



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE E DESEMPENHO MUSCULAR EM
JOGADORES AMADORES DE FUTEBOL: UM ESTUDO TRANSVERSAL

SINVAL BEZERRA DA NOBREGA NETO

NATAL/RN
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE E DESEMPENHO MUSCULAR EM
JOGADORES AMADORES DE FUTEBOL: UM ESTUDO TRANSVERSAL

SINVAL BEZERRA DA NOBREGA NETO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio Grande do Norte –
Departamento de Fisioterapia, para a obtenção do
título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Wouber Héricson de Brito Vieira

Co-orientador: Ingrid Martins de França

NATAL/RN
2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências da Saúde - CCS

Neto, Sinval Bezerra da Nobrega.

Taxa de desenvolvimento de torque e desempenho muscular em jogadores amadores de futebol: um estudo transversal / Sinval Bezerra da Nobrega Neto. - 2022.

28f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia. Natal, 2022.

Orientador: Wouber Héricksen de Brito Vieira.

Coorientador: Ingrid Martins de França.

1. Futebol - Desempenho muscular - TCC. 2. Jogadores universitários - TCC. 3. Diferença entre membros - TCC. 4. Assimetria bilateral - TCC. I. Vieira, Wouber Héricksen de Brito. II. França, Ingrid Martins de. III. Título.

RN/UF/BS-CCS

CDU 976.332

BANCA EXAMINADORA

Trabalho apresentado por Sinval Bezerra da Nobrega Neto em 7 de julho de 2022

1º Examinador/ORIENTADOR: Prof. Dr. Wouber Héricson de Brito Vieira - UFRN

Nota atribuída:

2º Examinador/ MEMBRO INTERNO: Arnaldo Luís Mortatti

Nota atribuída:

3º Examinador/MEMBRO EXTERNO: Mikhail Santos Cerqueira

Nota atribuída:

Dedicatória

Dedico esse trabalho a minha família, a minha namorada, aos meus amigos e a meus professores, todos vocês contribuíram de alguma forma para que eu tenha chegado até aqui.

Agradecimentos

Com a aproximação do fim de mais uma etapa da minha vida, gostaria de agradecer a todos que estiveram junto comigo nessa longa caminhada, e “se eu vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes”.

Quero agradecer em especial a duas pessoas muito importantes na minha vida, que são meus avós (minha avó Aparecida e meu avô Sinval), não tenho como expressar em palavras tamanho é meu sentimento por vocês. Obrigado por tudo, mais acima de tudo, obrigado por todo amor e carinho.

Aos meus pais (Plínio e Valcida), por serem grandes exemplos na minha vida, muito obrigado por todo esforço e dedicação desde o início da minha criação até aqui, sei que foram muitas as dificuldades, mas vocês sempre fizeram o melhor por mim e pelos meus irmãos.

Por falar neles (Plínio Neto e Lucas), meu muito obrigado por nunca medirem esforços para me ajudar naquilo que for preciso, me orgulho muito em ter vocês como irmãos.

Agora quero agradecer a uma pessoa mais que especial na minha vida, que dividiu comigo os bons e maus momentos desses anos de graduação. Que é você Duda, meu amor, obrigado por acreditar em mim, e por nunca me deixar esquecer que eu posso conquistar todos os meus sonhos. Te amo.

Agradeço também as pessoas que me acolheram aqui em Natal, inicialmente, a minha tia Júlia, que apesar da idade e de suas obrigações cuidou muito bem de mim, obrigado pelos conselhos, sermões e pela comida deliciosa que só a senhora faz.

Agradeço também aos meus tios Osvaldo e Kaliane, que também abriram as portas da sua casa para mim, e me proporcionaram todas as condições necessárias para que eu concluísse o meu curso. Agradeço também a Ieda, por cuidar tão bem de mim, e ter sido como uma segunda mãe aqui para mim.

Quero agradecer aos meus amigos mais próximos da turma, em especial, a Maria Clara, uma das pessoas mais incríveis que eu já conheci, obrigado por toda ajuda durante esses anos de faculdade. Aprendi muito com você.

Obrigado ao meu parceiro de estágio Aleilson (meu patrão), juntos vencemos todas as dificuldades e desafios encontrados durante esse período de estágio, obrigado pelos ensinamentos e pelas resenhas.

Obrigado a Maria Antônia e Tito, que junto com Clara e eu formava o quarteto fantástico, sempre juntos passando pelos momentos de dificuldade, mas inúmeros momentos

felizes, assim com meus outros amigos: Cesar, Milena, Polyagna, Bia, Marília, Clarissa, Mayara e Marana.

Aos meus amigos da monitoria, Mauro, Yves, Kovacs, Cosme, Hygor, Jade e Mércia, muito obrigado a todos!

Agradeço a todos os meus professores e preceptores por me ensinarem e mostrarem o direcionamento correto da minha profissão. Em especial, agradeço ao professor Wouber por servir de inspiração como profissional, e por ter aberto as portas da sua base de pesquisa, onde aprendi muito com todos os membros e pelas oportunidades que me foram dadas.

A minha co-orientadora e amiga, Ingrid, muito obrigado, você tem me ajudado e contribuído com minha formação desde quando paguei Anatomia quando foi minha monitora até hoje me ajudando nesse TCC. Desejo ainda mais sucesso na sua vida!

Aos meus pacientes em que tive o privilégio de atender, muito obrigado pela confiança e por todos os ensinamentos que vocês me deram, vocês me ajudaram muito a me tornar o profissional que almejo ser.

SUMÁRIO

Dedicatória	4
Agradecimentos	5
Lista de figuras	8
Lista de tabelas	9
Lista de abreviaturas	10
Resumo	11
Abstract	12
1.Introdução	13
2.Métodos	14
2.1 Desenho do estudo e recrutamento de voluntários.....	14
2.2 Aspectos éticos	14
2.3 Critérios de elegibilidade.....	14
2.4 Cálculo de tamanho amostral.....	15
2.5 Procedimentos experimentais.....	15
2.6 Desempenho muscular.....	15
2.6.1 Contração isométrica voluntária máxima.....	15
2.6.2 Desempenho isocinético.....	17
2.7 Taxa de desenvolvimento de força.....	17
2.8 Análise estatística.....	18
3.Resultados	18
4. Discussão	21
5.Conclusão	23
6.Referência	24
Anexo e Apêndice	27

Lista de Figuras

Figura 1- Desenho do estudo

Figura 2- Fluxograma do estudo

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características dos participantes.

Tabela 2 - Média e desvio-padrão do Pico de torque isocinético, trabalho, potência e relação I/Q de extensores e flexores de joelho a 60 e 240 graus por seg de ambos os membros.

Tabela 3 - Taxa de desenvolvimento de força a 30ms, 50ms, 100ms e 200ms de grupo extensor de ambos os membros.

Lista de abreviaturas

CIVM - contração isométrica voluntária máxima

I/Q - isquiotibiais/quadríceps

IMC - índice de massa corporal

LD - lado dominante

LND - lado não dominante

MI - membro inferior

MMII - membros inferiores

PT - pico de torque

TDT - taxa de desenvolvimento de torque

TT - trabalho total

RESUMO

Introdução: o desempenho neuromuscular tem sido investigado com frequência entre atletas de futebol. No entanto, apesar da taxa de desenvolvimento de torque (TDT) ter se mostrado sensível para identificar assimetrias entre membros, tem sido pouco explorada na literatura. **Objetivo:** comparar a TDT e o desempenho muscular entre o lado dominante (LD) e não dominante (LND) de jogadores amadores de futebol universitário. **Métodos:** 28 jogadores amadores de futebol universitário participaram do estudo. Os voluntários foram submetidos à avaliação da TDT (pico de torque, 30ms, 50ms, 100ms, 200ms), do desempenho muscular, representado pelo desempenho isocinético de flexores e extensores de joelho nas velocidades de 60°/s (1x5 repetições) e 240°/s (1x30 repetições) e desempenho isométrico. **Resultados:** as variáveis pico de torque e potência dos flexores a 60°/s tiveram diferença estatisticamente significativa entre os membros, tendo o LD, maiores valores comparado ao LND. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os lados dominante e não-dominante para a TDT, torque isométrico, desempenho isocinético de extensores, trabalho e relação I/Q de flexores de joelho ($p < 0,05$). **Conclusão:** portanto, os jogadores universitários de futebol não apresentam desequilíbrios entre os membros na TDT e desempenho muscular.

Palavras chaves: futebol, jogadores universitários, diferença entre membros, assimetria bilateral.

ABSTRACT

Introduction: neuromuscular performance has been frequently investigated among soccer athletes. However, although the rate of force development (RFD) has been shown to be sensitive to identify asymmetries between limbs, it has been little explored in the literature. **Purpose:** To compare RFD and muscle performance between the dominant (LD) and non-dominant (NDD) sides of amateur college soccer players. **Methods:** 28 amateur college soccer players participated in the study. The volunteers were submitted to the evaluation of RFD (peak torque, 30ms, 50ms, 100ms, 200ms), muscle performance, represented by isokinetic performance of knee flexors and extensors at speeds of 60°/s (1x5 repetitions) and 240°/s (1x30 repetitions) and isometric performance. **Results:** The variables peak torque and power of the flexors at 60°/s had statistically significant difference between the limbs, with the LD having higher values compared to the LND. However, there was no statistically significant difference in the comparison between the dominant and non-dominant sides for TDT, isometric torque, isokinetic performance of extensors, work and I/Q ratio of knee flexors ($p < 0.05$). **Conclusion:** therefore, college soccer players do not exhibit limb imbalances in RFD and muscle performance.

Key words: soccer, college players, limb difference, bilateral asymmetry.

1. INTRODUÇÃO

O futebol de campo é uma das modalidades esportivas mais populares mundialmente (MILANOVIĆ et al., 2015). Estima-se que existam aproximadamente 500 milhões de jogadores espalhados pelo mundo, e que parte desses (300 milhões), estão vinculados a algum clube de futebol (MILANOVIĆ et al., 2015). Devido às características inerentes ao futebol, certas ações musculares são executadas com predomínio unilateral, como é o caso do chute, salto e as mudanças de direções (GARCIA-GARCIA et al., 2022). Nesse sentido, é possível que os atletas apresentem ou desenvolvam certas assimetrias entre os membros inferiores (MMII) ao longo do seu treinamento e participação em jogos (PARDOS-MAINER et al., 2021). Além disso, fatores como a idade, tempo de treinamento, função ou posição dos jogadores durante as partidas podem estar relacionados com o surgimento de possíveis assimetrias musculares entre os MMII (SILVA et al., 2015).

Avaliar e investigar possíveis assimetrias entre os lados dominante (LD) e não-dominante (LND) é um tema relevante na literatura, uma vez que, essas diferenças podem contribuir para um risco mais acentuado de lesões esportivas em membros inferiores (MURPHY, CONNOLLY & BEYNNON, 2003, CROISIER et al., 2008). Uma diferença de até 10% entre os MMII em atletas pode ser considerada um parâmetro dentro do aceitável, de modo que diferenças maiores aumentam o risco para lesão (GARCIA-GARCIA et al., 2022).

Essas assimetrias nos atletas podem não só predispor a lesões, mas também ocasionar redução no desempenho físico/esportivo (BISHOP, TURNER & READ, 2018), como, por exemplo, nas mudanças de direção, salto e sprint de velocidade (FORT-VANMEERHAEGHE et al., 2020; MADRUGA-PARERA et al., 2020, MADRUGA-PARERA et al., 2021). Como consequência de tudo isso, ocorre o afastamento dos atletas da sua prática, além de prejuízos econômicos para os clubes (TEIXEIRA et al., 2014).

Existem diversas formas e métodos para avaliar a força muscular de MMII em atletas, dentre eles, a avaliação isocinética; CROISIER et al., 2002, 2003; ASKLING et al., 2003. MAZUQUIM et al., 2015). Esse método avaliativo é considerado uma das ferramentas mais confiáveis para identificação de alterações e desequilíbrios musculares em jogadores (CROISIER et al., 2008). Além da avaliação isocinética, a taxa de desenvolvimento de torque (TDT) também tem sido utilizada para avaliar força e identificar assimetrias (SARABON et al., 2020; GRAZIOLI et al., 2019). A TDT representa o aumento de força muscular de forma rápida em uma contração voluntária máxima (BOCCIA et al., 2018). Além disso, consegue avaliar a força muscular produzida num pequeno período de tempo e alterações mais sutis de força e

ativação muscular, o que a torna bastante relevante como uma variável importante de avaliação, já que analisa com mais detalhes as ações específicas do futebol, as quais necessitam da produção rápida de força em suas execuções (BOCCIA et al., 2018; SMAJLA, ŽITNIK & ŠARABON, 2021). Nesse sentido, apesar da avaliação isocinética ser mais utilizada, o estudo de Maffioletti et al., (2010), propõem a utilização da TDT para uma melhor identificação das assimetrias entre membros do que avaliação da força máxima pelo dinamômetro isocinético.

Tem se percebido que alguns estudos têm utilizado a TDT para identificar assimetrias entre os LD e LND comparando diferentes faixas etárias; nível de jogo e modalidade esportivas diferentes (SMAJLA, ŽITNIK & ŠARABON, 2021; BEATO et al., 2021; BOCCIA et al., 2018; DE LIRA et al., 2017). No entanto, tem se visto poucos estudos que investiguem de forma específica a força de MMII em jogadores universitários de futebol. Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar a TDT e o desempenho muscular entre o lado dominante (LD) e não dominante (LND) de jogadores amadores de futebol universitário.

2. MÉTODOS

2.1 Desenho do estudo e recrutamento de voluntários.

Esse é um estudo transversal realizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) no período de fevereiro a maio de 2022 com jogadores amadores de futebol da UFRN. Os voluntários foram recrutados por divulgação de folders pelas redes sociais. Para aumentar a adesão, os voluntários receberam mensagens por WhatsApp ou por ligações telefônicas para lembrá-los de comparecer aos dias de coleta.

2.2 Aspectos éticos

A coleta de dados foi iniciada após aprovação pelo comitê de ética e pesquisa local e, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (de acordo com Resolução 466/12 do conselho nacional de saúde) com número de registro: 32025220.80000.5537.

2.3 Critérios de elegibilidade

Participaram do estudo jogadores amadores de futebol universitário da cidade de Natal/RN com idade entre 18 e 35 anos que realizam treinamento de força para MI regularmente e que treinam futebol pelo menos 3 vezes na semana. Não foram incluídos: sujeitos com índice de massa corporal (IMC) menor que 18,5 kg/m² e maior que 30 kg/m²; com lesão musculoesquelética em MMII num período de três meses antes dos testes que os impossibilitam

de realizar as avaliações; com cirurgias em membros inferiores num período de seis meses antes dos testes; com doenças metabólicas descontroladas; com condição reumatológica inflamatória ou doença cardiovascular e/ou pulmonar grave que os impeça de realizar a avaliação e os testes propostos.

Os critérios de exclusão adotados foram: faltar a algum dia de coleta; a qualquer momento e por qualquer motivo manifestar vontade de sair do estudo; apresentar algum problema de saúde que os impeça de continuar participando da pesquisa; utilizar medicamentos ou quaisquer recursos terapêuticos para melhora do desempenho ou praticar atividades físicas não usuais ou extenuantes durante o período das coletas.

2.4 Cálculo de tamanho amostral

Com base em cálculo amostral realizado em recente estudo de Boccia et al., (2018), utilizando como desfecho as assimetrias musculares em membro inferior analisadas por meio da taxa de desenvolvimento de torque, estima-se que será necessária uma amostra composta por pelo menos 24 voluntários para um poder de 80% e um nível alfa de 0,05, levando em consideração perdas de 20% na amostra.

2.5 Procedimentos experimentais

Participaram do estudo 28 voluntários (Fig. 1). Cada voluntário visitou o laboratório 2 vezes. Na primeira visita, o voluntário respondeu a uma ficha de avaliação com dados antropométricos e pessoais, frequência e duração da prática do futebol, histórico de lesões e doenças, posicionamento em campo e lado dominante. No segundo dia, o voluntário fez um aquecimento com corrida por 5 min, e depois realizou a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e desempenho isocinético em duas velocidades (60°/s e 240°/s) (Figura 2).

2.6 Desempenho muscular

Para o desempenho muscular serão utilizadas e analisadas as formas de desempenho isométrico (contração isométrica voluntária máxima) e desempenho isocinético, com suas variáveis específicas.

2.6.1 Contração isométrica voluntária máxima

Para medir a contração isométrica voluntária máxima (CIVM), foi utilizado o dinamômetro isocinético (Biodex Multi-Joint System 4, Biodex Biomedical System Inc[®], New York, USA). O voluntário foi posicionado de acordo com as recomendações do fabricante e

foram realizados os movimentos de extensão do joelho para ambos os membros, iniciando com o membro não dominante. Foram realizadas três CIVM com o joelho flexionado a 60° (0° = extensão total de joelho). Os voluntários foram previamente e cuidadosamente orientados a contrair o mais rápido e forte possível após o comando verbal “vai” e manter no máximo a contração por 3 segundos e relaxar após o comando verbal “pare”. Houve um intervalo de trinta segundos entre cada contração para minimizar possíveis efeitos da fadiga. (BARONI et al., 2010; SCHETTINO et al., 2014). Tendo como variável extraída pelo teste o pico de torque isométrico.

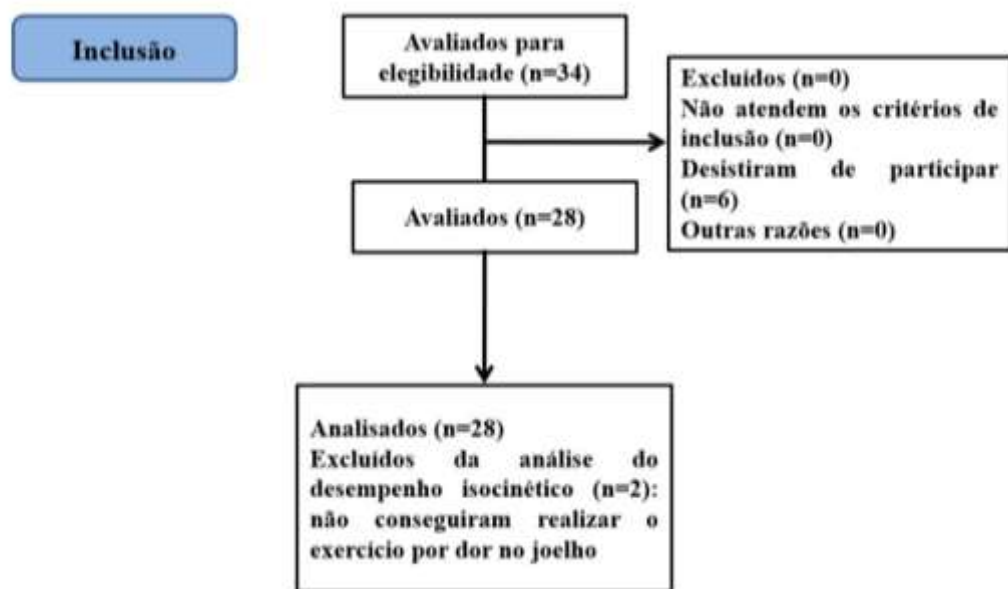


Figura 1. Fluxograma do estudo. Legenda: CIVM: contração isométrica voluntária máxima; TDT: taxa de desenvolvimento de torque.

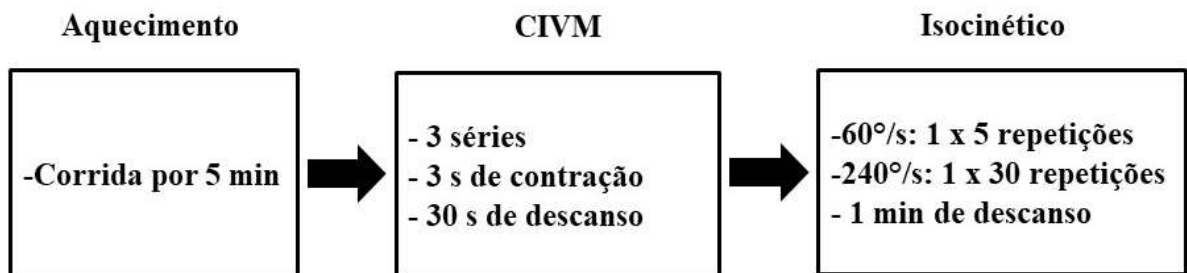


Figura 2. Desenho do estudo. Legenda: CIVM: contração isométrica voluntária máxima.

2.6.2 Desempenho isocinético

Os indivíduos foram submetidos a uma avaliação de desempenho muscular por meio de um dinamômetro isocinético (Biodex Multi-Joint System 4, Biodex Biomecal System Inc, New York, USA).

Os sujeitos foram posicionados na cadeira do dinamômetro, seguindo as recomendações do manual de padronização fornecido pelo fabricante do equipamento com eixo de rotação do dinamômetro alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur. Depois de posicionados, realizaram uma sessão de familiarização para os movimentos de flexão e extensão concêntricos no dinamômetro nas mesmas velocidades utilizadas nos testes. Foram realizados dois testes em ambos os membros, um na velocidade angular de $60^\circ/\text{s}$ (uma série de cinco repetições) e outro na velocidade angular de $240^\circ/\text{s}$ (uma série de 30 repetições). Durante as contrações máximas, os jogadores receberam incentivos visuais (do monitor do computador) e verbal dos avaliadores para que eles realizassem as contrações com a maior força e velocidade que conseguissem. (ALEXANDRE et al., 2009). As variáveis “Pico de Torque (PT) e Trabalho total (TT), potência e relação isquiotibiais/quadríceps (I/Q) foram extraídas dos dois testes.

2.7 Taxa de desenvolvimento de torque

A taxa de desenvolvimento de torque (TDT) foi extraída a partir da CIVM. A TDT deriva da análise da curva de força registrada durante uma contração voluntária explosiva e pode fornecer informações fisiológicas importantes como o papel de fatores neurais (análise dos primeiros 50ms) e musculares (análise entre 100ms e 200ms) na produção de força e na fadiga neuromuscular (AAGAARD et al., 2002; MAFFIULETTI et al., 2016).

Para analisar a TDT, as curvas extraídas das CIVM foram filtradas com um passa baixa de 15 Hz (*Butterworth*, 4ª ordem). Para identificar o PT nas curvas, o início da ação muscular foi visualmente identificada e logo depois, a curva foi recortada e delimitada a partir de 1 segundo antes até 1 segundo após o início da contração. Os recortes das curvas foram analisados através de algoritmo matemático capaz de identificar o início da contração (ponto na linha do tempo em que o torque excede em 2,5% da diferença entre o valor da linha de base e o valor do pico de torque). Também foi identificado o pico de torque nos intervalos de 0 a 30ms, 0 a 50ms, 0 a 100ms e 0 a 200ms (AAGAARD et al., 2002; SCHETTINO et al., 2014; CERQUEIRA e VIEIRA, 2019). As análises foram realizadas com o software MATLAB 7.6.0 R2008a (MathWorks, Natick, MA).

2.8 Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram apresentados em média e desvio padrão. O teste T pareado foi utilizado para comparar os desfechos entre o LD e o LND. Em seguida, foi realizado um delta ($\Delta = \text{Variável}_{\text{LD}} - \text{Variável}_{\text{LND}}$) para verificar a diferença numérica entre os membros em todos os desfechos, e, depois, foi calculada a porcentagem representativa dessa diferença. Para TDT, foi realizada uma média de três curvas para os dados de PT, torque durante 30, 50, 100 e 200 ms. O nível de significância estatística adotado foi de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no software SPSS® (versão 22.0, IBM, New York).

3.0 RESULTADOS

As características de linha de base dos participantes (idade, altura, peso, lado dominante, frequência de atividade física e posição em campo) estão descritas na tabela 1, em média e desvio padrão. De acordo com a tabela 1, é possível constatar que dos 28 atletas, um total de 23 (82,1%) possui o lado direito como dominante e que 25 (89,3%) praticam atividade física mais do que 3 vezes por semana.

Tabela 1. Características dos participantes.

Variáveis	Média ± DP
Idade	21,39 ± 2,98
Altura	1,76 ± 0,05
Peso	73,39 ± 9,08

Variáveis	Média/ Frequência absoluta (%)
Lado dominante	Direito: 23 (82,1%)
	Esquerdo: 3 (10,7%)
	Ambidestro: 2 (7,2%)
Atividade física	3 vezes por semana: 3 (10,7%)
	Mais de 3 vezes por semana: 25 (89,3%)

Posição em campo	Defensor: 7 (25%)
	Meio campo: 10 (35,71%)
	Atacante: 6 (21,42%)
	Goleiro: 5 (17,87%)

Legenda: DP: desvio padrão; %: porcentagem

Analisando os dados do desempenho isocinético para extensores de joelho, é possível notar que não houve diferenças estatísticas significantes para nenhuma das variáveis utilizadas na comparação entre lado dominante (LD) e lado não dominante (LND). Esses dados podem ser vistos na Tabela 2.

No entanto, para o desempenho isocinético de flexores de joelho, o pico de torque e a potência a 60°/s apresentou um valor estatisticamente significativo para a diferença entre membros direito e esquerdo ($p < 0,05$), mas as porcentagens da diferença entre o LD e LND não atingiram valores relevantes, apresentando no máximo 7,27% para o trabalho a 60°/s. Ademais, as outras variáveis se mantiveram sem essa relevância estatística, assim como, o torque isométrico de extensores de joelho que também não apresentou valor estatisticamente significativo ($p < 0,05$). (Tabela 2).

No que se refere a taxa de desenvolvimento de torque (TDT) a partir dos resultados da Tabela 3, não foram encontrados resultados clínicos ou estatisticamente significativos ($p < 0,05$) em nenhum intervalo analisado.

Tabela 2. Média e desvio-padrão do Pico de torque isocinético, trabalho, potência e relação I/Q de extensores e flexores de joelho a 60 e 240 graus por seg de ambos os membros.

Desempenho isocinético - Extensores de joelho				
Variáveis	Lado dominante	Lado não dominante	Diferença	P valor
PT 60°/s	226,18 ± 38,23	230,15 ± 33,65	-3,97 (1,75%)	0,7
Trabalho 60°/s	888,05 ± 241,95	898,7 ± 152,57	-10,65 (1,19%)	0,818
Potência 60°/s	149,38 ± 36,2	149,24 ± 25,85	0,14(0,09%)	0,905
Relação I/Q 60°/s	54,18 ± 13,02	53,56 ± 12,43	0,62 (1,14%)	0,756

PT 240 °/s	145,1 ± 21,05	144,83 ± 21,32	0,27 (0,18%)	0,182
Trabalho 240 °/s	3316,5 ± 475,03	3370,96 ± 507,06	-54,46 (1,27%)	0,911
Potência 240 °/s	244,03 ± 30,86	245,05 ± 36,1	-1,02 (0,41%)	0,668
Relação I/Q 240°/s	66,21 ± 9,52	66,23 ± 7,84	-0,02 (0,03%)	0,688

Desempenho isocinético - Flexores de joelho

Variáveis	Lado dominante	Lado não dominante	Diferença	P valor
PT 60°/s	127,46 ± 24,34	121 ± 19,05	6,46 (5,06%)	0,007*
Trabalho 60°/s	591,65 ± 135,42	548,62 ± 162,39	43,03 (7,27%)	0,095
Potência 60°/s	94,14 ± 20,07	87,46 ± 19,04	6,68 (7,09%)	0,015*
PT 240 °/s	95,42 ± 15,74	95,41 ± 15,23	0,01 (0,01%)	0,87
Trabalho 240 °/s	2242,45 ± 394,91	2194,54 ± 376,7	47,91 (2,13%)	0,464
Potência 240 °/s	145,4 ± 30,24	137,31 ± 28,24	8,09 (5,56%)	0,075

Torque isométrico extensores de joelho

Variáveis	Lado dominante	Lado não dominante	Diferença	P valor
PT	242,58 ± 45,66	248,11 ± 49,60	-5,53 (2,27%)	0,406

*valores estatisticamente significantes entre os membros direito e esquerdo ($p < 0,05$). Legenda. PT: pico de torque; relação I/Q: relação ísquiotibiais/quadríceps.

Tabela 3. Taxa de desenvolvimento de torque a 30ms, 50ms, 100ms e 200ms de grupo extensor de ambos os membros.

Variáveis	Lado dominante	Lado não dominante	Diferença	P valor
30ms	1899,74 ± 723,13	1958,44 ± 958,38	-58,7 (3,08%)	0,694
50ms	1777,7 ± 646,62	1833,32 ± 851,42	-55,62 (3,12%)	0,668

100ms	1399,29± 436,42	1436,87 ± 528,27	-37,58(2,68%)	0,635
200ms	873,52 ± 251,46	879,52± 278,39	-5,96 (0,68%)	0,888

*valores estatisticamente significantes entre os membros direito e esquerdo ($p < 0,05$). Legenda: PT: Pico de torque; ms: milissegundo.

4. 0 DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo é comparar a TDT e o desempenho muscular entre o lado dominante (LD) e não dominante (LND) de jogadores amadores de futebol universitário. Nesse sentido, os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre MMII para a TDT, PT isométrico, desempenho isocinético de extensores, trabalho e relação I/Q de flexores de joelho. Por sua vez, para as variáveis PT e potência dos flexores a 60°/s houve diferença estatisticamente significativa entre os membros, tendo o LD, maiores valores comparado ao LND, mas essas diferenças não possuem relevância clínica, uma vez que, não chegaram a ultrapassar valores acima de 10% de diferença entre os MMII.

O desempenho isocinético para extensores de joelho não apresentou diferenças estatisticamente significantes para nenhuma das variáveis utilizadas na comparação entre os membros, o que contesta a ideia de que LND apresenta índices superiores ao LD para jogadores de futebol (BRASILEIRO et al., 2018). Entretanto, há estudos que mostram essa superioridade do LND sobre o LD (GERMANO MACIEL et al., 2020), e outros estudos encontraram justamente o oposto disso (ŚLIWOWSKI et al., 2020). Nesse sentido, as diferentes formas de avaliação dos testes no isocinético poderiam ser um fator de interferência nos resultados dos estudos.

Ademais, foram encontrados valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$) para o desempenho isocinético dos flexores de joelhos, com LD que apresentando valores superiores em relação ao LND (ŚLIWOWSKI et al., 2017) nas variáveis PT e potência a 60°/s. No entanto, do ponto de vista clínico esses achados não têm a mesma importância, uma vez que, os valores dessas diferenças foram de 5,06% e 7,09%, respectivamente. Essas diferenças podem não causar impacto suficiente, por exemplo, para risco de lesões, nos quais os índices mais relacionados são a partir de 10% ou superiores a 15% de assimetrias entre os membros (GARCIA-GARCIA et al., 2022). Portanto, apesar das diferenças estatísticas encontradas em nosso estudo, as quais vêm a corroborar com outros artigos (BEATO et al., 2021), nossos resultados não apresentaram diferenças clínicas significativas para a prática do futebol.

O PT isométrico é uma variável bastante utilizada dentro do processo da avaliação de distúrbios musculares em pacientes que se estão em algum período da fase de reabilitação ou após (WEAVER et al., 2022; CZAMARA & KRÓLIKOWSKA, 2018). Porém, não foram encontradas diferenças significativas entre LD e LND em nosso estudo. Esse fato pode sugerir que o PT isométrico seja mais sensível para notar diferenças em populações com algum comprometimento clínico e que para indivíduos saudáveis e com um bom nível de treinamento físico, talvez ela não tenha a mesma eficácia.

Tem se discutido na literatura que a TDT possa ser mais sensível para identificar assimetrias entre membros do que outras variáveis mais tradicionais, como o PT isocinético (MAFFIULETTI et al., 2010). No estudo de Boccia et al., (2018), foi possível identificar assimetrias entre membros utilizando a TDT para os músculos quadríceps e isquiotibiais. Contudo, não foi possível corroborar com esse estudo a partir dos nossos resultados, uma vez que, nossos estudos apresentam diferenças, como por exemplo, a idade dos atletas; nível de competição, no qual nossa amostra foi composta por jogadores amadores universitário e o do estudo supracitado por atletas de elite de categoria de base; e às análises estatísticas. Dessa forma, parece haver certas divergências no uso da TDT, sendo possível que a diferença de protocolos adotada pelo estudo anterior e este tenha gerado essa variação nos resultados encontrados. Nesse sentido, estabelecer um consenso em relação a forma de utilizar a TDT pode minimizar essas discrepâncias.

Em síntese, apesar dos nossos resultados não terem evidenciado diferenças significativas nos desfechos avaliados entre o LD e LND, é sabido que atletas estão susceptíveis a eventuais assimetrias de desempenho em virtude das diferentes tarefas inerentes de cada modalidade esportiva em destaque nesse estudo, o futebol (PARDOS-MAINER et al., 2021). É possível que alguns fatores possam ter contribuído para isso como, por exemplo, a idade, o tempo de treinamento, função ou posição dos jogadores (SILVA et al., 2015; FOUSEKIS et al., 2010). Nesse sentido, o fato da população do estudo ter apresentado uma faixa etária que possa ter limitado o tempo de exposição à prática do futebol e que a maior parte dos indivíduos realizam atividade física mais de três vezes por semana, podem ter sido fatores importantes para gerar a simetria encontrada entre os MMII.

É preciso destacar que esse estudo conseguiu selecionar uma amostra homogênea de uma mesma modalidade esportiva, tanto para dados antropométricos quanto para nível de atividade física, o que ainda é pouco explorado na literatura. Além disso, foram utilizadas as variáveis de desempenho isocinético e da TDT, a qual é uma variável relativamente nova e que

não é tão utilizada pelos demais estudos, mesmo trazendo informações importantes e sensíveis sobre componentes neurais e morfológicos do torque muscular.

Como limitações deste estudo destaca-se que não avaliamos a TDT para flexores do joelho. Outro ponto, é que não utilizamos a ação excêntrica para investigar as assimetrias, uma vez que, essa faz parte das ações realizadas na prática do futebol.

5. CONCLUSÃO

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, é possível afirmar que esses jogadores universitários não possuem assimetria entre LD e LND para a maioria das variáveis utilizadas, já que não foram encontradas diferenças estatísticas significante entre os MMII desses atletas a partir da TDT, PT isométrico, desempenho isocinético extensor e flexor de joelho, exceto para o PT e potência a 60°/s desses flexores, nas quais apresentaram diferença estatística significativa. Mesmo assim, as diferenças dessas duas variáveis não configuram em uma assimetria de relevância clínica.

Dessa forma, nos próximos estudos seria interessante incluir a análise da TDT para os flexores do joelho, verificar também a ação excêntrica dos grupamentos musculares extensor e flexor do joelho. Além disso, sugerimos incluir algum teste funcional que possa ser sensível a identificação de eventuais assimetrias entre membros e estabelecer alguma correlação com a TDT.

6. REFERÊNCIAS

1. AAGAARD, P.; et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, v. 93, n. 4, p. 1318–1326, 2002.
2. ALEXANDRE, P. F.; LACERDA, R. C.; DEUS, L. A.; et al. Análise comparativa do desempenho muscular isocinético entre jogadores de futebol e futsal. *Educação Física em Revista*, v. 3, n.2, p. 324–33, 2009.
3. ASKLING C, KARLSSON J, THORSTENSSON A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*, v. 13. p. 244–250, 2003.
4. BARONI, B. M.; et al. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *European Journal of Applied Physiology*, v. 110, n. 4, p. 789–796, 2010.
5. BEATO, M., YOUNG, D., STIFF, A., & CORATELLA, G. Lower-Limb Muscle Strength, Anterior-Posterior and Inter-Limb Asymmetry in Professional, Elite Academy and Amateur Soccer Players. *Journal of human kinetics*, v. 77, p. 135–146, 2021.
6. BRASILEIRO, JS, MACEDO, LDB, DE OLIVEIRA, AKA, & LINS, CADA. Relação de torque, potência e fadiga em flexores e extensores de joelho de jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 24, p. 117–120, 2018.
7. BISHOP C, TURNER A, READ P. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *J Sports Sci*, v. 36, n.10, p.1135-1144, 2018.
8. BISHOP C, CORATELLA G, BEATO M. Assimetria de força intra e inter-membros no futebol: uma comparação de jogadores profissionais e sub-18. *Esportes*. v. 9,n.9, p. 129, 2021.
9. BOCCIA G, BRUSTIO PR, BUTTACCHIO G, CALABRESE M, BRUZZONE M, CASALE R, RAINOLDI A. Interlimb Asymmetries Identified Using the Rate of Torque Development in Ballistic Contraction Targeting Submaximal Torques. *Front Physiol*. 2018.
10. CERQUEIRA, M. S.; VIEIRA, W. H. B. Effects of blood flow restriction exercise with very low load and low volume in patients with knee osteoarthritis: protocol for a randomized trial. *Trials*, v. 20, n. 1, p.1- 9, 2019.
11. COMETTI G, MAFFIULETTI NA, POUSSON M, CHATARD JC, MAFFIULI N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med*, v. 22, p. 45–51, 2001.
12. CROISIER J-L, FORTHOMME B, NAMUROIS MH, VANDERTHOMMEN M, CRIELAARD JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med*, v. 30, n.2, p. 199–203, 2002.
13. CROISIER JL, REVEILLON V, FERRET JM. Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in professional soccer players. *Isokinetics Exerc Sci*, v. 11, p. 61–62, 2003.
14. CROISIER JL, GANTEAUME S, BINET J, GENTY M, FERRET JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*, v. 36, n.8, p.1469-75, 2008.
15. CZAMARA A, KRÓLIKOWSKA A. Two-Plane Assessment of Knee Muscles Isometric and Isokinetic Torques After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Med Sci Monit*, v. 24, p. 4882-4893, 2018.
16. DE LIRA CAB, MASCARIN NC, VARGAS VZ, VANCINI RL, ANDRADE MS. Isokinetic Knee Muscle Strength Profile In Brazilian Male Soccer, Futsal, And Beach Soccer Players: A Cross-Sectional Study. *Int J Sports Phys Ther*, v. 12, n.7, p.1103-1110, 2017.

17. FORT-VANMEERHAEGHE, A, BISHOP, C, BUSCÀ, B, AGUILERA-CASTELLS, J, VICENS-BORDAS, J, & GONZALO-SKOK, O. Inter-limb asymmetries are associated with decrements in physical performance in youth elite team sports athletes. *PLoS one*, 2020.
18. FOUSEKIS K., TSEPIS E., VAGENAS G. Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *J. Sports Sci. Med*, v. 9, p. 364–373, 2010.
19. GARCÍA-GARCÍA, O., MOLINA-CÁRDENAS, Á., ÁLVAREZ-YATES, T., IGLESIAS-CAAMAÑO, M., & SERRANO-GÓMEZ, V. Individualized Analysis of Lateral Asymmetry Using Hip-Knee Angular Measures in Soccer Players: A New Methodological Perspective of Assessment for Lower Limb Asymmetry. *International journal of environmental research and public health*, v. 19, n.8, p. 4672, 2022.
20. GRAZIOLI R, LOPEZ P, ANDERSEN LL, MACHADO CLF, PINTO MD, CADORE EL, PINTO RS. Hamstring rate of torque development is more affected than maximal voluntary contraction after a professional soccer match. *Eur J Sport Sci*, v. 19, n.10, p. 1336-1341, 2019.
21. JORGE TEIXEIRA, PAULO CARVALHO, CAMILO MOREIRA, RUBIM SANTOS. Isokinetic Assessment of Muscle Imbalances and Bilateral Differences between Knee Extensores and Flexores' Strength in Basketball, Football, Handball and Volleyball Athletes, *International Journal of Sports Science*, v. 4, n.1, p. 1-6, 2014.
22. MACIEL DG, DANTAS GAF, CERQUEIRA MS, BARBOZA JAM, CALDAS VVA, DE BARROS ACM, VARELA RR, MAGALHÃES DH, DE BRITO VIEIRA WH. Peak torque angle, acceleration time and time to peak torque as additional parameters extracted from isokinetic test in professional soccer players: a cross-sectional study. *Sports Biomech*, v. 16, p. 1-12 2020.
23. MADRUGA-PARERA, M., BISHOP, C., READ, P., LAKE, J., BRAZIER, J., & ROMERO-RODRIGUEZ, D. Jumping-based Asymmetries are Negatively Associated with Jump, Change of Direction, and Repeated Sprint Performance, but not Linear Speed, in Adolescent Handball Athletes. *Journal of human kinetics*, v. 71, p. 47–58, 2020.
24. MADRUGA-PARERA, M., DOS'SANTOS, T., BISHOP, C., TURNER, A., BLANCO, D., BELTRAN-GARRIDO, V., MORENO-PÉREZ, V., & ROMERO-RODRÍGUEZ, D. Assessing Inter-Limb Asymmetries in Soccer Players: Magnitude, Direction and Association with Performance. *Journal of human kinetics*, v. 79, 41–53, 2021.
25. MAFFIULETTI, N. A.; et al. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology*, v. 116, n. 6, p. 1095-1116, 2016.
26. MAFFIULETTI NA, BIZZINI M, WIDLER K, MUNZINGER U. Asymmetry in quadriceps rate of force development as a functional outcome measure in TKA. *Clin Orthop Relat Res*, v. 468, n.1, p. 191-198, 2010.
27. MAZUQUIN, BRUNO FLES ET AL. Isokinetic evaluation of knee muscles in soccer players: discriminant analysis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 21, n. 5, p. 364-368, 2015.
28. MILANOVIĆ, Z., PANTELIĆ, S., ČOVIĆ, N., SPORIŠ, G., & KRUSTRUP, P. Is Recreational Soccer Effective for Improving VO₂max A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 45, n.9, p. 1339–1353, 2015.
29. MURPHY, D. , CONNOLLY, D. & BEYNNON, B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, v. 37, n.1, p. 13-29, 2003.
30. PARDOS-MAINER, E., BISHOP, C., GONZALO-SKOK, O., NOBARI, H., PÉREZ-GÓMEZ, J., & LOZANO, D. Associations between Inter-Limb Asymmetries in Jump and Change of Direction Speed

Tests and Physical Performance in Adolescent Female Soccer Players. *International journal of environmental research and public health*, v. 18, n.7, p. 3474, 2021.

31. RICHARD MOORE, DR GIRISH RAMCHANDANI, STEVE BULLOUGH, SIMON GOLDSMITH, LEE EDMONDSON E DR DANIEL BERDEJO-DEL-FRESNO. O mundo a seus pés: um ranking histórico combinado de nações que competem no futebol e no futsal. *American Journal of Sports Science and Medicine*, v. 6, n.2, p. 49-59, 2018.
32. SARABON N, KOZINC Z, BISHOP C, MAFFIULETTI NA. Factors influencing bilateral deficit and inter-limb asymmetry of maximal and explosive strength: motor task, outcome measure and muscle group. *Eur J Appl Physiol*, v. 120, n.7, p. 1681-1688, 2020.
33. ŚLIWOWSKI R, GRYGOROWICZ M, HOJSZYK R, JADCZAK Ł. The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *PLoS One*, v. 12, n.7, 2017.
34. ŚLIWOWSKI R, MARYNOWICZ J, GRYGOROWICZ M, WIECZOREK A, JADCZAK Ł. Are There Differences in Concentric Isokinetic Strength Performance Profiles between International and Non-International Elite Soccer Players?. *Int J Environ Res Public Health*, v. 18,n.1,p. 35, 2020.
35. SCHETTINO L, LUZ CP, DE OLIVEIRA LE, DE ASSUNÇÃO PL, DA SILVA COQUEIRO R, FERNANDES MH, BROWN LE, MACHADO M, PEREIRA R. Comparison of explosive force between young and elderly women: evidence of an earlier decline from explosive force. *Age (Dordr)*, v. 36, n.2, p. 893-8, 2014.
36. SILVA, JOSÉ RAPHAEL LEANDRO COSTA; DETANICO, DANIELE; PUPO, JULIANO DAL; FREITAS, CINTIA DE LA ROCHA. Assimetria bilateral no torque isocinético do joelho e tornozelo em jogadores de futebol da categoria sub 20. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 195, 2015.
37. SMAJLA D, ŽITNIK J, ŠARABON N. Quantification of Inter-Limb Symmetries With Rate of Force Development and Relaxation Scaling Factor. *Front Physiol*, v. 12:679322, 2021
38. WEAVER A, NESS BM, ROMAN DP, GIAMPETRUZZI N, CLELAND JA, PACE JL, CREPEAU AE. Short-term isokinetic and isometric strength outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction in adolescents. *Phys Ther Sport*, v. 53, p.75-83, 2022.

ANEXOS E APÊNDICES

Anexo 1 – Ficha de avaliação

FICHA DE AVALIAÇÃO

Identificação –Indivíduo: _____ A() B() Data:____/____/____

Nome:_____

Data de Nascimento:_____/_____/_____ Idade:_____ Sexo:_____

Altura:_____ Peso:_____

IMC:_____ PA:_____

POT:_____ Circunferência da coxa: _____

BORG:_____ AV:_____ PÓS1:_____ PÓS2:_____

Escolaridade:_____

Endereço:_____

Telefones:_____ E-mail:_____

Antecedentes Pessoais e Patológicos (Comorbidades):_____

-----Uso de medicação: () Sim () Não

Qual: _____

Hábitos de vida:

Frequência: _____ x/semana

Duração: _____ min

Lado dominante: D() E() Ambos

Posição em campo: _____

Tabagista: () Sim () Não

Etilista: () Sim () Não

Problemas cardiovasculares: () Sim () Não Qual(is)_____

Outros:

—

