (TCPE). Imagens Cedidas pelo Maringá Futebol Clube.

Os resultados de $VO_2\text{max}$ são determinados por meio do teste de exercício cardiopulmonar (TCPE), realizado em sistema ergométrico, com protocolo incremental em esteira até a exaustão, como proposto no protocolo de Bruce modificado. Os procedimentos devem seguir as diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM), garantir padronização e segurança na avaliação (Liguori G, 2021). Durante o teste, os participantes são submetidos ao esforço físico progressivo até atingirem a exaustão voluntária ou até que sejam identificados critérios de interrupção por segurança. A frequência cardíaca (FC) em repouso deve ser previamente mensurada em posição de decúbito dorsal, após dois minutos de descanso, e monitorada continuamente ao longo de todo o protocolo, permitindo o acompanhamento das respostas fisiológicas ao exercício.

4.4 TESTES DE DESEMPENHO FUNCIONAL DOS MEMBROS INFERIORES

Testes funcionais são instrumentos e/ou técnicas de avaliação que fornecem ao fisioterapeuta a possibilidade de uma melhor identificação do diagnóstico cinético-funcional do paciente/atleta, para que possa elaborar de forma individualizada e específica a abordagem fisioterapêutica necessária (Brumitt et al., 2018).

Testes de performance funcional são caracterizados como medidas dinâmicas utilizadas para avaliar a função geral do atleta, incluindo dos MMII. Os testes funcionais comumente são utilizados como critério para evolução do tratamento e até mesmo para o retorno ao esporte. Além disso, a complexidade funcional dos membros inferiores evidencia a importância da utilização de testes funcionais, uma vez que tais testes são direcionados para análise dessas variáveis complexas (Kami; Vidigal; Macedo, 2017).

Exemplos de testes de performance funcionais são: *Single Hop Test*, *Triple Hop Test*, *Crossover Hop Test*, *Side hop test* e *CMJ*.

- a) *Single leg hop test* (Figura 3): para a realização do *Single Hop Test*, deve-se posicionar o pé do membro inferior testado atrás da linha de início. Ao sinal do avaliador o participante realiza um salto horizontal unipodal na maior distância possível da posição inicial, mantendo-se equilibrado por 2 segundos após a aterrissagem. Os membros superiores devem ficar livres e são realizados três saltos em cada MI, sendo o primeiro de familiarização e os dois seguintes de mensuração. O avaliador deve coletar a distância total em centímetros do salto realizado, o valor utilizado será a média dos dois saltos em centímetros (Mendonça LM; Bittencourt NFN; Santos MB, 2016).
- b) *Triple hop test* (Figura 3): para a realização do *Triple Hop Test* deve-se posicionar o pé do membro inferior testado atrás da linha de início. Ao sinal do avaliador o participante realiza 3 saltos horizontais, consecutivos e unipodais, em linha reta na maior distância possível da posição inicial. Ao aterrissar deve manter-se equilibrado por dois segundos. Os membros superiores devem ficar livres e são realizados três saltos em cada membro inferior, sendo o primeiro de familiarização e os dois seguintes de mensuração. O avaliador analisa a distância total atingida em centímetros. A comparação é realizada entre os membros, e o valor utilizado é a média dos dois saltos em centímetros (Mendonça LM; Bittencourt NFN; Santos MB, 2016).
- c) *Cross over hop test* (Figura 3): para a realização do *Crossover Hop Test* deve-se posicionar o pé do membro inferior testado atrás da linha de início. Ao sinal do avaliador o participante realiza 3 saltos horizontais,

consecutivos e unipodais, cruzando uma linha de 15 cm de espessura, na maior distância possível da posição inicial. Ao aterrissar deve manter-se equilibrado por dois segundos. Os membros superiores devem ficar livres e são realizados três saltos em cada membro inferior, sendo o primeiro de familiarização e os dois seguintes de mensuração. O avaliador analisa a distância total atingida em centímetros. A comparação é realizada entre os membros, e o valor utilizado é a média dos dois saltos em centímetros (Mendonça LM; Bittencourt NFN; Santos MB, 2016).

- d) *Side hop test*: para a realização do *Side Hop Test* deve-se posicionar o pé do membro inferior testado ao lado da linha de início. Ao sinal do avaliador o participante realiza 10 saltos laterais, consecutivos e unipodais o mais rápido que conseguir, cruzando uma linha de 30 cm de espessura. O teste, por se tratar de saltos laterais repetidos e rápidos, se mostrou válido para avaliar força em estado de fadiga (Almansoof, Nuhmani, and Muaidi, 2023). O teste é também aplicável para detectar sinais físicos e neuromusculares de déficits funcionais em indivíduos com instabilidade do tornozelo (Docherty et al., 2005). A utilização do teste se mostrou suficiente, de forma isolada, para determinar a prontidão do tornozelo e atleta (Tantigate et al., 2020).

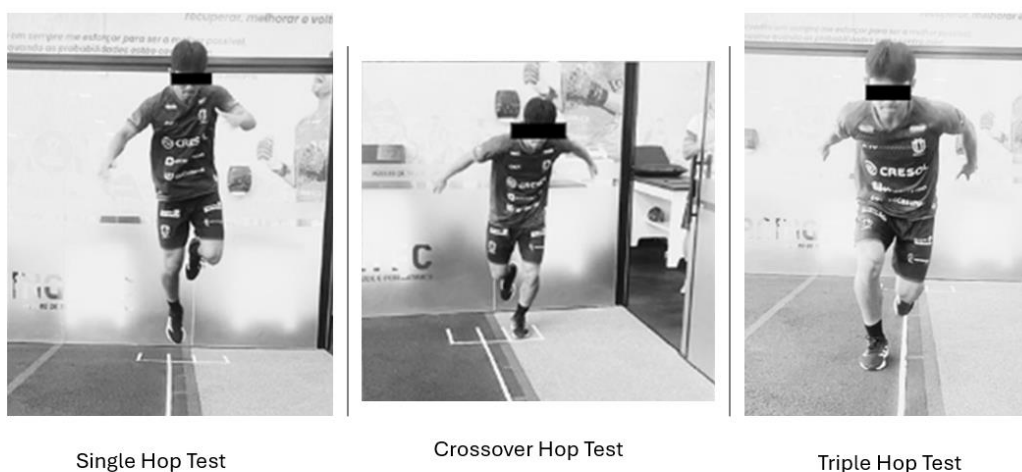


Figura 3: Single leg hop test; Crossover hop test e Triple hop test. Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.

4.5 AVALIAÇÃO DE SALTO POR PLATAFORMA DE FORÇA

A mensuração de saltos verticais por meio de plataformas de força tem se consolidado como uma prática cada vez mais utilizada em áreas como ciência do esporte, Fisioterapia e treinamento físico (Anicic et al., 2023). A precisão na captação de variáveis cinéticas torna as plataformas de força um recurso fundamental para a tomada de decisão baseada em dados no esporte de alto rendimento (Cabarkapa et al., 2025).

Nesse cenário, o CMJ destaca-se como uma das principais ferramentas para avaliação do estado neuromuscular, sendo frequentemente analisado por meio dessas plataformas (Bagchi et al., 2024). Sua relevância está diretamente associada ao ciclo alongamento-encurtamento (CAE), mecanismo que envolve a transição rápida entre ações excêntricas e concêntricas, permitindo maior eficiência na produção de força e potência (Komi, 2000). Estudos clássicos, como o de (Gathercole et al., (2015) demonstram que testes que dependem mais do CAE, como o CMJ, apresentam maior sensibilidade para detectar fadiga neuromuscular. Essa maior sensibilidade ocorre porque o componente excêntrico presente no CMJ exige elevado controle neuromuscular e está diretamente relacionado à capacidade de armazenar e reutilizar energia elástica. Em estados de fadiga, esses mecanismos são comprometidos, o que impacta de forma mais evidente o desempenho em testes que utilizam o CAE. Dessa forma, o CMJ se mostra uma ferramenta mais precisa para identificar alterações agudas no estado neuromuscular, especialmente em momentos imediatamente após esforços intensos (Gathercole et al., 2015).

Além disso, o uso de tecnologias de monitoramento, como plataformas de força, tem se expandido significativamente, sendo considerado mais preciso para a mensuração de variáveis de força (McMahon; Ripley; Comfort, 2022). A transição entre a pré-temporada e o início da temporada competitiva representa um período crítico no esporte de alto rendimento, caracterizado por aumento abrupto das cargas de treinamento, maior risco de fadiga e lesões, e necessidade de monitoramento rigoroso. Nesse contexto, estratégias integradas de controle de carga e avaliação contínua tornam-se essenciais para otimizar o desempenho ao longo da temporada (Sanders, Skodinski e Peacock, 2025).

Entre as tecnologias disponíveis, o ForceDecks tem se destacado como uma plataforma válida e confiável para testes de salto, como o CMJ. Além de fornecer um software estruturado para análise de dados, desenvolvido tanto para pesquisa quanto para interpretação clínica, essa ferramenta vem ganhando espaço no futebol profissional. Seu uso tem sido impulsionado por estudos de validação e pela crescente necessidade de monitoramento preciso no esporte de alto rendimento, consolidando-se como um recurso relevante na avaliação neuromuscular e no suporte à tomada de decisão (Collings et al., 2024).



Figura 4: Countermovement Jump Test. Imagens cedidas pelo Maringá Futebol Clube.

5 ARTIGO

Artigo a ser encaminhado para revista *Physical Therapy In Sport*.

PERFIL E CORRELAÇÕES ENTRE FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE AERÓBIA E DESEMPENHO FUNCIONAL DE ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL NA PRÉ-TEMPORADA: UM ESTUDO TRANSVERSAL

Autores: Vinicius Viggiani França^{a,b}, Lucas Catai Ribeiro Rodrigues^b, João Pedro Fernandes Flosi^b, Kaue Berbel^b, Juliano Dallazen de Carvalho^b, Gabriel Yuji Kaneko Suzuki^b, Jefferson Rosa Cardoso^a, Cynthia Gobbi Alves Araújo^a, Christiane de Souza Guerino Macedo^a.

Afiliações:

^aPrograma de Pós-Graduação Associado em Ciências da Reabilitação Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil.

^bMaringá Futebol Clube. Maringá, Paraná, Brasil.

Autor correspondente:

Name: PT. PhD. Christiane de Souza Guerino Macedo

Address: Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, Physical Therapy Department, State University of Londrina, Robert Koch Avenue, 50, CEP: 86038-350. Londrina - Brazil.

E-mail: chmacedouel@yahoo.com.br

Conflito de interesse: Nenhum.

RESUMO

Objetivo: Verificar perfil e correlações entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional dos membros inferiores em atletas profissionais de futebol na pré-temporada. **Métodos:** Estudo transversal. Foram avaliados 36 atletas profissionais de futebol ($24,5 \pm 0,7$ anos), no período pré-temporada. A força muscular foi avaliada por dinamômetro isocinético (pico de torque), capacidade aeróbia (VO_{2max}) e desempenho funcional (*Single, Triple, Crossover e Side Hop tests e Countermovement Jump Test*). A análise estatística utilizou os testes *t* de Student, Wilcoxon e correlação de *Pearson*. **Resultados:** Não houve diferença significativa ou assimetria importante no torque extensor e flexor do joelho. O VO_{2max} foi de 64,60 (62,54-74,10) ml/kg/min. O membro inferior não-dominante foi melhor no *Single Hop Test* ($P < 0,01$) e no *Triple Hop Test* ($P = 0,04$). O *Countermovement Jump Test* foi de 41,35 (38,90-43,87) centímetros. No membro inferior dominante a correlação foi moderada entre força do quadríceps e VO_{2max} ($r = -0,40$; $P = 0,01$; $R^2 = 16\%$); entre força de isquiossurais e *Triple Hop Test* ($r = 0,45$; $P < 0,01$; $R^2 = 20\%$) e *Crossover Hop Test* ($r = 0,46$; $P < 0,01$; $R^2 = 21\%$). No membro inferior não dominante a correlação foi moderada entre força do quadríceps e VO_{2max} ($r = -0,41$; $P = 0,01$; $R^2 = 17\%$). **Conclusão:** Atletas de futebol profissional na pré-temporada tem bom equilíbrio neuromuscular, valores adequados de capacidade aeróbia, simetria de força muscular e desempenho funcional entre os membros inferiores. Força do quadríceps (bilateral) e VO_{2max} se correlacionaram de forma inversa. A força dos isquiossurais do membro dominante se correlacionou com o desempenho no *Triple Hop Test* e *Crossover Hop Test*.

Palavras-chave: Futebol, Análise de resultado, Força Muscular, Teste de esforço, Desempenho Físico Funcional.

INTRODUÇÃO

A avaliação pré-temporada é essencial para estabelecer o perfil do atleta e da equipe de futebol antes do início dos treinamentos e competições, identificar desequilíbrios musculares, fraquezas específicas e gestos esportivos inadequados, para intervenções específicas e individualizadas (Ekstrand; Waldén; Hägglund, 2016b). Além disso, a avaliação pré-temporada ajuda a reduzir o risco de lesões comuns no futebol, como as lesões musculares da coxa, associadas a desequilíbrios entre os músculos quadríceps e isquiossurais (Dauty et al., 2019; Ekstrand; Waldén; Hägglund, 2016a).

Diferentes testes podem ser utilizados na avaliação pré-temporada de jogadores de futebol, com destaque para a mensuração da força muscular, utilizada identificar possíveis assimetrias entre grupos musculares (Owoeye et al., 2024). A dinamometria isocinética configura-se como uma ferramenta precisa, confiável e segura para a avaliação da função muscular, com ampla aplicabilidade no diagnóstico e acompanhamento de condições musculoesqueléticas (Schindler et al., 2023). No entanto, por ser uma avaliação muscular individualizada e realizada em ambiente controlado, pode não representar totalmente os movimentos funcionais do futebol, como os saltos e mudanças de direção.

Por outro lado, testes funcionais surgem como alternativa para avaliar a complexidade dos movimentos durante a prática esportiva. Os testes funcionais com saltos verticais, horizontais e laterais são recomendados por sua capacidade de avaliar força, coordenação neuromuscular e estabilidade (Almansoor; Nuhmani; Muaidi, 2023; Mendonça; Bittencourt; Santos, 2016; Tantigate et al., 2020), com excelente validade e confiabilidade na avaliação de atletas de futebol (Fältström et al., 2023). Estes testes são capazes de revelar assimetrias e estratégias de aterrissagens diferentes (Mitchell; Greig, 2024), apontar correlações com fatores psicológicos e valgo dinâmico (Correa et al., 2023) e evidenciar a estabilidade lateral do tornozelo (Fältström et al., 2023). Além disso, há evidências de uma relação significativa entre o desempenho em saltos e a velocidade de sprint (Liang et al., 2023), o que reforça a utilidade na

avaliação de desempenho de atletas de futebol profissionais durante a pré-temporada.

Além das exigências físicas como força e potência musculares, as exigências fisiológicas do futebol indicam que jogadores de elite percorrem aproximadamente 10 a 12 quilômetros por partida, em intensidades baixas a moderadas, e metabolismo aeróbico como principal via energética (Allen et al., 2024). Watson et al. (2017) revelaram que maior capacidade aeróbica na pré-temporada é preditor de menor risco de lesões durante a temporada, e que atletas com $VO_{2Máx}$ elevado tendem a suportar melhor as cargas de trabalho agudas e crônicas. Durante uma partida, o consumo de oxigênio corresponde a cerca de 70–80% do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), reforçando a relevância da aptidão aeróbica para sustentar o desempenho ao longo dos 90 minutos (Kryściak et al., 2026), o que destaca a importância da mensuração do $VO_{2máx}$ no período pré-competição.

Apesar dos avanços na avaliação de atletas de futebol, ainda existem lacunas na literatura. Há poucos estudos abordando especificamente o futebol profissional, já que muitos incluem atletas de diferentes modalidades ou categorias (Ferrari et al., 2026; Kadlubowski et al., 2026; King et al., 2026), o que dificulta a descrição de um perfil de futebolistas na avaliação pré-temporada. A relação entre força muscular com aptidão aeróbia (VO_{2max}) tem evidências limitadas e contraditórias (Metaxas, 2021; Michailidis et al., 2025; Nobari et al., 2021a, 2021b), e existem divergências quanto à relação da força do quadríceps e isquiossurais com o desempenho em testes de salto. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar o perfil e a correlação entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional dos membros inferiores de atletas profissionais de futebol na pré-temporada. Acredita-se que existam assimetrias de força muscular e no desempenho funcional entre os membros inferiores, e correlações entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho nos testes funcionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento

Estudo transversal, aprovado pelo comitê de ética (#7.082.462). As coletas foram realizadas nos meses de novembro de 2024 (pré-temporada do campeonato estadual) e abril de 2025 (pré-temporada do campeonato nacional), no Núcleo de Saúde e Performance de um clube de futebol profissional. Os dados foram relatados de acordo com as diretrizes do *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE)* (Vandenbroucke et al., 2007). Os participantes foram informados previamente sobre as avaliações e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

População de Estudo

A amostra foi de conveniência, o recrutamento foi realizado por convite aos atletas de um Clube de futebol profissional. Foram incluídos na pesquisa atletas de futebol profissional, do sexo masculino, entre 18 e 35 anos, que treinavam seis vezes por semana, sem queixas musculoesqueléticas nos membros inferiores que afastassem de treinamentos ou impossibilitassem a realização dos testes de avaliação, e que participavam de competições estaduais e nacionais. Os atletas que não comparecessem nos dias de avaliação estariam excluídos. Foram elegíveis para as avaliações 36 atletas, e todos compareceram para as avaliações.

Definição das Variáveis

As variáveis dependentes do estudo foram a aptidão aeróbia por meio do VO_2max e o desempenho nos testes funcionais (*Single hop test*, *Triple hop test*, *Crossover hop test*, *Side hop test* e *Countermovement Jump Test*). As variáveis independentes foram as medidas de força muscular por meio da avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho.

Adicionalmente, foram consideradas as variáveis assimetria entre membro inferior dominante e não dominante, idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal, descritas como variáveis descritivas. O membro inferior dominante foi o de preferência para chutar a bola.

Procedimentos de Avaliação

Os atletas foram informados quanto aos procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento. Em seguida, responderam ao questionário de caracterização da amostra, com informações sobre dados antropométricos (idade, massa corporal, estatura). As avaliações ocorreram em três dias distintos, separados por 48 horas.

No primeiro dia, foi estabelecido o VO_2max pelo teste de exercício cardiopulmonar, utilizando o sistema ergométrico *APEX 1000 (TEB, Brasil)*, com teste incremental em esteira até a exaustão, por meio do protocolo de Bruce modificado, que consiste em incrementos graduais de velocidade e inclinação a cada 3 minutos. O protocolo inicia com estágios de baixa intensidade (1,7 mph a 0% e 5% de inclinação), permite adaptação cardiovascular progressiva antes dos estágios correspondentes ao protocolo de Bruce convencional. Durante todo o teste foram monitorados eletrocardiograma de 12 derivações, frequência cardíaca, pressão arterial e percepção subjetiva de esforço. O teste foi conduzido até exaustão voluntária ou ocorrência de critérios clínicos para interrupção (Vilcant; Zeltser, 2026), conforme as diretrizes estabelecidas pelo *American College of Sports Medicine (Liguori et al., 2022)*.

No segundo dia, a força muscular de quadríceps e isquiossurais foi analisada por meio do dinamômetro isocinético da marca *Biodex Multi-Joint System 4 (Biodex Biomedical Systems, Inc., Shirley, NY)*, de acordo com o protocolo de Obara et al., com sequência aleatorizada, em modo concêntrico, e em velocidade angular 60, 180 e 300 °/s, com frequência de amostragem de 100 Hz. O atleta foi orientado a não realizar nenhuma atividade física no dia de testes. Primeiro, o atleta cumpriu um aquecimento de 10 minutos em bicicleta ergométrica sem resistência, na velocidade de 30 km/h. O atleta foi posicionado no assento do dinamômetro e estabilizado com tiras ao redor do tronco, pelve e coxas de acordo com o protocolo *Biodex*. A flexão do quadril ajustada para 85°, o eixo do dinamômetro alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur, e a tornozeleira foi posicionada logo acima do maléolo medial. A amplitude de movimento ativa de 90° para flexão e 0° para extensão foi escolhida para o teste. Foi realizado um processo de familiarização com duas séries de 10 repetições

(em cada velocidade)(Obara et al., 2023). Para o teste, foram realizadas cinco repetições em cada velocidade, com um intervalo de descanso de 90 segundos entre as séries. O atleta foi instruído a realizar força máxima durante todas as repetições, com encorajamento e feedback visual fornecidos (Obara et al., 2023). A avaliação isocinética foi realizada nos dois membros inferiores e os resultados consideraram o pico do torque normalizado pela massa corporal.

No terceiro dia foram realizados os testes de desempenho funcional dos membros inferiores, com sequência previamente aleatorizada por sorteio eletrônico (<https://www.random.org>). O desempenho funcional dos membros inferiores foi avaliado por meio do *single hop test*, *triple hop test*, *crossover hop test* (Mendonça; Bittencourt; Santos, 2016) e *side hop test* (Almansoor; Nuhmani; Muaidi, 2023). Todos os atletas realizaram uma tentativa de familiarização com cada teste e mais duas tentativas consideradas como resultados. O *Countermovement Jump Test* (CMJ) foi avaliado no ForceDecks (VALD Health, Brisbane, Austrália), uma plataforma válida e confiável para testes de salto, e conduzido conforme protocolo previamente validado (Addie et al., 2019; Collings et al., 2024). Todos os atletas realizaram uma tentativa de familiarização e mais uma tentativa considerada como resultado para o teste.

Controle de Viés

Para minimizar possíveis fontes de vieses, todos os avaliadores eram profissionais com experiência de pelo menos dois anos no futebol profissional, foram treinados e familiarizados com as avaliações. A ordem de realização dos testes foi previamente aleatorizada, a fim de reduzir o efeito de fadiga. Todos os atletas receberam instruções padronizadas e realizaram tentativa de familiarização antes da coleta dos dados, reduzindo possíveis efeitos de aprendizado. As avaliações foram realizadas em dias distintos, com intervalo de 48 horas entre elas, para minimizar interferências fisiológicas entre os testes.

Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa *IBM SPSS®* versão 29.0 (*IBM, Armonk, Nova Iorque*). Os dados quantitativos foram expressos como média (desvio padrão) ou mediana (quartis) de acordo com a distribuição gaussiana dos dados, estabelecida pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Para a análise da força muscular isocinética, dos dados do VO_2max e do CMJ foram considerados os melhores resultados mensurados. Para os dados dos testes funcionais (*Single Hop test, Triple Hop Test, Crossover Hop Test e Side Hop Test*) foram consideradas as médias das duas tentativas realizadas.

Os resultados entre o membro inferior dominante e não dominante foram comparados pelos testes t de *Student*, com significância de 5%. A confiabilidade das medidas coletadas nos testes funcionais foi estabelecida por meio do coeficiente de correlação intraclass (CCI). A confiabilidade foi considerada fraca se os valores estivessem abaixo de 0,50, moderada se estivessem entre 0,50 e 0,75, forte se estivessem entre 0,76 e 0,89, e excelente se acima de 0,90 (Portney, 2000). Para todos os testes funcionais, foram calculados o erro padrão da medida (EPM) pela fórmula $EPM = DP \text{ diferenças} \times (\sqrt{1 - ICC})$ (Weir JP, [S.d.]). Também foi calculada a mínima mudança detectável (MMD) usando um intervalo de confiança de 95% (MMD95). A mínima mudança detectável foi calculada pela equação $MMD = EPM \times 1.96 \times \sqrt{2}$ (Weir JP, [S.d.]).

As correlações entre força muscular, $\text{VO}_2\text{máx}$ e desempenho nos testes funcionais foram realizadas pelo teste de correlação de *Pearson*. Foram consideradas correlações fracas ($\geq 0,39$), moderadas (0,40 a 0,59), fortes ($\geq 0,60$) e muito fortes (igual a 1) (Dancey; Reidy, 2011).

RESULTADOS

Foram avaliados 36 atletas profissionais de futebol, homens, que atuavam em competições estaduais e nacionais. Os dados de caracterização da amostra estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Dados (médias, valores mínimos e máximos) de caracterização dos atletas de futebol (N = 36).

Idade (anos)	23,00 (21,01 - 24,75)
Massa corporal (quilos)	77,14 (70,72 - 82,60)
Estatura (metros)	1,81 (1,77 - 1,85)
IMC (Kg/m ²)	23,35 (22,61 - 24,60)
Posição	Atacantes – N=4 Extremo – N=11 Goleiros – N=2 Médio – N=11 Zagueiros – N=8

N: número de participantes. IMC: Índice de massa corpórea. Kg/m²: Quilograma por metro quadrado. Dados apresentados em mediana e quartis.

A tabela 2 apresenta os dados relacionados à análise da força muscular, desempenho funcional e índices de assimetrias entre membros. Não houve assimetria importante e diferenças significativas foram estabelecidas somente para *Single hop test* e *Triple hop test*. A capacidade aeróbia, analisada por meio do VO2Max, apresentou 64,60 (62,54-74,10) mL/kg/min. Os resultados dos testes funcionais apontaram confiabilidades fortes e excelentes (Tabela S1).

Tabela 2: Análise da força muscular, desempenho em testes funcionais e índices de assimetrias entre os membros inferiores (média e desvio-padrão; mediana quartis).

		MID	MIND	Índice de assimetria %	P
Torque	Extensor do joelho (Nm/kg)	357,89 (59,27)	349,02 (69,68)	2,47	0,15
	Flexor do joelho (Nm/kg)	196,16 (36,29)	192,59 (34,67)	1,81	0,21
	Índice IT/Q	55,09 (8,53)	55,69 (8,92)	1,08	-
Testes Funcionais	<i>Single hop test (cm)</i>	182,75 (16,57)	187,47 (18,12)	2,55	<0,01
	<i>Triple hop test (cm)</i>	590,88 (60,20)	597,21 (65,03)	1,07	0,04
	<i>Cross over hop test (cm)</i>	546,82 (57,52)	555,61 (67,70)	1,60	0,05
	<i>Side hop test (s)</i>	3,48 (0,43)	3,49 (0,48)	0,29	0,34
	<i>CMJ (cm)</i>		41,35 (38,90-43,87)		

MID: Membro inferior dominante. MIND: Membro inferior não dominante. IT/Q: Índice agonista-antagonista entre músculos flexores (isquiossurais) e extensores (quadríceps) do joelho. CMJ: *Countermovement Jump Test*. cm: centímetros.

Tabela S2: Análise de confiabilidade, erro padrão da medida e da mínima mudança detectável dos testes funcionais analisados.

	CCI _{3,1} (95%CI)	EPM	MMD
<i>Single hop test</i> D.	0,878 (0,76-0,93)	0,56	1,31
<i>Single hop test</i> ND.	0,924 (0,85-0,96)	0,40	0,93
<i>Triple hop test</i> D.	0,920 (0,84-0,95)	1,55	3,61
<i>Triple hop test</i> ND.	0,942 (0,88-0,97)	1,34	3,13
<i>Cross hop test</i> D.	0,925 (0,85-0,96)	1,56	3,64
<i>Cross hop test</i> ND.	0,920 (0,84-0,95)	1,58	3,67
<i>Side hop test</i> D.	0,931 (0,86-0,96)	0,01	0,02
<i>Side hop test</i> ND.	0,912 (0,83-0,95)	0,01	0,02

Legenda: CCI: Coeficiente de correlação intraclassa. EPM: Erro padrão de medida. MMD: Mínima mudança detectável. D: Membro inferior dominante. ND: Membro inferior não dominante.

Todas as correlações entre força dos músculos extensores e flexores do joelho, capacidade aeróbia (VO2Max) e desempenho em testes funcionais estão apresentadas na tabela suplementar 2.

Tabela Suplementar 2: Correlações entre Força Muscular, Capacidade aeróbia e desempenho em testes funcionais de atletas de futebol profissionais na pré-temporada.

		Variável	<i>r</i>	<i>P</i>	R ² (%)
Membro Inferior Dominante	Torque dos extensores do joelho	VO ₂ max	-0,40	0,01	16
		Single Hop Test	0,39	0,01	15
		Triple Hop Test	0,24	0,15	5
		Crossover Hop Test	0,34	0,04	11
		CMJ	0,34	0,03	12
		Side Hop Test	0,08	0,63	0
	Torque dos flexores do joelho	VO ₂ max	-0,23	0,16	5
		Single Hop Test	0,39	0,01	15
		Triple Hop Test	0,45	<0,01	20
		Crossover Hop Test	0,46	<0,01	21
		CMJ	0,11	0,48	1
		Side Hop Test	0,29	0,08	8
Membro Inferior Não Dominante	Torque dos extensores do joelho	VO ₂ max	-0,41	0,01	17
		Single Hop Test	0,30	0,06	9
		Triple Hop Test	0,28	0,09	8
		Crossover Hop Test	0,24	0,14	6
		CMJ	0,28	0,09	7
		Side Hop Test	0,19	0,26	3
	Torque dos flexores do joelho	VO ₂ max	-0,32	0,05	10
		Single Hop Test	0,39	0,01	15
		Triple Hop Test	0,31	0,05	10
		Crossover Hop Test	0,27	0,18	7
		CMJ	0,02	0,87	0
		Side Hop Test	0,38	0,02	14

CMJ: *Countermovement Jump Test*. Resultados estabelecidos pelo Coeficiente de correlação de Pearson (*r*). *P*: significância estatística da correlação. R²(%): Variância compartilhada entre as variáveis.

No membro inferior dominante, verificou-se que o torque dos músculos extensores do joelho apresentou correlação inversa e moderada com o $VO_2\text{max}$ (figura 1A), correlações fracas com o *Single Hop Test* (figura 1B), *Crossover Hop Test* (figura 1C) e *CMJ* (figura 1D). Não foi encontrada correlação significativa entre o torque dos músculos extensores do joelho e o *Side Hop Test* (tabela S2). O torque dos músculos flexores do joelho apresentou correlação fraca com o *Single Hop Test* (figura 2A); e moderada com o *Triple Hop Test* (figura 2B) e *Crossover Hop Test* (figura 2C). Não foi encontrada correlação significativa entre o torque dos músculos flexores do joelho e o *Side Hop Test* (tabela S2).

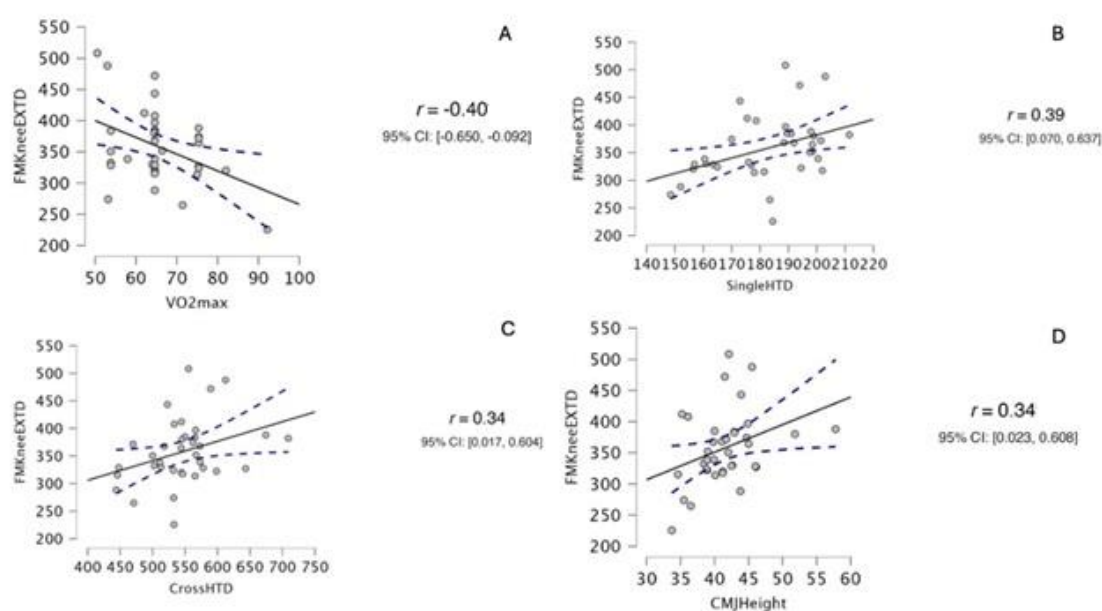


Figura 1: Correlações e variância compartilhadas entre a força muscular do quadríceps do membro inferior dominante e $VO_2\text{max}$ (1A), *Single Hop Test* (1B), *Crossover Hop Test* (1C) e *Countermovement Jump Test* (1D).

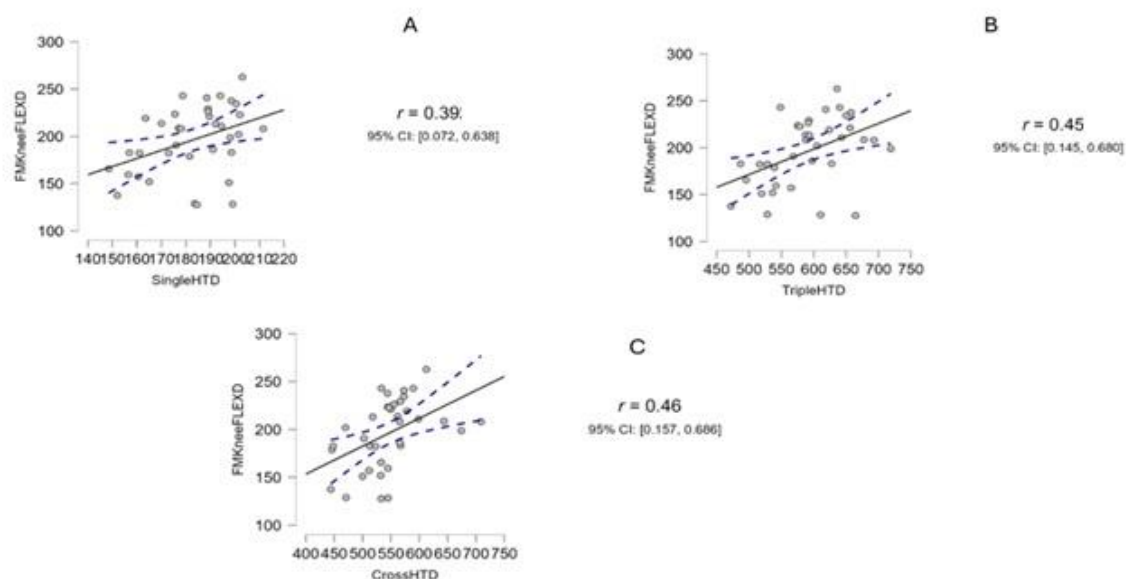


Figura 2: Variância compartilhada entre a força muscular dos isquiossurais do membro inferior dominante e Single Hop Test (2A), Triple Hop Test (2B) e Crossover Hop Test (2C).

No membro inferior não dominante, verificou-se que o torque dos músculos extensores do joelho apresentou correlação inversa e moderada com o $VO_2\text{max}$ (figura 3A). Não foi encontrada correlação significativa entre torque dos músculos extensores do joelho e *Single Hop Test*, *Triple Hop Test*, *Side Hop Test*, *Crossover Hop Test* e *CMJ* (tabela S2). O torque dos músculos flexores do joelho apresentou correlação inversa e fraca com o $VO_2\text{max}$ (tabela S2). As correlações foram fracas com o *Single Hop Test* (figura 5B) e *Side Hop Test* (figura 5C). Não foi encontrada correlação significativa entre torque dos músculos flexores do joelho e *Triple Hop Test*, *Crossover Hop Test* e *CMJ* (tabela S2).

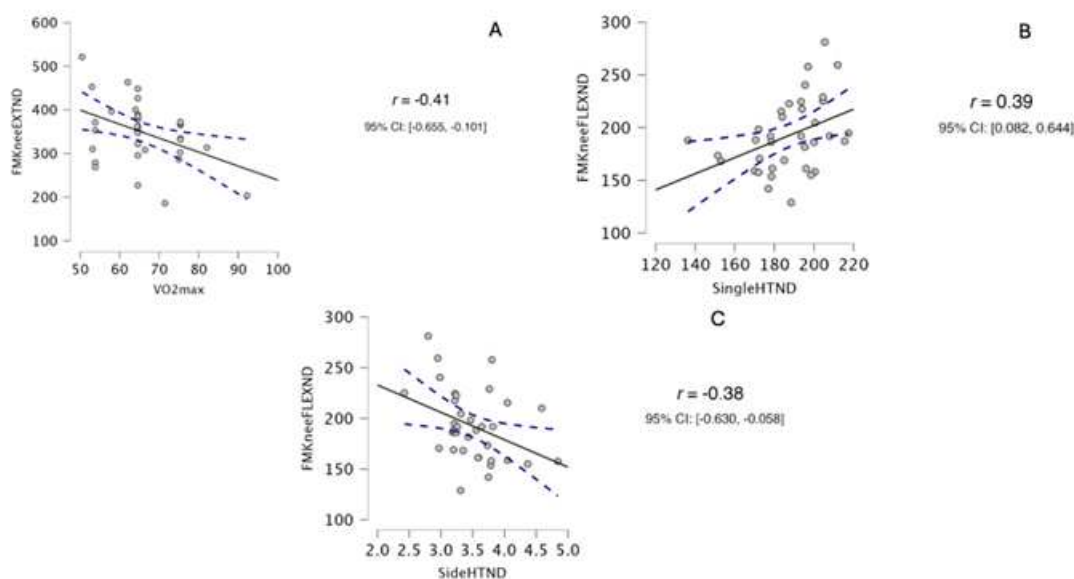


Figura 3: Variância compartilhada no membro inferior não dominante entre a força dos extensores do joelho e VO_{2max} (3A) e entre a força dos flexores do joelho e Single Hop Test (3B) e Side Hop Test (3C).

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar o perfil e as correlações entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional dos membros inferiores de atletas profissionais de futebol durante a pré-temporada. Partiu-se da hipótese de que os atletas apresentariam assimetrias superiores a 10% entre os membros inferiores, com melhores resultados no membro dominante, além de correlações moderadas a fortes entre força muscular, capacidade aeróbia e desempenho funcional. No entanto, a hipótese inicial foi parcialmente confirmada, já que os atletas apresentaram baixa assimetria de força e desempenho funcional nos membros inferiores (inferior a 10%), bons níveis de capacidade aeróbia quando comparados à literatura, e foram encontradas poucas correlações moderadas entre força muscular e as outras variáveis.

Avaliar a simetria de força muscular entre extensores e flexores do joelho é fundamental pela associação entre melhor condição física e menor vulnerabilidade a lesões (Mala et al., 2023; Wiprich et al., 2024). Os resultados dos atletas avaliados no presente estudo apontaram baixa assimetria (<3%) de força muscular e da relação agonista/antagonista (isquiotibiais/quadríceps – I/Q),

indicando que iniciaram a pré-temporada com baixo perfil de risco para lesões. Estes resultados contradizem a literatura que sugere assimetrias superiores a 10–15% no início da temporada ou após períodos de menor controle de carga (Dauty et al., 2019; Delvaux et al., 2023). Avaliar a relação agonista/antagonista (isquiotibiais/quadríceps – I/Q) é um indicador relevante do equilíbrio muscular e funcionalidade do joelho (Van Dyk et al., 2016). Os desequilíbrios, frequentemente caracterizados pelo predomínio acima do esperado dos extensores do joelho, estão associados ao aumento do risco de lesões, especialmente nos músculos isquiossurais (Amaral; Marinho; Fonseca, 2020). Entretanto, (Mala et al., 2023) e (Wiprich et al., 2024) destaca-se que tanto o desempenho esportivo quanto a ocorrência de lesões são fenômenos multifatoriais, não dependendo exclusivamente de variáveis isoladas como força muscular ou assimetria (Ekstrand et al., 2023).

Para a capacidade aeróbia, o protocolo de Bruce modificado é utilizado para estimativa do VO_{2max} , pode ser integrado à avaliação cardiológica obrigatória no contexto esportivo para otimizar o processo avaliativo. Os resultados de VO_{2max} encontrados indicam que os atletas apresentavam condicionamento excelente já no início da pré-temporada (64,60 mL/kg/min), quando comparados aos resultados apresentados por Manari et al. ao estabelecerem VO_{2max} observados para goleiros (50.85 ± 4.2 mL/kg/min), zagueiro central (57.58 ± 4.3 mL/kg/min), laterais/alas (60.53 ± 5.02 mL/kg/min), médio (59.53 ± 5.08 mL/kg/min) e avançado (56.52 ± 4.14 mL/kg/min) (Manari et al., 2016), bem como nos resultados apresentados na revisão sistemática de Asimakidis et al. (2025). Embora essa capacidade seja fundamental para sustentar o esforço ao longo das partidas, é importante reforçar que o desempenho no futebol resulta da interação entre múltiplos fatores, incluindo aspectos técnicos, táticos e psicológicos (Afonso et al., 2025). Por outro lado, a relação entre capacidade aeróbia e força muscular foi moderada e inversa, e corrobora com a literatura ao apontar que relação entre VO_{2max} e força máxima não é linear nem universal, e que aumentar o VO_{2max} não garante aumentos proporcionais na força máxima (Gao; Yu, 2023).

A avaliação nos testes *Single hop test*, *Triple hop test*, *Cross over hop test* e *Side hop test* é importante para estabelecer as assimetrias de velocidade

e coordenação motora (Manoel et al., 2020), agilidade e potência entre os membros inferiores (Kami; Vidigal; Macedo, 2017; Picot et al., 2021). Para complementar a avaliação funcional, o salto vertical constitui uma medida válida e sensível da potência dos membros inferiores, de fácil execução e aplicabilidade, e são muito utilizados para o monitoramento visando o retorno ao esporte (Ruf et al., 2024). Nossos resultados apontaram baixas assimetrias no desempenho dos testes analisados ($<3\%$) e reafirmam o baixo risco de lesão dos atletas. Ainda, nos testes *Single hop test* e *Triple hop test*, o membro inferior não dominante apontou resultados significativamente maiores (mesmo que com baixa assimetria entre os membros inferiores) e evidenciaram maior potência, força explosiva, estabilidade dinâmica e confiança do membro inferior não dominante (Negrete et al., 2021).

As correlações observadas entre a força dos músculos extensores e flexores do joelho e o desempenho nos testes funcionais foram, em sua maioria, fracas. Entretanto, foram identificadas correlações moderadas ($r>0,40$) entre a força dos flexores do joelho e o desempenho no *Triple Hop Test* e no *Crossover Hop Test* do membro inferior dominante (Tabela S2). Esses coeficientes indicam uma associação de magnitude moderada, correspondendo a aproximadamente 16% a 25% de variância compartilhada entre as variáveis, o que sugere que a força dos flexores do joelho contribui parcialmente para o desempenho dos testes. Embora estudos prévios tenham destacado a relevância da força dos extensores do joelho para o desempenho funcional em testes de salto e deslocamento (Delvaux et al., 2023), os presentes resultados sugerem que os músculos isquiossurais também podem estar associados ao desempenho nessas tarefas. Além de sua reconhecida função como estabilizadores dinâmicos da articulação do joelho durante ações esportivas (Cometti et al., 2001), esses músculos atuam como extensores secundários do quadril e desempenham papel importante no ciclo alongamento-encurtamento, contribuindo para a geração e transferência de força durante movimentos explosivos, como saltos horizontais e mudanças de direção. Tal característica pode ajudar a explicar a correlação observada com o desempenho nos testes de hop. Contudo, esses achados devem ser interpretados com cautela. A análise correlacional não permite estabelecer relações de causa e efeito, mas apenas

identificar tendências de variação conjunta entre as variáveis. Além disso, a semelhança dos níveis de força dos flexores do joelho entre os membros inferiores observada neste estudo dificulta a compreensão de porque as associações foram identificadas apenas no membro dominante. Dessa forma, é possível que outros fatores neuromusculares, biomecânicos ou relacionados à estratégia de execução dos testes também tenham influenciado os resultados observados.

Os resultados deste estudo reforçam a importância da avaliação física na pré-temporada como ferramenta essencial (Delvaux et al., 2023) e apresentam estratégias facilmente replicáveis em equipes do futebol profissional. A identificação do perfil de força, da simetria entre membros e do desempenho funcional possibilita ajustes no planejamento das atividades da equipe, bem como às necessidades individualizadas dos atletas, contribuindo tanto para a otimização do desempenho quanto para estratégias preventivas. Entretanto, o presente estudo apresenta limitações. Aponta-se que os resultados se relacionam a apenas um clube de futebol profissional e podem não ser a realidade de outros clubes ou categorias. Não houve controle de fadiga e estresse durante as avaliações, mesmo tendo sido abordadas estratégias para minimizar tais fatores como os intervalos entre os testes. Como perspectivas futuras, recomenda-se que novas investigações considerem a inclusão de variáveis adicionais, como histórico de lesões, níveis de fadiga, padrões de movimento e demandas específicas da modalidade, a fim de aprofundar a compreensão das interações entre esses fatores. Além disso, estudos com diferentes níveis competitivos e amostras maiores podem contribuir para a consolidação dos achados e sua aplicação prática em diferentes contextos esportivos.

CONCLUSÃO

Os atletas de futebol profissional avaliados na pré-temporada apresentaram valores de VO_2max superiores aos comumente reportados na literatura, sem assimetrias relevantes de força muscular ou de desempenho

funcional entre os membros inferiores. Observou-se ainda que o torque dos extensores do joelho, em ambos os MMII, apresentou correlação moderada e inversa com o VO_2max , e que o torque dos flexores do joelho, em ambos os MMII, demonstrou correlação moderada com os testes funcionais, sendo no MID com o *Triple e CrossHopTest* e no MIND com o *Single e SideHopTest*.

REFERÊNCIAS

- Addie, C. D., Arnett, J. E., Neltner, T. J., Straughn, M. K., Greska, E. K., Cosio-Lima, L., & Brown, L. E. (2019). Effects of Drop Height on Drop Jump Performance. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 7(4), 28. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.7n.4p.28>
- Afonso, P., Forte, P., Branquinho, L., Ferraz, R., Garrido, N. D., & Teixeira, J. E. (2025). Shaping Training Load, Technical–Tactical Behaviour, and Well-Being in Football: A Systematic Review. *Sports*, 13(8), 244. <https://doi.org/10.3390/sports13080244>
- Allen, T., Taberner, M., Zhilkin, M., & Rhodes, D. (2024). Running more than before? The evolution of running load demands in the English Premier League. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 19(2), 779–787. <https://doi.org/10.1177/17479541231164507>
- Almansoof, H. S., Nuhmani, S., & Muaidi, Q. (2023). Correlation of ankle dorsiflexion range of motion with lower-limb kinetic chain function and hop test performance in healthy male recreational athletes. *PeerJ*, 11, e14877. <https://doi.org/10.7717/peerj.14877>
- Amaral, G. M., Marinho, H. V. R., & Fonseca, S. T. da. (2020). Dinamometria isocinética para avaliação do desempenho muscular: interpretação de variáveis. In *PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Atividade Física: Ciclo 10: Volume 2*. 10.5935. <https://doi.org/10.5935/978-65-5848-115-7.C0001>
- Asimakidis, N. D., Bishop, C., Beato, M., & Turner, A. N. (2025). Assessment of Aerobic Fitness and Repeated Sprint Ability in Elite Male Soccer: A Systematic

Review of Test Protocols Used in Practice and Research. *Sports Medicine*, 55(5), 1233–1264. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02188-4>

Collings, T. J., Lima, Y. L., Dutailis, B., & Bourne, M. N. (2024). Concurrent validity and test–retest reliability of VALD ForceDecks' strength, balance, and movement assessment tests. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(8), 572–580. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2024.04.014>

Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J.-C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45–51. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11331>

Correa, R. V., Verhagen, E., Resende, R. A., & Ocarino, J. M. (2023). Performance in field-tests and dynamic knee valgus in soccer players psychologically ready and not ready to return to sports after ACL reconstruction. *The Knee*, 42, 297–303. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2023.04.011>

Dancey, C., & Reidy, J. (2011). *Statistics without maths for psychology*.

Dauty, M., Menu, P., Fouasson-Chailloux, A., Ferréol, S., & Dubois, C. (2019). Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*, 06(01), 116. <https://doi.org/10.32098/mltj.01.2016.14>

Delvaux, F., Schwartz, C., Rodriguez, C., Forthomme, B., Kaux, J.-F., & Croisier, J.-L. (2023). Preseason assessment of anaerobic performance in elite soccer players: comparison of isokinetic and functional tests. *Sports Biomechanics*, 22(5), 689–703. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1750681>

Ekstrand, J., Ueblicher, P., Van Zoest, W., Verheijen, R., Vanhecke, B., van Wijk, M., & Bengtsson, H. (2023). Risk factors for hamstring muscle injury in male elite football: medical expert experience and conclusions from 15 European Champions League clubs. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 9(1), e001461. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2022-001461>

Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year

longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 731–737. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>

Fältström, A., Hägglund, M., Hedevik, H., Lindblom, H., & Kvist, J. (2023). The side hop test: Validity, reliability, and quality aspects in relation to sex, age and anterior cruciate ligament reconstruction, in soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 62, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2023.05.008>

Ferrari, R., Borges da Silva, W., de Oliveira Carpes, L., Lazzari, C., & Silveira, A. D. (2026). Changes in lower-limb neuromuscular performance from pre-season to the end of the early competitive period in elite male professional soccer players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8. <https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1722539>

Gao, J., & Yu, L. (2023). Corrigendum: Effects of concurrent training sequence on VO2max and lower limb strength performance: a systematic review and meta analysis. *Frontiers in Physiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1192593>

Kadlubowski, B., Keiner, M., Wirth, K., & Csapo, R. (2026). Acute effects of strength training interventions on subjective, neuromuscular, and biochemical fatigue parameters in elite youth soccer players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8. <https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1742295>

Kami, A. T., Vidigal, C. B., & Macedo, C. de S. G. (2017). Influência das fases do ciclo menstrual no desempenho funcional de mulheres jovens e saudáveis. *Fisioterapia e Pesquisa*, 24(4), 356–362. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/16081424042017>

King, M., Ball, D., Gibson, N. V., Weston, M., Gallagher, I. J., & Dugdale, J. H. (2026). Seasonal Physical Performance Changes in U12–U15 Male Youth Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1055/a-2830-3088>

Kryściak, J., Maly, T., Tomczak, M., Modric, T., Malone, J., Zahálka, F., Clarup, C., Phillips, K., & Andrzejewski, M. (2026). Relationship between aerobic performance and match running performance in elite soccer players including

playing position and contextual factors. *Biology of Sport*.
<https://doi.org/10.5114/biolsport.2026.153311>

Liang, T., Zhang, B., Cheng, S.-C., Sato, K., Chen, W., & Zhang, X. B. (2023). RELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO DE SALTO E SPRINT EM VELOCISTAS ADOLESCENTES. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 29.
https://doi.org/10.1590/1517-8692202329022022_0010p

Liguori, Gary., Feito, Yuri., Fountaine, Charles., & Roy, Brad. (2022). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Wolters Kluwer.

Mala, L., Hank, M., Stastny, P., Zahalka, F., Ford, K., Zmijewski, P., Bujnovsky, D., Petr, M., & Maly, T. (2023). Elite young soccer players have smaller inter-limb asymmetry and better body composition than non-elite players. *Biology of Sport*, 40(1), 265–272. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.114840>

Manari, D., Manara, M., Zurini, A., Tortorella, G., Vaccarezza, M., Prandelli, N., Ancelotti, D., Vitale, M., Mirandola, P., & Galli, D. (2016). VO₂Max and VO₂AT: athletic performance and field role of elite soccer players. *Sport Sciences for Health*, 12(2), 221–226. <https://doi.org/10.1007/s11332-016-0278-9>

Manoel, L. S., Xixirry, M. G., Soeira, T. P., Saad, M. C., & Riberto, M. (2020). Identification of Ankle Injury Risk Factors in Professional Soccer Players Through a Preseason Functional Assessment. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(6). <https://doi.org/10.1177/2325967120928434>

Mendonça LM, Bittencourt NFN, & Santos MB. (2016). Interpretando os resultados de testes funcionais na prática clínica. In *PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Traumato-Ortopédica: Ciclo 6*. (Vol. 1, pp. 125–175).

Metaxas, T. I. (2021). Match Running Performance of Elite Soccer Players: Vo₂max and Players Position Influences. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(1), 162–168. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002646>

Michailidis, Y., Stafylidis, A., Mandroukas, A., Semaltianou, E., Karamousalidis, G., Antoniou, G., Leftheroudis, V., Mittas, V., & Metaxas, T. I. (2025). The Effect of a High-Frequency Exercise Program During the Transition Period in Young Football Players. *Sports*, 13(9), 297. <https://doi.org/10.3390/sports13090297>

- Mitchell, A., & Greig, M. (2024). Peak instantaneous PlayerLoad metrics highlight movement strategy deficits in professional male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 32(1), 61–71. <https://doi.org/10.1080/15438627.2022.2079985>
- Negrete, R., Simms, S., Gross, J., Nunes Rabello, L., Hixon, M., Zeini, I. M., Jenkins, W. L., & Davies, G. J. (2021). The Test Re-Test Reliability of A Novel Single Leg Hop Test (T-Drill Hop Test). *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(3). <https://doi.org/10.26603/001c.23677>
- Nobari, H., Alves, A. R., Clemente, F. M., & Pérez-Gómez, J. (2021). Influence of 2D:4D ratio on fitness parameters and accumulated training load in elite youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00354-5>
- Nobari, H., Mainer-Pardos, E., Adsuar, J. C., Franco-García, J. M., Rojo-Ramos, J., Cossio-Bolaños, M. A., Urzua Alul, L., & Pérez-Gómez, J. (2021). Association Between Endocrine Markers, Accumulated Workload, and Fitness Parameters During a Season in Elite Young Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.702454>
- Obara, K., Silva, P., Silva, M., Mendes, F., Santiago, G., Oliveira, I., & Cardoso, J. (2023). Isokinetic Training Program to Improve the Physical Function and Muscular Performance of an Individual with Partial Injury of the Medial Meniscus: A Case Report. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(3). <https://doi.org/10.26603/001c.74945>
- Owoeye, O. B. A., Mulenga, D., Kim, J., Breitbach, A., & Neme, J. R. (2024). Normative Hamstrings and Quadriceps Isometric Strength Values and Hamstrings-Quadriceps Asymmetry in Healthy Collegiate Soccer and Basketball Players. *International Journal of Exercise Science*, 17(4). <https://doi.org/10.70252/KOZO5621>
- Picot, B., Terrier, R., Forestier, N., Fourchet, F., & McKeon, P. O. (2021). The Star Excursion Balance Test: An Update Review and Practical Guidelines. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 26(6), 285–293. <https://doi.org/10.1123/ijatt.2020-0106>

Portney, L. G. and W. M. (2000). Foundations of clinical research: Applications to practice. . In *Prentice Hall Heal* (2nd ed.).

Ruf, L., Altmann, S., Müller, K., Rehborn, A., Schindler, F., Woll, A., & Härtel, S. (2024). Concurrent validity of countermovement and squat jump height assessed with a contact mat and force platform in professional soccer players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1437230>

Schindler, I. F. S. R., Pontes, S. S., Bertoni, M. B. M., Junior, G. F., Júnior, B. R. N., de Jesus, F. L. A., & Neto, M. G. (2023). A Systematic Review of Isokinetic Muscle Strength in a Healthy Population With Special Reference to Age and Gender. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 15(3), 328–332. <https://doi.org/10.1177/19417381221146258>

Tantigate, D., Ho, G., Kirschenbaum, J., Bäcker, H. C., Asherman, B., Freibott, C., Greisberg, J. K., & Vosseller, J. T. (2020). Functional Outcomes After Fracture-Dislocation of the Ankle. *Foot & Ankle Specialist*, 13(1), 18–26. <https://doi.org/10.1177/1938640019826701>

van Dyk, N., Bahr, R., Whiteley, R., Tol, J. L., Kumar, B. D., Hamilton, B., Farooq, A., & Witvrouw, E. (2016). Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(7), 1789–1795. <https://doi.org/10.1177/0363546516632526>

Vandenbroucke, J. P., Von Elm, E., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Mulrow, C. D., Pocock, S. J., Poole, C., Schlesselman, J. J., & Egger, M. (2007). Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *Epidemiology*, 18(6), 805–835. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181577511>

Vilcant, V., & Zeltser, R. (2026). *Treadmill Stress Testing*.

Watson, A., Brindle, J., Brickson, S., Allee, T., & Sanfilippo, J. (2017). Preseason Aerobic Capacity Is an Independent Predictor of In-Season Injury in Collegiate Soccer Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(3), 302–307. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000331>

Weir JP. (n.d.). *Quantifying Test-Retest Reliability Using the Intraclass Correlation Coefficient and the SEM*.

Wiprich, M. T., Eberle, E. F., Balbinot, G. F., Cecconi, M. P., Binotti, F., Tadiello, G. S., & Bonetti, L. V. (2024). Evaluation of muscular and functional inter-limb asymmetries during mid-season in young male soccer athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 38, 605–614. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.03.067>

6 CONCLUSÃO GERAL

Os resultados do presente estudo indicam que os atletas avaliados apresentaram valores de VO_2max superiores aos comumente reportados na literatura para jogadores de futebol, evidenciando um elevado nível de aptidão aeróbia na pré-temporada. Além da aptidão aeróbia, a ausência de assimetrias relevantes de força muscular e de desempenho funcional entre os membros inferiores sugere um perfil neuromuscular equilibrado, o que pode estar associado a uma menor predisposição a lesões.

No que se refere às associações entre as variáveis analisadas, verificou-se que o torque do quadríceps apresentou correlação de variância compartilhada negativa com o VO_2max , indicando uma relação limitada entre essas variáveis. Por outro lado, o torque dos isquiossurais demonstrou correlação maior com o desempenho nos testes funcionais, evidenciando o papel relevante desse grupo muscular em atividades que envolvem produção de força, estabilidade e controle neuromuscular.

Em termos de contribuição científica e prática, os achados desta dissertação reforçam a importância da avaliação integrada de componentes fisiológicos e neuromusculares no contexto esportivo, especialmente em atletas de futebol. A utilização combinada de medidas de aptidão aeróbia, força muscular e desempenho funcional pode fornecer informações mais abrangentes para o monitoramento do desempenho e para a elaboração de estratégias de treinamento e redução de riscos de lesões.

7 REFERÊNCIAS

ADDIE, Cameron D. *et al.* Effects of Drop Height on Drop Jump Performance. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, v. 7, n. 4, p. 28, 31 out. 2019.

AFONSO, Pedro *et al.* Shaping Training Load, Technical–Tactical Behaviour, and Well-Being in Football: A Systematic Review. *Sports*, v. 13, n. 8, p. 244, 25 jul. 2025.

ALLEN, Tom *et al.* Running more than before? The evolution of running load demands in the English Premier League. *International Journal of Sports Science & Coaching*, v. 19, n. 2, p. 779–787, 3 abr. 2024.

ALLEN, Tom *et al.* Evolving running load demands and fixture congestion in the English Premier League: a decade of insights from 2015/2016 to 2024/2025. *British Journal of Sports Medicine*, v. 59, n. 23, p. 1643–1654, dez. 2025.

ALMANSOOF, Haifa Saleh; NUHMANI, Shibili; MUAIDI, Qassim. Correlation of ankle dorsiflexion range of motion with lower-limb kinetic chain function and hop test performance in healthy male recreational athletes. *PeerJ*, v. 11, p. e14877, 21 fev. 2023.

AMARAL, Giovanna Mendes; MARINHO, Hellen Veloso Rocha; FONSECA, Sérgio Teixeira da. Dinamometria isocinética para avaliação do desempenho muscular: interpretação de variáveis. *In: PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Atividade Física: Ciclo 10: Volume 2. [S.l.]: 10.5935, 2020.*

ANICIC, Zdravko *et al.* Assessment of Countermovement Jump: What Should We Report? *Life*, v. 13, n. 1, p. 190, 9 jan. 2023.

ASIMAKIDIS, Nikolaos D. *et al.* Assessment of Aerobic Fitness and Repeated Sprint Ability in Elite Male Soccer: A Systematic Review of Test Protocols Used

in Practice and Research. Sports Medicine, v. 55, n. 5, p. 1233–1264, 12 maio 2025.

AYALA, Francisco *et al.* A Preventive Model for Hamstring Injuries in Professional Soccer: Learning Algorithms. International Journal of Sports Medicine, v. 40, n. 05, p. 344–353, 14 maio 2019.

BAGCHI, Amritashish *et al.* Reliability and Accuracy of Portable Devices for Measuring Countermovement Jump Height in Physically Active Adults: A Comparison of Force Platforms, Contact Mats, and Video-Based Software. Life, v. 14, n. 11, p. 1394, 29 out. 2024.

BANGSBO, Jens; IAIA, Fedon Marcello; KRUSTRUP, Peter. Metabolic Response and Fatigue in Soccer. International Journal of Sports Physiology and Performance, v. 2, n. 2, p. 111–127, jun. 2007.

BEZERRA, Jader Andrade *et al.* Prevalência de lesões osteomusculares em jogadores de futebol acrianos nas temporadas 2016-2018. Journal of Physical Education, v. 33, n. 1, 31 jan. 2022.

BHATT, Yogi *et al.* Isokinetic Strength and Functional Ratio for Quadriceps and Hamstrings among Semi-Professional Athletes in UAE playing Football, Cricket, and Tennis- Biomechanical Implications. F1000Research, v. 14, p. 1163, 24 out. 2025.

BOHANNON, Richard W. Manual muscle testing: does it meet the standards of an adequate screening test? Clinical Rehabilitation, v. 19, n. 6, p. 662–667, 1 set. 2005.

BRUMITT, Jason *et al.* Preseason Functional Test Scores Are Associated With Future Sports Injury in Female Collegiate Athletes. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 32, n. 6, p. 1692–1701, jun. 2018.

CABARKAPA, Dimitrije *et al.* Reliability of Vertical Jump Force-Time Metrics in Collegiate Athletes Compared to Recreationally Active Individuals. *Life*, v. 15, n. 12, p. 1830, 28 nov. 2025.

CAKICI, Ali Polat; ALPAY, Numan; SOYLU, Caglar. Effects of an eight-week neuro-athletic training program on passing accuracy, shooting precision, flexibility, and isokinetic knee strength in male soccer players: A randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, jan. 2026.

CASTILLO, Daniel *et al.* A systematic review and meta-analysis of various injury prevention programs in youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v. 17, n. 1, p. 190, 10 jul. 2025.

CHAHAL, Jitin *et al.* Enhancing Neuromuscular Conditioning in Football Players Through Single-Leg and Double-Leg Cycling: A Randomized Controlled Trial. *Translational Sports Medicine*, v. 2026, n. 1, 27 jan. 2026.

CHATZILAMPRINOS, Konstantinos *et al.* Isokinetic evaluation of knee muscles and correlation of maximum torque of the extensors of the operated knee with thigh circumference in soccer players 2 years after ACL reconstruction: A cross-sectional study. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, v. 45, n. 02, p. 119–130, 30 dez. 2025.

COLLINGS, Tyler J. *et al.* Concurrent validity and test–retest reliability of VALD ForceDecks' strength, balance, and movement assessment tests. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 27, n. 8, p. 572–580, ago. 2024.

COMETTI, G. *et al.* Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, v. 22, n. 1, p. 45–51, jan. 2001.

CORREA, Ricardo V. *et al.* Performance in field-tests and dynamic knee valgus in soccer players psychologically ready and not ready to return to sports after ACL reconstruction. *The Knee*, v. 42, p. 297–303, jun. 2023.

DANCEY, C.; REIDY, J. Statistics without maths for psychology. [S.l.: S.n.].

DAUTY, M. *et al.* Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. Muscle Ligaments and Tendons Journal, v. 06, n. 01, p. 116, jan. 2019.

DELVAUX, François *et al.* Preseason assessment of anaerobic performance in elite soccer players: comparison of isokinetic and functional tests. Sports Biomechanics, v. 22, n. 5, p. 689–703, 4 maio 2023.

DOCHERTY, Carrie L. *et al.* Functional-Performance Deficits in Volunteers With Functional Ankle Instability. Journal of athletic training, v. 40, n. 1, p. 30–34, mar. 2005.

DRUMMOND, Felix Albuquerque *et al.* INCIDENCE OF INJURIES IN SOCCER PLAYERS – MAPPINGFOOT: A PROSPECTIVE COHORT STUDY. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 27, n. 2, p. 189–194, jun. 2021.

EKSTRAND, Jan *et al.* Risk factors for hamstring muscle injury in male elite football: medical expert experience and conclusions from 15 European Champions League clubs. BMJ Open Sport & Exercise Medicine, v. 9, n. 1, p. e001461, 24 jan. 2023.

EKSTRAND, Jan; WALDÉN, Markus; HÄGGLUND, Martin. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. British Journal of Sports Medicine, v. 50, n. 12, p. 731–737, abr. 2016.

ELIAKIM, Eyal *et al.* Pre-season Fitness Level and Injury Rate in Professional Soccer – A Prospective Study. Sports Medicine International Open, v. 02, n. 03, p. E84–E90, 22 jun. 2018.

FÄLTSTRÖM, Anne *et al.* The side hop test: Validity, reliability, and quality aspects in relation to sex, age and anterior cruciate ligament reconstruction, in soccer players. *Physical Therapy in Sport*, v. 62, p. 39–45, jul. 2023.

FERRARI, Rodrigo *et al.* Changes in lower-limb neuromuscular performance from pre-season to the end of the early competitive period in elite male professional soccer players. *Frontiers in Sports and Active Living*, v. 8, 5 mar. 2026.

GAO, Jiuxiang; YU, Liang. Corrigendum: Effects of concurrent training sequence on VO2max and lower limb strength performance: a systematic review and meta analysis. *Frontiers in Physiology*, v. 14, 4 maio 2023.

GARCÍA-CALVO, Tomás *et al.* The Evolution of Match Running Performance in the Top Two Spanish Soccer Leagues: A Comparative Four-Season Study. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, v. 10, n. 1, p. 27, 10 jan. 2025.

GATHERCOLE, Rob J. *et al.* Comparison of the Capacity of Different Jump and Sprint Field Tests to Detect Neuromuscular Fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 9, p. 2522–2531, set. 2015.

INTERLANDI, Matteo *et al.* Isokinetic Strength Recovery and Fear of Re-Injury After ACL Reconstruction in Male Soccer Players: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, v. 15, n. 3, p. 1243, 4 fev. 2026.

KADLUBOWSKI, Björn *et al.* Acute effects of strength training interventions on subjective, neuromuscular, and biochemical fatigue parameters in elite youth soccer players. *Frontiers in Sports and Active Living*, v. 8, 4 mar. 2026.

KAMI, Aline Tiemi; VIDIGAL, Camila Borecki; MACEDO, Christiane de Souza Guerino. Influência das fases do ciclo menstrual no desempenho funcional de mulheres jovens e saudáveis. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 24, n. 4, p. 356–362, dez. 2017.

KING, Michael *et al.* Seasonal Physical Performance Changes in U12–U15 Male Youth Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 9 mar. 2026.

KOMI, Paavo V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, v. 33, n. 10, p. 1197–1206, out. 2000.

KRYŚCIAK, Jakub *et al.* Relationship between aerobic performance and match running performance in elite soccer players including playing position and contextual factors. *Biology of Sport*, 2026.

KWON, Yonghyun *et al.* Comparison of cardiorespiratory responses between treadmill and bicycle ergometer exercise. *Journal of Exercise Rehabilitation*, v. 21, n. 3, p. 114–123, 25 jun. 2025.

LANE, Andrew M.; KREIDER, Richard B. Breaking Barriers in Interdisciplinary Research: The Case for a Unified Approach in Sports Science and Public Health. *Sports*, v. 13, n. 3, p. 82, 10 mar. 2025.

LEVANGIE, PK; NORKIN, CC. Joint Structure and function: a comprehensive analysis. 4. ed. Boston: Davis Company: [S.n.].

LIANG, Tseching *et al.* RELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO DE SALTO E SPRINT EM VELOCISTAS ADOLESCENTES. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 29, 2023.

LIGUORI G. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. . 1. ed. [S.l.: S.n.]. v. 11

LIGUORI, Gary. *et al.* ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. [S.l.]: Wolters Kluwer, 2022.

LLURDA-ALMUZARA, Luis *et al.* Sex Differences in Pre-Season Anthropometric, Balance and Range-of-Motion Characteristics in Elite Youth Soccer Players. *Healthcare*, v. 10, n. 5, p. 819, 28 abr. 2022.

MALA, Lucia *et al.* Elite young soccer players have smaller inter-limb asymmetry and better body composition than non-elite players. *Biology of Sport*, v. 40, n. 1, p. 265–272, 2023.

MANARI, Danilo *et al.* VO2Max and VO2AT: athletic performance and field role of elite soccer players. *Sport Sciences for Health*, v. 12, n. 2, p. 221–226, 30 ago. 2016.

MANOEL, Lucas Sartori *et al.* Identification of Ankle Injury Risk Factors in Professional Soccer Players Through a Preseason Functional Assessment. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, v. 8, n. 6, 1 jun. 2020.

MCMAHON, John J.; RIPLEY, Nicholas J.; COMFORT, Paul. Force Plate-Derived Countermovement Jump Normative Data and Benchmarks for Professional Rugby League Players. *Sensors*, v. 22, n. 22, p. 8669, 10 nov. 2022.

MENDONÇA LM; BITTENCOURT NFN; SANTOS MB. Interpretando os resultados de testes funcionais na prática clínica. *In: PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Traumato-Ortopédica: Ciclo 6.* . Porto Alegre: [S.n.]. v. 1 p. 125–175.

METAXAS, Thomas I. Match Running Performance of Elite Soccer Players: $\dot{V}O_{2max}$ and Players Position Influences. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 35, n. 1, p. 162–168, jan. 2021.

MICHAILIDIS, Yiannis *et al.* The Effect of a High-Frequency Exercise Program During the Transition Period in Young Football Players. *Sports*, v. 13, n. 9, p. 297, 1 set. 2025.

MITCHELL, Andy; GREIG, Matt. Peak instantaneous PlayerLoad metrics highlight movement strategy deficits in professional male soccer players. *Research in Sports Medicine*, v. 32, n. 1, p. 61–71, 2 jan. 2024.

NEGRETE, Rodney *et al.* The Test Re-Test Reliability of A Novel Single Leg Hop Test (T-Drill Hop Test). *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 16, n. 3, 1 jun. 2021.

NOBARI, Hadi *et al.* Association Between Endocrine Markers, Accumulated Workload, and Fitness Parameters During a Season in Elite Young Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, v. 12, 31 ago. 2021a.

NOBARI, Hadi *et al.* Influence of 2D:4D ratio on fitness parameters and accumulated training load in elite youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v. 13, n. 1, p. 125, 11 dez. 2021b.

OBARA, Karen *et al.* Isokinetic Training Program to Improve the Physical Function and Muscular Performance of an Individual with Partial Injury of the Medial Meniscus: A Case Report. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 18, n. 3, 2 jun. 2023.

OLUWATOYOSI BA OWOEYE 1, ‡ , DAVIE MULENGA 1, † , JEMMA KIM 1, † , ANTHONY BREITBACH 1, ‡ , JAMIL R NEME. Normative Hamstrings and Quadriceps Isometric Strength Values and Hamstrings-Quadriceps Asymmetry in Healthy Collegiate Soccer and Basketball Players. *International Journal of Exercise Science*, v. 17, n. 4, 2024.

ONOFREI, Roxana-Ramona *et al.* Preseason Dynamic Balance Performance in Healthy Elite Male Soccer Players. *American Journal of Men's Health*, v. 13, n. 1, 18 jan. 2019.

OWOEYE, Oluwatoyosi B. A. *et al.* Normative Hamstrings and Quadriceps Isometric Strength Values and Hamstrings-Quadriceps Asymmetry in Healthy Collegiate Soccer and Basketball Players. *International Journal of Exercise Science*, v. 17, n. 4, 2024.

PICOT, Brice *et al.* The Star Excursion Balance Test: An Update Review and Practical Guidelines. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, v. 26, n. 6, p. 285–293, 1 nov. 2021.

PORTNEY, L. G. and Watkins MP. *Foundations of clinical research: Applications to practice*. . In: Prentice Hall Heal. 2nd. ed. [S.l.: S.n.].

RABELLO, Lucas Maciel *et al.* Relação entre testes funcionais e plataforma de força nas medidas de equilíbrio em atletas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, n. 3, p. 219–222, jun. 2014.

RUF, Ludwig *et al.* Concurrent validity of countermovement and squat jump height assessed with a contact mat and force platform in professional soccer players. *Frontiers in Sports and Active Living*, v. 6, 9 jul. 2024.

SCHINDLER, Ingara Fernanda S. R. *et al.* A Systematic Review of Isokinetic Muscle Strength in a Healthy Population With Special Reference to Age and Gender. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 15, n. 3, p. 328–332, 16 maio 2023.

STARK, Timothy *et al.* Hand-held Dynamometry Correlation With the Gold Standard Isokinetic Dynamometry: A Systematic Review. *PM&R*, v. 3, n. 5, p. 472–479, 11 maio 2011.

TANTIGATE, Direk *et al.* Functional Outcomes After Fracture-Dislocation of the Ankle. *Foot & Ankle Specialist*, v. 13, n. 1, p. 18–26, 2 fev. 2020.

VAN DYK, Nicol *et al.* Hamstring and Quadriceps Isokinetic Strength Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Strain Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 44, n. 7, p. 1789–1795, 21 jul. 2016.

VAN DYK, Nicol *et al.* A comprehensive strength testing protocol offers no clinical value in predicting risk of hamstring injury: a prospective cohort study of 413

professional football players. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 23, p. 1695–1702, dez. 2017.

VANDENBROUCKE, Jan P. *et al.* Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *Epidemiology*, v. 18, n. 6, p. 805–835, 2007.

VILCANT, Viliane; ZELTSER, Roman. Treadmill Stress Testing. *[S.l.: S.n.]*.

WANG, Yongzhen; LEE, Seongno. Development and validation of a machine learning model for non-contact injury prediction based on lower limb strength asymmetry in professional football. *Scientific Reports*, v. 16, n. 1, p. 4456, 9 jan. 2026.

WATSON, Andrew *et al.* Preseason Aerobic Capacity Is an Independent Predictor of In-Season Injury in Collegiate Soccer Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 27, n. 3, p. 302–307, maio 2017.

WATSON, Andrew M. Sleep and Athletic Performance. *Current Sports Medicine Reports*, v. 16, n. 6, p. 413–418, nov. 2017.

WEIR JP. Quantifying Test-Retest Reliability Using the Intraclass Correlation Coefficient and the SEM.

WIPRICH, Melissa Talita *et al.* Evaluation of muscular and functional inter-limb asymmetries during mid-season in young male soccer athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, v. 38, p. 605–614, abr. 2024.

8 APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) pelo mestrando Vinicius Viggiani França e pela Profª Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo, do Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Estadual de Londrina, a participar da pesquisa intitulada **“PERFIL E CORRELAÇÕES ENTRE FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE AERÓBIA E DESEMPENHO FUNCIONAL DE ATLETAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL NA PRÉ-TEMPORADA: UM ESTUDO TRANSVERSAL”** Você não deve participar contra a sua vontade, e você tem a garantia de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem que acarrete qualquer ônus ou prejuízo. Você também terá pleno acesso aos resultados da pesquisa, que serão discutidos individualmente com você.

Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos. Nosso trabalho tem como objetivo analisar a força muscular e o desempenho funcional dos membros inferiores, por meio de testes (que você já conhece e realiza durante a temporada, além de questionários a serem respondidos).

Os riscos relacionados com a sua participação são os mínimos possíveis, visto que não serão realizados procedimentos invasivos e haverá um pesquisador presente para orientá-lo e garantir sua segurança durante os testes. Você será avaliado no Centro de treinamento do Maringá Futebol Clube, no mesmo local dos seus treinamentos diários. Porém, alguns possíveis riscos podem acontecer como: fadiga muscular ou lesões durante os testes. Na eventualidade de qualquer dano, os pesquisadores asseguram o seu tratamento fisioterápico integral sem nenhum custo financeiro, no Núcleo de Saúde e Performance do clube, onde você já recebe atendimento do Fisioterapeuta Vinícius (responsável pela presente pesquisa).

Após aceitar participar da pesquisa, serão agendados dois horários em comum acordo entre você e os pesquisadores para a realização das avaliações. Nos horários das avaliações, você deverá comparecer ao Centro de Treinamento do Maringá Futebol Clube para preencher uma ficha com seus dados pessoais (nome, idade, data de nascimento, peso, altura, membro inferior dominante) e entrevista sobre seu histórico

de atividade física, dor e lesões nos membros inferiores.

Nestes horários também serão realizadas a avaliação da força muscular de quadríceps (anterior da coxa) e isquiossurais (posterior da coxa) por meio do dinamômetro isocinético *Biodex 4*. Enquanto a avaliação da força muscular dos adutores, abdutores e flexores de quadril por meio do dinamômetro isométrico *ForceFrame* e *Nordbord* da *VALD Performance*. Além disso, serão realizados os testes funcionais para avaliação da amplitude do seu movimento e de desempenho nos saltos: *Lunge Test*, Rotação Interna de quadril, *Single Hop Test*, *Side Hop Test*, *Crossover Hop Test* e *Triple Hop Test*. Toda a avaliação terá em média 60 minutos. Caso você fique cansado você terá todo o tempo necessário para sua recuperação.

Os testes funcionais aos quais você será submetido(a) serão:

Lunge Test: Você deverá permanecer em ortostatismo em frente a uma parede, com o membro avaliado à frente, posicionado sobre uma fita métrica, com o hálux e o centro do calcanhar alinhados. O teste será iniciado com o hálux posicionado a uma distância de dois centímetros da parede. Será solicitado a você que alcance o joelho até a parede sem que o calcanhar levante do solo. A cada tentativa sem mudanças na posição do calcanhar, você será orientado a afastar 0,5 cm o pé da parede. O teste será realizado três vezes com cada membro, com intervalo de 30 segundos;

Rotação Interna de Quadril: Você será posicionado em decúbito ventral, com o membro avaliado em flexão de joelho a 90 graus, enquanto o membro contralateral permanecerá em repouso na maca. Será realizada a máxima rotação interna do quadril de forma passiva;

Single Hop Test: Para sua realização, o pé do membro inferior a ser testado deve estar atrás da linha inicial. Após o comando verbal do avaliador, você irá realizar um salto horizontal unipodal – o mais distante possível da linha inicial – e aterrissa no mesmo membro, mantendo-se equilibrado por 2 segundos. Os membros superiores devem ficar livres e são realizados três saltos em cada membro inferior, sendo o primeiro de familiarização e os dois seguintes de mensuração;

Side Hop Test: Para sua realização, você deverá posicionar o pé do membro inferior a ser avaliado lateralmente a uma das marcações e a partir disso realizar 10 saltos laterais consecutivos, ultrapassando a margem das marcações sem tocá-las e na maior velocidade possível. Durante o teste os membros superiores ficam livres, devem ser

realizadas três séries de saltos com cada membro inferior, sendo uma de familiarização e as duas seguintes de mensuração;

Crossover Hop Test: Para sua realização, você deverá posicionar pé do membro inferior a ser testado atrás da linha inicial. Após o comando verbal do avaliador, você realizará 3 saltos horizontais, unipodais e consecutivos, cruzando uma linha de 15cm de largura – o mais distante possível da linha inicial – e aterrissa no mesmo membro, mantendo-se equilibrado por 2 segundos. Os membros superiores devem ficar livres e são realizados três saltos em cada membro inferior, sendo o primeiro de familiarização e os dois seguintes de mensuração;

Triple Hop Test: Para sua realização, você deverá posicionar pé do membro inferior a ser testado atrás da linha inicial. Após o comando verbal do avaliador, você realizará 3 saltos horizontais, unipodais e consecutivos o mais distante possível da linha inicial e aterrissa no mesmo membro, mantendo-se equilibrado por 2 segundos. Os membros superiores devem ficar livres e são realizados três saltos em cada membro inferior, sendo o primeiro de familiarização e os dois seguintes de mensuração;

Os testes de força aos quais você será submetido(a) serão:

Utilizando o dinamômetro isocinético da marca *Biodex Multi-Joint System 3 - Biodex Biomedical Systems, Inc., Shirley, NY*, onde será calibrado antes de cada avaliação e os participantes posicionados de acordo com as recomendações do fabricante. O desempenho muscular do quadríceps e isquiossurais será avaliado em modo concêntrico em velocidade angular 60, 180 e 300 °/s, com uma frequência de amostragem de 100 Hz. O participante será orientado a não realizar nenhuma atividade física no dia de testes. Primeiro, o paciente completará um aquecimento de 10 minutos em bicicleta ergométrica sem resistência, na velocidade de 30 km/h. Em seguida, será realizado um processo de familiarização que consiste em duas séries de 10 repetições (em cada velocidade). O participante será posicionado no assento do dinamômetro e estabilizado com tiras ao redor do tronco, pelve e coxas de acordo com o protocolo *Biodex*. A flexão do quadril ajustada para 85°, o eixo do dinamômetro alinhado com a lateral do fêmur epicôndilo, e a tornozeleira foi posicionada logo acima do maléolo medial. A amplitude de movimento ativa de 90° para flexão e 0° para extensão foi escolhido para teste. No entanto, de extensão será definida de acordo com limites individuais. Cinco repetições em cada velocidade de teste serão realizadas com um intervalo de descanso de 90 segundos entre as séries. O participante será instruído a realizar força máxima durante todas as repetições, com encorajamento e feedback

visual fornecidos. Para fins de confiabilidade, um coeficiente de variação <10% para cada série será considerada aceitável;

A avaliação dos adutores e abdutores de quadril serão feitas seguindo o protocolo *VALD* de avaliação na plataforma *ForceFrame* de adutores e abdutores de quadril a 45°, que consiste no atleta permanecer em decúbito dorsal, com quadril e joelho fletidos a 45° e os pés apoiados no diretamente no solo. Durante a realização do teste o atleta realizará uma contração isométrica máxima durante 5 segundos de forma bilateral, repetindo essa contração após 15 segundos de descanso, esse protocolo serve para a avaliação dos 3 grupamentos musculares (flexores, adutores e abdutores de quadril). Enquanto a avaliação dos flexores de quadril será feita seguindo o protocolo *VALD* de avaliação de flexores do quadril sentado, que consiste no atleta permanecer em sedestação, com quadril e joelho fletidos a 90° e o pé sem contato com o solo no momento da avaliação. O protocolo de repetições segue o descrito anteriormente. Parâmetros como altura da barra, distância entre os sensores e posicionamento dos pés foram definidos baseados em características individuais de cada atleta.

Os testes de salto vertical aos quais você será submetido(a) serão:

Todos os testes serão conduzidos na plataforma *ForceDecks* conforme protocolos previamente validados e descritos, com base nas orientações da Base de Conhecimento *VALD*. Sendo esse protocolo descrito como 1 repetição de aprendizado e 2 de mensuração, sendo todas separadas por 15 segundos de intervalo. Os participantes serão instruídos a realizar o *Squat Jump Test* e *Countermovement Jump Test* buscando a máxima altura. Já o *Drop Jump Test*, será orientado buscar a máxima impulsão com o menor tempo de contato com o solo, o teste será executado a partir de uma caixa posicionada 30 cm acima das plataformas de força.

Os benefícios recebidos são relativos aos resultados das avaliações que serão discutidos individualmente com você e com sua comissão técnica. Você saberá se, de acordo com seus resultados e as informações existentes na literatura, o quão você está susceptível a sofrer uma lesão no esporte e com a possibilidade de minimizar esses riscos com um treinamento preventivo adequado e baseado nos resultados deste estudo.

Este termo de consentimento será assinado em duas vias e uma ficará com você. Você não terá nenhuma despesa e não receberá nenhuma remuneração. Entretanto, caso

ocorra algum gasto você tem a garantia de ressarcimento das possíveis despesas decorrentes da pesquisa.

Os resultados da pesquisa serão analisados e utilizados exclusivamente para fins de ensino, pesquisa e divulgação científica, e sua identidade será preservada. Os pesquisadores garantem a manutenção do sigilo e da confidencialidade preservando a identidade durante toda a pesquisa.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (CEP-UEL) é responsável por defender os interesses dos sujeitos em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Os procedimentos desta pesquisa estão de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília/DF

Caso tenha dúvidas ou necessite de mais esclarecimentos, pode nos contactar (Vinícius Viggiani França, e-mail:

Prof. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo, Av. Robert Kock 60, Departamento de Fisioterapia, telefone: 43 3371-2288 ou e-mail: chmacedo@uel.br) ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres, (Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos - CEP/UEL, LABESC - Laboratório Escola de Pós-Graduação - sala 14. Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), Londrina- Pr - CEP: 86057-970, Telefone: 43-3371-5455, email: cep268@uel.br.

Eu, _____, RG nº _____, declaro que é de livre e espontânea vontade que concordo em participar desta pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação científica. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste Termo.

Maringá, ____ de _____ de ____

Nome do participante da pesquisa	Data	Assinatura
----------------------------------	------	------------

Profª. Dra. Christiane de S. Guerino Macedo

Nome do pesquisador principal	Data	Assinatura
-------------------------------	------	------------

APÊNDICE B

FICHA DE AVALIAÇÃO – PRÉ-TEMPORADA 2026

DATA DA AVALIAÇÃO:

NOME DO ATLETA:

APELLIDO:

DATA DE NASCIMENTO/CPF:

POSIÇÃO/LADO DOMINANTE:

ÚLTIMO CLUBE:

HISTÓRICO DE LESÃO:

QUEIXA ATUAL:

AVALIAÇÃO MÉDICA:

ALERGIAS/USO DE ANTIBIÓTICO (ÚLTIMO ANO):

QUEIXAS ODONTOLÓGICAS (ÚLTIMO ANO):

PESO E ALTURA (ESTIMADO):