

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**Victor Rodrigues dos Santos**

**RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE RAZÃO ISQUIOTIBIAIS:QUADRÍCEPS  
OBTIDOS A PARTIR DO PICO DE TORQUE VERIFICADO EM UMA REPETIÇÃO,  
TRÊS E CINCO REPETIÇÕES EM JOGADORES PROFISSIONAIS DE FUTSAL**

Porto Alegre

2024

**Victor Rodrigues dos santos**

**RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE RAZÃO ISQUIOTIBIAIS:QUADRÍCEPS  
OBTIDOS A PARTIR DO PICO DE TORQUE VERIFICADO EM UMA REPETIÇÃO,  
TRÊS E CINCO REPETIÇÕES EM JOGADORES PROFISSIONAIS DE FUTSAL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Leonardo Figueiredo Machado

Porto Alegre

2024

**Victor Rodrigues dos Santos**

**RELAÇÃO ENTRE OS VALORES DE RAZÃO ISQUIOTIBIAIS:QUADRÍCEPS  
OBTIDOS A PARTIR DO PICO DE TORQUE VERIFICADO EM UMA REPETIÇÃO,  
TRÊS E CINCO REPETIÇÕES EM JOGADORES PROFISSIONAIS DE FUTSAL**

Conceito final:

Aprovado em ..... de .....de.....

**Banca Examinadora:**

---

Orientador - Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Coorientador - Prof. Dr. Carlos Leonardo Machado

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Avaliador - Prof. Dr. Jean Marcel Geremia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Todo o esforço para que este trabalho fosse realizado é dedicado à minha família, minha mãe Viviane, que sempre me apoiou e acreditou em mim, ao meu pai Jeferson, que sempre fez de tudo para que eu pudesse ter todas condições de seguir o meu sonho, e ao meu irmão mais velho Douglas, que me incentivou a seguir meu sonho. Todos me ensinaram a sempre seguir em frente e a nunca desistir dos meus objetivos.

Em especial a minha namorada, Natália, que me acompanhou desde o princípio, me auxiliando nos dias mais escuros durante esta caminhada, me tranquilizando em dias chuvosos e sorrindo em dias de sol.

Aos membros do GPTF, especialmente ao Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto, meu orientador que confiou e me recebeu de braços abertos. Aos meus amigos e colegas que me apoiaram durante todo esse período da graduação, em especial meu coorientador e amigo Dr. Carlos Leonardo Figueiredo Machado, e amigos Mdo. Israel Trapaga, Mdo. Raphael Fortes e “meu *witcher*” Enzo Guerra, obrigado por todo o suporte, conversas, ensinamentos e companheirismo. Agradeço também de maneira especial a outros colegas do grupo, como o Ddo. Rodrigo Neske, Dda. Laura Zandavalli e Mayver Ollerman, que contribuíram não só para a formação desse trabalho, como também pela sua parceria no dia a dia e na realização de outros projetos.

Aos meus amigos que fiz no futsal da UFRGS, muito obrigado pela recepção desde o primeiro dia, pelos ensinamentos, parceria e risadas. Esse tempo que me dediquei ao esporte me fez evoluir como pessoa e como profissional.

Por fim, expresso minha gratidão a todos os professores, colegas e amigos que estiveram ao meu lado ao longo da minha formação. Tenho a certeza de que cada uma dessas pessoas contribuiu de alguma forma para o meu desenvolvimento como futuro profissional, pesquisador e ser humano.

## RESUMO

Pouco é conhecido sobre o impacto do uso de uma, três ou cinco repetições nos valores de razão I:Q em atletas profissionais de futsal. O presente estudo teve como objetivo analisar a relação entre os valores de razão I:Q obtidos utilizando valores de pico de torque isocinético na velocidade de 60°/s, verificados em uma repetição, três e cinco repetições máximas em jogadores profissionais de futsal. Participaram do estudo de 32 atletas profissionais do sexo masculino de duas equipes da Liga Nacional de Futsal ( $25,87 \pm 7,15$  anos;  $175,50 \pm 5,57$  cm;  $72,50 \pm 7,44$  kg;  $23,78 \pm 1,74$  kg/m<sup>2</sup>). Verificamos que, independentemente do uso do PT obtido em uma, três ou cinco repetições, as razões I:Q convencional e funcional ficaram abaixo dos valores ideais. Além disso, os valores médios de PT dos flexores e extensores do joelho, tanto em contrações concêntricas quanto excêntricas, foram maiores com uma repetição, seguidos por três e cinco repetições. Os valores médios com três repetições foram superiores aos obtidos com cinco repetições. Similarmente, a razão I:Q convencional e a razão I:Q funcional demonstraram maior valor quando a medida de PT de uma repetição foi utilizada. Foram encontradas correlações positivas significativas entre a razão convencional via 1 repetição com as razões I:Q convencional via 3 repetições ( $\rho = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) e via 5 repetições ( $\rho = 0,92$ ;  $p < 0,01$ ). De forma similar, a razão I:Q funcional via 1 repetição apresentou correlação positiva significativa com a razão I:Q funcional via 3 repetições ( $\rho = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) e via 5 repetições ( $\rho = 0,90$ ;  $p < 0,01$ ). Em conclusão, foram verificadas correlações ranqueadas significativas de alto grau entre as razões I:Q calculadas utilizando-se uma, três e cinco repetições. Os resultados do presente estudo sugerem que os valores das razões I:Q convencional e funcional não apresentam grandes diferenças quando calculadas utilizando o PT obtido com uma, três ou cinco repetições máximas.

**Palavras-chaves:** Dinamômetro isocinético, Pré-temporada, Esportes de equipe, Força muscular, Risco de lesão.

## ABSTRACT

*Little is known about the impact of using one, three, or five repetitions on the I:Q ratio values in professional futsal athletes. The aim of the present study was to analyze the relationship between hamstring-to-quadriceps ratio values obtained from peak torque using an isokinetic dynamometer at a speed of 60°/s, measured in one repetition, three repetitions, and five repetitions in professional futsal players. Thirty-two male professional athletes from two teams in the National Futsal League participated in the study ( $25.87 \pm 7.15$  years;  $175.50 \pm 5.57$  cm;  $72.50 \pm 7.44$  kg;  $23.78 \pm 1.74$  kg/m<sup>2</sup>). We found that, regardless of the use of PT obtained in one, three, or five repetitions, both conventional and functional I:Q ratios were below the ideal values. Additionally, the average PT values of the knee flexors and extensors, in both concentric and eccentric contractions, were higher with one repetition, followed by three and five repetitions. The average values with three repetitions were higher than those obtained with five repetitions. Similarly, the conventional I:Q ratio and the functional I:Q ratio showed higher values when the PT measurement from one repetition was used. Significant positive correlations were found between the conventional ratio via 1 repetition and the I:Q ratios obtained via 3 repetitions ( $\rho = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) and via 5 repetitions ( $\rho = 0,92$ ;  $p < 0,01$ ). Similarly, the functional I:Q ratio via 1 repetition presented a significant positive correlation with the functional I:Q ratio via 3 repetitions ( $\rho = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) and via 5 repetitions ( $\rho = 0,90$ ;  $p < 0,01$ ). In conclusion, significant high-rank correlations were verified between the I:Q ratios calculated with one, three, and five repetitions. The results of the present study suggest that the values of conventional and functional I:Q ratios do not present significant differences when calculated using the PT obtained with one, three, or five maximum repetitions.*

**Keywords:** *Isokinetic dynamometer, preseason, team sports, muscle strength, injury risk, anterior cruciate ligament*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	10
2.1 Objetivo geral .....	10
2.1.1 Objetivo específico .....	10
2.2 HIPÓTESES .....	10
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	11
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO DESEMPENHO FÍSICO NO FUTSAL .....	11
3.2 AVALIAÇÃO NEUROMUSCULAR .....	13
3.3 AVALIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA ISOCINÉTICA .....	14
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	17
4.2 AMOSTRA.....	17
4.2.1 Critérios de inclusão da amostra .....	17
4.2.2 Critérios de exclusão da amostra .....	17
4.3 VARIÁVEIS DO ESTUDO .....	17
4.3.1 Variáveis de caracterização da amostra.....	17
4.3.2 Variáveis correlacionadas .....	18
4.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS .....	18
4.5 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	18
4.5.1 Avaliação isocinética .....	18
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	20
<b>5. RESULTADOS</b> .....	21
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

O futsal é um esporte intermitente com exigências físicas de rápida e alta intensidade como *sprints*, acelerações, desacelerações e mudanças de direção (BARBERO-ALVARES *et al.*, 2008; SPYROU *et al.*, 2020). Importante referir que essas ações estão ligadas a momentos decisivos em partidas (BARBERO-ALVARES *et al.*, 2008; NASER; ALI; MACADAM, 2017; TAYLOR *et al.*, 2017). A força muscular de membros inferiores constitui-se como um fator essencial para execução de tarefas rápidas e de alta intensidade, sendo o seu incremento ou manutenção vistos como essenciais para o desempenho esportivo (FAUDE *et al.*, 2012; FREITAS *et al.*, 2019; SPYROU *et al.*, 2020). Neste contexto, a força muscular (e.g., de flexores e de extensores do joelho) tem sido avaliada para informar o *status* neuromuscular de atletas, monitorar cargas de treinamento, identificar possíveis déficits de desempenho e avaliar a eficácia de intervenções conforme os objetivos estabelecidos (FORTES *et al.*, 2023; MACHADO *et al.*, 2023; RIBEIRO *et al.*, 2020; BARBERO-ALVARES *et al.*, 2008).

Um dos métodos utilizados para avaliação do desempenho em atletas de futsal em períodos de pré-temporada é a dinamometria isocinética, que é considerada uma ferramenta confiável, segura e reprodutível (AKTUG *et al.*, 2016; BARONI *et al.*, 2020; FORTES *et al.*, 2023; MACHADO *et al.*, 2023). Em adição, através da mensuração de variáveis como o pico de torque (PT) de flexores e de extensores de joelho e das razões isquiotibiais:quadríceps (I:Q), a avaliação isocinética também possibilita a verificação de desequilíbrios musculares entre membros inferiores e entre músculos agonistas e antagonistas. Estudos prévios sugerem que estas medidas podem identificar atletas com maior suscetibilidade para lesões musculares e ligamentares de coxa e joelho (COOMBS & GARBUTT, 2002; CROISIER *et al.*, 2008). Além disso, avaliações de PT e de razão I:Q são comumente adotadas como pré-requisitos para o retorno ao esporte profissional (BUCKTHORPE *et al.*, 2019; UNDHEIM *et al.*, 2015). Notavelmente, durante a pré-temporada, atletas de futsal são especialmente afetados por lesões nas regiões da coxa (18%) e do joelho (19%) (LÓPEZ-SEGOVIA *et al.*, 2022). Assim, as avaliações do PT e da razão I:Q parecem essenciais em atletas desta modalidade.

Comumente, estudos prévios com atletas profissionais de futsal e avaliações de PT e razão I:Q adotam os valores de desempenho obtidos em uma repetição (FORTES *et al.*, 2023; HADZIC *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2023; SCHONS *et al.*, 2018; VAN DYK *et al.*, 2016). Assim, em, por exemplo, um teste de cinco esforços



máximos, obtém-se ou considera-se como mais relevante o valor de apenas uma repetição. Em nosso ponto de vista, o uso de uma ou mais repetições para a caracterização do desempenho expõe condições distintas. Ao considerarmos o desempenho médio em três ou cinco repetições, por exemplo, não estamos apenas focando no melhor ou no maior desempenho identificado em uma bateria de testes (situação em que apenas uma repetição é utilizada), mas também na capacidade de preservar elevados níveis de desempenho. Nessa perspectiva, um indivíduo pode ser considerado com uma razão I:Q adequada quando apenas o valor de PT de uma repetição é adotado. No entanto, ele pode ser caracterizado com uma razão I:Q não recomendada quando três ou mais repetições são utilizadas, por exemplo. Assim, a partir da perspectiva de uma ou mais repetições serem adotadas para cálculo da razão I:Q, a decisão clínica ou de intervenção pode ser modificada.

Como apresentado, a decisão inicial de identificar o desempenho dos flexores e extensores do joelho utilizando os valores de PT de uma, três ou cinco repetições pode, por consequência, impactar os valores observados da razão I:Q e, assim, influenciar as decisões de intervenção a ser efetuada. Ao nosso conhecimento, há poucos trabalhos envolvendo a avaliação isocinética em atletas profissionais de futsal, e nenhum desses estudos teve o objetivo de verificar o impacto da decisão sobre a medida de desempenho adotada e a consequente alteração do *status* do atleta em relação às razões I:Q.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi analisar a relação entre os valores de razão isquiotibiais:quadríceps obtidos a partir do pico de torque verificado em uma repetição, três e cinco repetições em jogadores profissionais de futsal.

#### 2.1.1 Objetivo específico

- Verificar a relação entre os valores de razão isquiotibiais:quadríceps convencional obtidos a partir do pico de torque obtido em uma repetição, três repetições e cinco repetições em jogadores profissionais de futsal.
- Verificar a relação entre os valores de razão isquiotibiais:quadríceps funcional obtidos a partir do pico de torque obtido em uma repetição, três repetições e cinco repetições em jogadores profissionais de futsal.

### 2.2 HIPÓTESES

- O uso de diferentes repetições diminuirá os valores de razão isquiotibiais:quadríceps convencional verificados, podendo impactar a classificação de razão considerada adequada.
- O uso de diferentes repetições diminuirá os valores de razão isquiotibiais:quadríceps funcional verificados, podendo impactar a classificação de razão considerada adequada.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO DESEMPENHO FÍSICO NO FUTSAL

Os esportes coletivos possuem uma combinação única de exigências físicas que definem um perfil de atividade para cada esporte. Neles, existe uma variabilidade considerável nas demandas de *sprints* linear, *sprints* curvilíneos, deslocamento lateral, acelerações, desacelerações e saltos (TAYLOR *et al.*, 2017). Notadamente, o futsal é um esporte coletivo indoor intermitente de alta intensidade que requer jogadores com alto desempenho atlético para lidar com as demandas do jogo (SPYROU *et al.*, 2020; SEKULIC *et al.*, 2021). Uma partida de futsal consiste em cinco jogadores para cada lado, possui a duração de dois tempos de vinte minutos e no máximo 15 minutos de intervalo entre os tempos (CBFS., 2022). Diferentemente do futebol, o cronômetro é interrompido quando a bola está fora de quadra e é reiniciado após a bola estar em jogo depois de uma cobrança de lateral, um arremesso de meta, um tiro de canto, um tiro de saída, um tiro livre, um tiro penal ou uma bola ao chão. (CBFS., 2022).

Gradativamente, a literatura é atualizada com saberes sobre as demandas físicas no futsal (BARBERO-ALVAREZ *et al.*, 2008; CASTAGNA *et al.*, 2009; CUADRADO-PENAFIEL *et al.*, 2014; DE FREITAS *et al.*, 2015; GALY *et al.*, 2015; JIMÉNEZ-REYS *et al.*, 2018). Dados exploratórios de um estudo prévio com jogadores de futsal de elite mostraram que a distância percorrida por minuto, o número de sprints, desacelerações e potência metabólica são as variáveis que melhor discriminam os perfis físicos dos jogadores de alto nível (RIBEIRO *et al.*, 2020). Adicionalmente, os padrões de atividade do futsal sugerem que tanto o sistema de energia aeróbico como o anaeróbico são utilizados, em particular o sistema de fosfagênio (NASER *et al.*; 2017). Estas capacidades físicas são cruciais na execução de competências específicas do futsal (por exemplo, pontapés, dribles, passes, recuperação de bola) e, conseqüentemente, são indicadores críticos do desempenho em partidas de futsal (RIBEIRO *et al.*, 2020; SEKULIC *et al.*, 2021).

Outra temática relevante e amplamente reportada na literatura, está relacionada às características dos atletas desta modalidade. Estudos anteriores descrevem variáveis antropométricas, fisiológicas e neuromusculares de atletas de futsal de diferentes níveis. (MACHADO *et al.*, 2022; SPYROU *et al.*, 2020; GALY *et al.*, 2015). Em um estudo experimental, Machado *et al.*, 2022 descrevem que atletas de elite de futsal possuem uma média de índice de massa corporal (kg/cm<sup>2</sup>) de 24.25

$\pm 2.31$ , já Spyrou *et al.*, 2020, em uma revisão sistemática, relataram que, em média, atletas profissionais de futsal possuem um  $\text{Vo2máx}$  ( $\text{ml.kg.min}^{-1}$ ) de  $58.2 \pm 6.2$ . Já em outro estudo, Galy *et al.*, 2015, mostraram que jogadores de futsal tiveram resultados no teste de salto com contra-movimento (CMJ) em média  $50.44 \pm 5.88$

As medidas antropométricas desempenham um papel crucial na compreensão das habilidades físicas de um atleta, embora não constituam um indicador direto de seu desempenho atlético, podendo, contudo, influenciar o sucesso esportivo e a performance na quadra (AKDOGAN *et al.*, 2021; SEKULIC *et al.*, 2021). Como podemos observar em diversos estudos anteriores, os quais demonstram que atletas com maior quantidade de massa magra tem sua performance aumentada em função da sua capacidade de produzir maiores níveis de força. (LÓPEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2020; MACHADO *et al.*, 2022, 2023b; NIKOLAIDIS *et al.*, 2019; SEKULIC *et al.*, 2021; TOSELLI *et al.*, 2022).

As variáveis fisiológicas desempenham um papel crucial na condição do jogo, pois estão associadas às ações de alta intensidade que ocorrem com frequência durante as partidas (GONÇALVES *et al.*, 2021). Além disso, estão relacionadas ao estresse fisiológico induzido pelas sessões de treinamento e jogos, assim como à capacidade de recuperação desses eventos (SPYROU *et al.*, 2020). Elas podem ser mensuradas por meio da frequência cardíaca (FC) (BARBERO-ALVAREZ *et al.*, 2008; CASTAGNA., 2008; GALY *et al.*, 2015), consumo máximo de oxigênio ( $\text{Vo2Max}$ ) (SPYROU *et al.*, 2010; CUADRADO-PEÑAFIEL *et al.*, 2014; MACHADO *et al.*, 2023b; MILANEZ *et al.*, 2011), distância percorrida em diferentes intensidades (DE FREITAS *et al.*, 2015; OHMURO *et al.*, 2020); desempenho de *sprints* (FAUDE *et al.*, 2012; TAYLOR *et al.*, 2017; SEKULIC *et al.*, 2021) e concentração de lactato ( $[\text{La}]$ ) (WLODARCZYK *et al.*, 2020).

Finalmente, as variáveis neuromusculares assumem extrema importância para o desempenho no futsal, uma vez que jogadores com maior força e potência de membros inferiores geralmente apresentam melhor performance em trocas de direção, sprints, acelerações, desacelerações e saltos. (DE FREITAS *et al.*, 2019). Numerosos estudos se baseiam na caracterização de atletas de futsal em relação às diversas variáveis neuromusculares (FORTES *et al.*, 2023; LÓPEZ-FERNANDEZ *et al.*, 2020; MACHADO *et al.*, 2022, 2023a; MARQUES *et al.*, 2024; MARQUES *et al.*, 2022; NIKOLAIDIS *et al.*, 2019; SCHONS *et al.*, 2018; SEKULIC *et al.*, 2021; VECK *et al.*, 2022). Como mencionado, a importância de possuir capacidades neuromusculares bem desenvolvidas é crucial para um bom desempenho em esportes coletivos,

adaptando-se às demandas do jogo e considerando as características individuais dos atletas. A avaliação do desempenho de vários parâmetros neuromusculares pode ser realizada de diversas maneiras no esporte, sendo essencial ao longo de toda a temporada para monitoramento de cargas de treinamento e risco aumentado para lesões musculares e ligamentares, bem como para a elaboração de intervenções adequadas.

### 3.2 AVALIAÇÃO NEUROMUSCULAR

As capacidades de gerar força e potência muscular de membros inferiores desempenham um papel fundamental no desempenho de esportes de equipe. Estudos prévios demonstram que jogadores mais fortes e potentes são capazes de acelerar mais rápido, saltar mais alto e mudar de direção com maior rapidez (DE FREITAS *et al.*, 2019; FREITAS *et al.*, 2019; LOTURCO *et al.*, 2016). Além disso, tarefas esportivas, como arremessar, chutar e atacar, parecem ser influenciadas positivamente pela capacidade individual de gerar maiores níveis de força e potência muscular de membros inferiores (JIMÉNEZ-REYS *et al.*, 2018; MARQUES *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2020).

Embora esportes coletivos mostrem-se distintos entre si, ainda sim é encontrado na literatura similaridades relacionadas aos fatores determinantes do sucesso esportivo (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2021; CARRASCO-FERNANDEZ *et al.*, 2023; LOTURCO *et al.*, 2018). O futebol compartilha características com o futsal que envolvem ações em alta intensidade (e.g., correr, saltar, chutar), ser uma modalidade intermitente, com múltiplas acelerações e desacelerações ao longo da partida (SPYROU *et al.*, 2020). Em um estudo anterior, Jiménez-Reys *et al.* (2018) mostraram que jogadores de futsal apresentaram maiores níveis de força de extensão e flexão do joelho em dinamômetro isocinético, em comparação a jogadores de futebol, porém jogadores de futebol apresentaram maior velocidade em testes de *sprints*. Ademais, cabe destacar as demandas específicas de cada modalidade, no futsal, devido ao espaço reduzido de jogo, há uma relevante ocorrência de acelerações e desacelerações em curto espaço. Por outro lado, o futebol apresenta maior número de sprints realizados na velocidade máxima, visto a presença de corridas mais longas pelo fato do maior tamanho de campo de jogo, quando comparado a uma quadra de futsal. Adicionalmente, De Freitas *et al.*, (2019) evidenciaram que o treinamento voltado ao desenvolvimento da potência de membros inferiores, realizado no início da temporada competitiva, proporcionou melhora nos testes de velocidade e salto

vertical. Portanto, destaca-se a necessidade de incrementar e avaliar adequadamente a função neuromuscular em atletas de futsal de alto nível.

Nos esportes intermitentes, diferentes métodos de avaliação são utilizados para determinação de parâmetros neuromusculares. Entre eles, destacam-se a dinamometria isocinética (AKTUG *et al.*, 2016; BARONI *et al.*, 2020; HADZIC *et al.*, 2010; KIM; JEOUNG, 2016; MARKOU; SCHONS *et al.*, 2018; VEECK *et al.*, 2022) teste de saltos (ISHIDA *et al.*, 2021; LOTURCO *et al.*, 2015; CLAUDINO *et al.*, 2016; SCHONS *et al.*, 2018), teste de uma repetição máxima de Membros inferiores (DE FREITAS *et al.*, 2019) e avaliações morfológicas via ultrassonografia muscular (BAZYLER *et al.*, 2018; BROWN *et al.*, 2023; CUNHA *et al.*, 2020; MELVIN *et al.*, 2014; MERSMANN *et al.*, 2017). Dentre esses métodos, a dinamometria isocinética é retratada como um método para avaliação neuromuscular empregado em diferentes modalidades durante a pré-temporada. Visto em atletas profissionais de handball (GONOSOVA *et al.*, 2018; RISBERG *et al.* 2018) profissionais de vôlei (CHANTRELLE *et al.*, 2022; KIM; JEOUNG, 2016; HADZIC *et al.*, 2010) profissionais de futebol (VAN DYK *et al.*, 2016; VEECK *et al.*, 2022) e profissionais de futsal (FORTES *et al.*, 2023; MACHADO *et al.*, 2022, 2023a)

### 3.3 AVALIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA ISOCINÉTICA

O dinamômetro isocinético, amplamente divulgado junto ao PT, permite medir a força de grupos musculares antagônicos (como extensores e flexores do joelho) em um único equipamento e protocolo, determinando a relação I:Q (BARONI *et al.*, 2020; KELLIS *et al.*, 2022; BUCKTHORPE *et al.*, 2019; VEECK *et al.*, 2022; AKTUG *et al.*, 2016; HADZIC *et al.*, 2010; KABACINSKI *et al.*, 2022; FORTES *et al.*, 2023; MACHADO *et al.*, 2022, 2023a). Essa medida é crucial para identificar desequilíbrios musculares e aplicar intervenções que mantenham a mecânica articular e reduzam a sobrecarga nas estruturas músculo-tendinosas (WEBER *et al.*, 2010; DAUTY *et al.*, 2016). Por meio deste método podemos entender como variáveis neuromusculares a potência, o índice de fadiga, o trabalho total, o PT e a razão I:Q, as quais, interferem no desempenho físico de um atleta (MACHADO *et al.*, 2023; VECK *et al.*, 2022). Conforme mostra a aplicação prática da avaliação isocinética, e ratificado pela literatura, o PT é provavelmente o indicador mais empregado nesta avaliação e se refere ao valor máximo de torque obtido de uma curva isocinética (COSTA *et al.*, 2023). Além disso, apresenta uma relação inversa à velocidade angular aplicada no teste. De uma maneira mais específica, quanto menor a velocidade avaliada, maior

será o PT (VALAMATOS; MIL-HOMENS; PINTO, 2017; FURLAN *et al.*, 2011). Em contrapartida, a relação I:Q pode ser calculada usando várias combinações de tipos de contração (i.e concêntrica, excêntrica e isométrica), velocidades (KELLIS *et al.*, 2022). Tradicionalmente, o equilíbrio muscular é expresso pela razão convencional e calculado utilizando valores de PT do mesmo tipo de contração para ambos os grupos musculares antagonistas. Estes incluem o isquiotibiais concêntrico: quadríceps concêntrico (QCON); o isquiotibiais excêntrico (IEXC): quadríceps excêntrico; com valores normativos recomendados entre  $\geq 0,6$  e  $0,7$ , isquiotibiais com ao menos 50% da força do quadríceps (AAGAARD *et al.*, 1998). No entanto, essa medida não reflete a função muscular em movimentos explosivos, onde os flexores atuam em regime excêntrico. Por isso, a relação de torque funcional foi estabelecida como a razão entre o torque excêntrico dos isquiotibiais e o torque concêntrico do quadríceps (IEXC/QCON), com valores normativos recomendados entre  $\geq 0,8; 0,9$  e  $1,2$ ; isquiotibiais com ao menos 80%, 90% da força do quadríceps (CAMARDA; DENADAI, 2012; CROISIER *et al.* 2008; DAUTY *et al.*, 2016; 2018; KELLIS *et al.* 2022; AAGAARD *et al.*, 1998).

Adicionalmente, o joelho é uma das articulações mais investigadas na pesquisa de dinamometria isocinética, possivelmente devido a relevância de sua exigência em tarefas determinantes do desempenho em esportes coletivos. (AKTUG *et al.*, 2016; FORTES *et al.*, 2023; MACHADO *et al.*, 2023; RIBEIRO *et al.*, 2020; BARBERO-ALVARES *et al.*, 2008). Logo, os principais dados avaliados via dinamômetro isocinético estão relacionados a força de extensores e flexores do joelho, desequilíbrios destas musculaturas entre membro dominante (HADZIC *et al.*, 2010; BARONI *et al.*, 2020). No entanto, o desempenho isocinético de extensores e flexores do joelho e as medidas da razão I:Q em jogadores de futebol são realizadas principalmente em velocidades favoráveis aos resultados de força máxima (por exemplo, velocidades lentas como  $60^\circ/s$ ). Assim, a avaliação isocinética tradicional pode não representar adequadamente os músculos trabalhando em condições rápidas, conforme observado durante situações de lesão (BARONI *et al.*, 2020; KELLIS *et al.* 2022). Entretanto, apesar de vários fatores serem frequentemente considerados como aumentando o risco de sofrer uma lesão, muito poucos deles foram identificados como fatores de risco independentes para lesões nos isquiotibiais ou no LCA. Portanto, a força máxima e equilíbrio apropriado da força de flexão-extensão do joelho são comumente sugeridos para proteger os atletas contra ruptura do ligamento cruzado anterior e lesão por distensão dos isquiotibiais (BARONI *et al.*,

2020; KELLIS *et al.*, 2022; MACHADO *et. al.*, 2023; BUCKTHORPE *et al.*, 2019). De acordo com o estudo de coorte de CROISIER *et al.*, (2018), a taxa de lesão por distensão dos isquiotibiais foi 4,66 vezes maior em jogadores de futebol profissional com desequilíbrios de força não tratados na pré-temporada. Nesse sentido, a força máxima dos FJ e EJ e as avaliações do índice I:Q foram incluídas na rotina de pré-temporada de equipes profissionais de futsal.

A literatura prévia relacionada ao desempenho neuromuscular no futsal buscou entender como parâmetros neuromusculares isocinéticos, estão ligados à performance dentro do jogo (i.e *sprints*, mudança de direção, acelerações e desacelerações) e ao risco de lesões ligamentares e musculares (FORTES *et al.*, 2023; LÓPEZ-FERNANDEZ *et al.*, 2020; MACHADO *et al.*, 2022, 2023a; MARQUES *et al.*, 2024; NIKOLAIDIS *et al.*, 2019; SCHONS *et al.*, 2018; SEKULIC *et al.*, 2021; VECK *et al.*, 2022). Em um estudo anterior com atletas de futebol, Aktug *et. al.*, 2016 investigaram a relação da força isocinética de membros inferiores com o desempenho de salto vertical e *sprint* linear de 30 m, a partir da média de dez repetições em 60°/s e de quinze repetições em 240°/s. Por outro lado, estudo experimental com jogadores profissionais de futebol, Kabacinski *et al.*, (2022), determinaram a relação do PT de membros inferiores com diferentes habilidades motoras, a partir da média de cinco repetições máximas em velocidades angulares de 60°/s. Com relação à atletas de futsal, Machado *et. al.*, (2022) em um estudo transversal, verificaram a relação da composição corporal de membros inferiores com o PT de extensão e flexão do joelho, bem como, as razões I:Q, utilizando o maior valor entre cinco repetições máximas em uma velocidade de 60°/s. Já de Nunes *et al.*, (2018), em um estudo experimental, avaliaram a assimetria de membros inferiores através do teste isocinético, e como protocolo, utilizaram a média de três máximas repetições.

Portanto, como exposto, nota-se uma divergência nos protocolos adotados nos valores de PT ao utilizar diferentes valores (i.e média de dez, cinco, três repetições ou o maior valor obtido entre elas). Ademais, para o cálculo das razões, buscar o número ideal de repetições de PT máximo isocinético parece ser crucial para que os atletas tenham a oportunidade de atingir a força máxima sem carga de trabalho desnecessária ou perda de tempo (COBAN *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2023). Sendo assim, uma lacuna na literatura é aberta sobre qual a melhor métrica a ser adotada na hora de calcular as razões I:Q.



## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

Trata-se de um estudo transversal com abordagem quantitativa.

### **4.2 AMOSTRA**

Um total de 32 atletas profissionais do sexo masculino de duas equipes da Liga Nacional de Futsal foram participantes do presente estudo. As avaliações foram realizadas em uma visita durante a pré-temporada de 2023. Os procedimentos experimentais realizados no presente estudo foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (n° 2.903.811). Os participantes foram informados sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido previamente à participação no estudo.

#### **4.2.1 Critérios de inclusão da amostra**

Os critérios de inclusão do estudo foram: ser do sexo masculino e compor o elenco principal de uma equipe profissional de futsal

#### **4.2.2 Critérios de exclusão da amostra**

Os critérios de exclusão do estudo foram: possuir, nos três meses anteriores, lesão musculoesquelética que impossibilite as avaliações ou prática de exercício físico ou estar em processo de reabilitação musculoesquelética.

### **4.3 VARIÁVEIS DO ESTUDO**

#### **4.3.1 Variáveis de caracterização da amostra**

- Idade (anos);
- Estatura (cm);
- Massa corporal total (kg);
- Pico de torque concêntrico de flexores do joelho (Nm);
- Pico de torque excêntrico de flexores do joelho (Nm);
- Pico de torque concêntrico de extensores do joelho (Nm);

### 4.3.2 Variáveis correlacionadas

- Razão I:Q convencional obtida utilizando o valor de PT obtido em 1 repetição;
- Razão I:Q convencional obtida utilizando o valor de PT obtido em 3 repetições;
- Razão I:Q convencional obtida utilizando o valor de PT obtido em 5 repetições;
- Razão I:Q funcional obtida utilizando o valor de PT obtido em 1 repetição;
- Razão I:Q funcional obtida utilizando o valor de PT obtido em 3 repetições;
- Razão I:Q funcional obtida utilizando o valor de PT obtido em 5 repetições.

### 4.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Primeiramente, um pesquisador contactou a equipe técnica responsável pelos atletas profissionais para apresentar e esclarecer os objetivos do estudo. Após a aceitação da participação por todos os envolvidos, incluindo a comissão técnica e os atletas, foram agendadas as avaliações. O Comitê de Ética em Pesquisa Institucional local aprovou todos os procedimentos do estudo (número de aprovação 2.903.811). A amostra do presente estudo foi selecionada por conveniência, pois este estudo faz parte de um projeto abrangente que avalia o desempenho neuromuscular de atletas profissionais de futsal de diferentes equipes. Antes de assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido, os participantes foram informados sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo. As avaliações ocorreram após a primeira semana da pré-temporada, contando a partir da apresentação oficial dos atletas. Os participantes não realizaram sessões de treinamento físico nas 24 horas anteriores aos testes. Todas as avaliações foram realizadas em um único dia, no Setor Neuromuscular do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), no campus Olímpico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### 4.5 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS

#### 4.5.1 Avaliação isocinética

O pico de torque (PT) de flexores e extensores do joelho direito e esquerdo foi identificado através de um dinamômetro isocinético (Cybex Norm; Ronkonkoma, NY, USA). Primeiramente, foi realizado um aquecimento geral de 5 min em cicloergômetro (Movement Technology, BM2700, São Paulo, Brasil) com uma velocidade auto selecionada de esforço moderado. Após, os participantes foram posicionados no equipamento isocinético com o tronco flexionado em 85° e a articulação do joelho

alinhada com o eixo de rotação do dinamômetro (epicôndilo lateral do fêmur) (FORTES *et al.*, 2023). Além disso, perna, coxa, dorso e pelve foram fixados por tiras para evitar movimentos compensatórios (MACHADO *et al.*, 2022). Por razões logísticas, o primeiro atleta começou o teste com o membro direito e depois com o membro esquerdo, enquanto o atleta subsequente com o membro esquerdo seguido da avaliação do membro direito. Esta ordem foi mantida com todos os participantes para otimizar o tempo total dos atletas no protocolo de teste. Ademais, o mesmo experiente avaliador conduziu as avaliações.

Inicialmente, foi realizado um aquecimento específico de 10 contrações submáximas em 120°/s (amplitude de movimento: 0-90°; 0° = extensão completa de joelho). Antes de cada teste máximo, 3 repetições submáximas foram realizadas como pré-teste para esclarecer quaisquer dúvidas a respeito do teste máximo (FORTES *et al.*, 2023). Entre o pré-teste e o teste máximo houve um intervalo de 30s. Entre os testes máximos, foi realizado um período de descanso de 60s (FORTES *et al.*, 2023). A bateria de testes dinâmicos máximos foi composta por 5 repetições concêntricas de flexão e de extensão de joelho, bem como 5 repetições excêntricas de flexão do joelho. Os testes máximos foram feitos nesta ordem, sendo todos realizados a 60°/s. Durante os testes, os atletas foram instruídos a completar toda a contração com máximo esforço. (i.e. “mais rápido e mais forte possível”) (MAFFIULETTI *et al.*, 2016). Além disso, participantes receberam constantes estímulos verbais e *feedback* visual através de uma tela disponível de frente para os participantes.

Para análise da relação das razões I:Q a seguinte estratégia foi utilizada. Inicialmente, foi identificado o maior valor (i.e., PT) obtido entre as 5 contrações, sendo este considerado o valor de 1 repetição. Ainda, foi feita uma média dos 3 maiores valores identificados entre as 5 repetições, sendo este valor considerado o valor médio de 3 repetições. Por fim, a média dos 5 valores de PT foi identificada. Com os valores de PT identificados em cada condição, foram calculadas as razões I:Q convencional e funcional. Assim, os seguintes valores de razão I:Q foram obtidos:

- Razão I:Q convencional obtida utilizando o valor de PT obtido em 1 repetição;
- Razão I:Q convencional obtida utilizando o valor de PT obtido em 3 repetições;
- Razão I:Q convencional obtida utilizando o valor de PT obtido em 5 repetições;
- Razão I:Q funcional obtida utilizando o valor de PT obtido em 1 repetição;
- Razão I:Q funcional obtida utilizando o valor de PT obtido em 3 repetições;
- Razão I:Q funcional obtida utilizando o valor de PT obtido em 5 repetições.

A razão convencional envolveu a divisão do PT concêntrico de flexores de joelho pelo PT concêntrico de extensores do joelho. Para a razão funcional, o PT excêntrico de flexores de joelho foi dividido pelo PT concêntrico de extensores do joelho (FORTES *et al.*, 2023). Valores de razão convencional e funcional inferiores a 0,6 e 0,8 foram, respectivamente, considerados desbalanceados (FORTES *et al.*, 2023). Membros direito e esquerdo foram individualmente identificados, sendo tratados como dados independentes, totalizando 64 membros.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados do presente estudo estão apresentados em média e desvio-padrão. Em adição, o coeficiente de variação (%) para os resultados de PT e de razão I:Q também estão demonstrados. Inicialmente, em arquivo Excel, foram identificadas para cada atleta e membro as razões I:Q calculadas utilizando as 3 estratégias de obtenção do pico de torque (i.e., via 1, 3 e 5 repetições). Assim, cada atleta e membro continha 3 colunas de razão I:Q convencional e 3 colunas de razão I:Q funcional. Utilizando os valores de razão I:Q obtidos com uma repetição (i.e., o maior valor de PT) ocorreu o ranqueamento/ordenamento dos valores de razão I:Q convencional e razão I:Q funcional. As razões calculadas via 1 repetição foram utilizadas como referência pois caracterizam a estratégia mais utilizada em atletas desta modalidade (FORTES *et al.*, 2023; MACHADO *et al.*, 2023). Com este banco de dados de razões ordenado, uma correlação ranqueada de Spearman foi feita. A análise ranqueada de Spearman foi feita utilizando o pacote estatístico SPSS versão 23.0 (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Para a classificação dos valores de correlação, foram adotadas as seguintes categorias: trivial ( $r \leq 0.1$ ), pequena ( $0.1 < r \leq 0.3$ ), moderada ( $0.3 < r \leq 0.5$ ), grande ( $0.5 < r \leq 0.7$ ), muito grande ( $0.7 < r \leq 0.9$ ), quase perfeita ( $r > 0.9$ ) e perfeita ( $r = 1$ ) (COHEN, 1998).

## 5. RESULTADOS

Trinta e dois atletas de futsal participaram do presente estudo ( $25,87 \pm 7,15$  anos;  $175,50 \pm 5,57$  cm;  $72,50 \pm 7,44$  kg;  $23,78 \pm 1,74$  kg/m<sup>2</sup>). Todos os participantes realizaram as avaliações isocinética sem a ocorrência de qualquer evento adverso. A tabela 1 apresenta os valores de pico de torque e razão I:Q convencional e razão I:Q funcional.

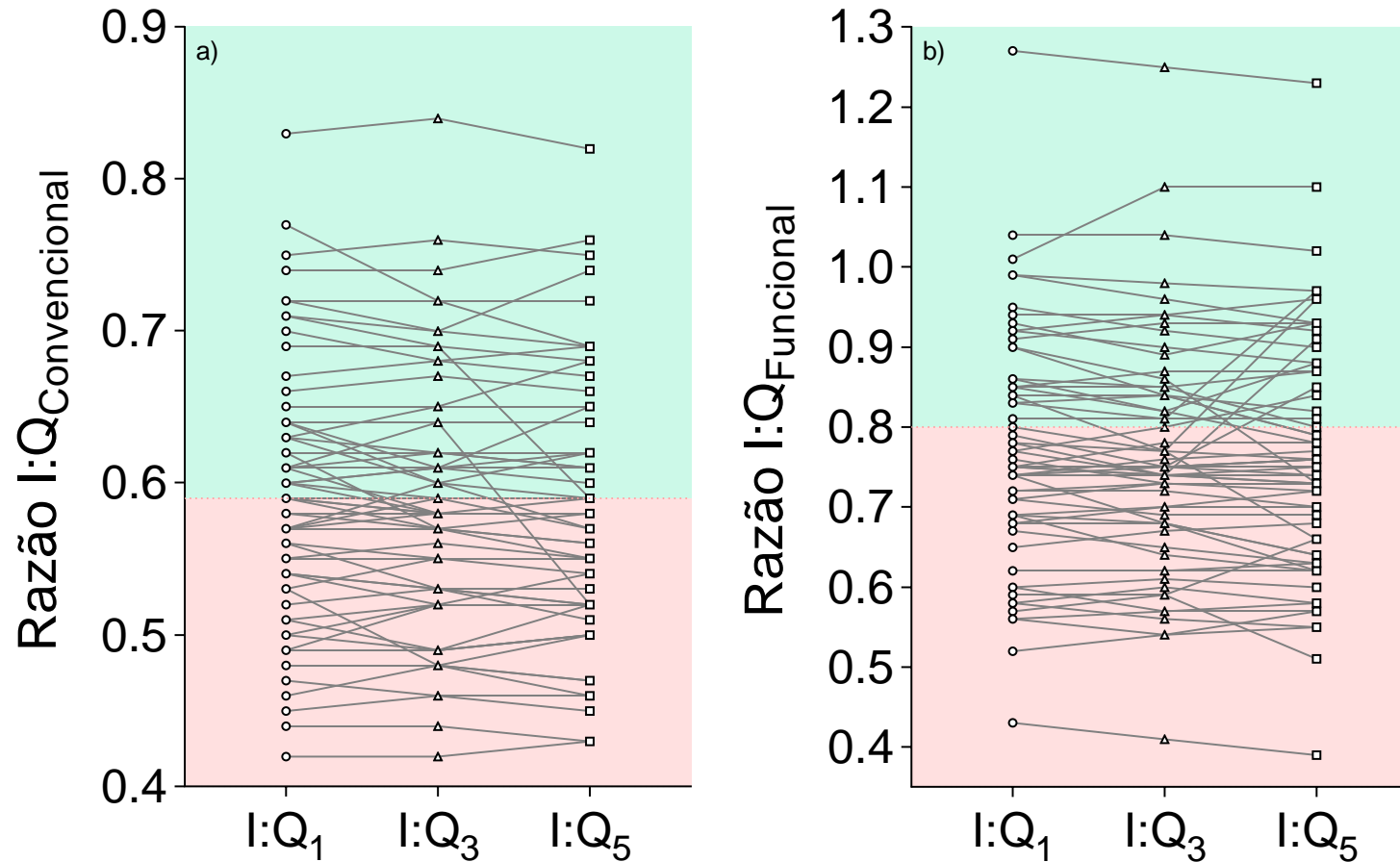
Independentemente do uso do PT obtido em uma, três ou cinco repetições, foram identificados valores médios de razão I:Q convencional e razão I:Q funcional inferiores ao minimamente recomendado como adequado em estudos prévios (Tabela 1). Em adição, os valores médios de PT de flexores e de extensores do joelho, contrações concêntricas e excêntrica, foram maiores utilizando uma repetição que três e cinco repetições (Tabela 1). Além disso, valores médios adotando três repetições foram maiores que valores médios utilizando cinco repetições (Tabela 1). Similarmente, a razão I:Q convencional e a razão I:Q funcional demonstraram maior valor médio quando a medida de PT de uma repetição foi utilizada (Tabela 1).

Foram encontradas correlações positivas significativas entre a razão convencional via 1 repetição com as razões I:Q convencional via 3 repetições ( $\rho = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) e via 5 repetições ( $\rho = 0,92$ ;  $p < 0,01$ ). De forma similar, a razão I:Q funcional via 1 repetição apresentou correlação positiva significativa com a razão I:Q funcional via 3 repetições ( $\rho = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) e via 5 repetições ( $\rho = 0,90$ ;  $p < 0,01$ ). A figura 1 ilustra o ranqueamento dos valores de razão I:Q e suas alterações de ordem conformem o uso de 1, 3 e 5 repetições. Conforme demonstrado na Figura 1, poucos membros tiveram mudanças da condição de razão I:Q recomendada para não recomendada e de razão I:Q da condição não recomendada para recomendada conforme a obtenção da razão I:Q com o uso do PT obtido em uma, três ou cinco repetições.

**Tabela 1.** Valores de pico de torque (PT) de flexores e extensores de joelho e razão isquiotibiais:quadríceps (I:Q) convencional e funcional (n=64 membros).

	Uma repetição			Três repetições			Cinco repetições		
	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)
PT concêntrico de flexores de joelho (Nm)	126,55	23,46	18,54	122,25	22,59	18,48	115,78	21,70	18,74
PT excêntrico de flexores de joelho (Nm)	165,89	40,80	24,59	159,79	39,39	24,65	152,53	38,50	25,24
PT concêntrico de extensores de joelho (Nm)	216,59	37,30	17,22	210,47	36,81	17,49	201,28	37,08	18,42
Razão I:Q Convencional	0,59	0,09	14,61	0,59	0,08	14,39	0,58	0,08	14,31
Razão I:Q Funcional	0,77	0,14	18,82	0,76	0,14	18,84	0,76	0,15	19,71

Razão I:Q convencional: PT concêntrico de flexores do joelho/PT concêntrico de extensores do joelho; Razão I:Q funcional: PT excêntrico de flexores do joelho/PT concêntrico de extensores do joelho; CV: coeficiente de variação (desvio-padrão [DP]/média\*100).



**Figura 1.** Ranqueamento individual dos valores de razão isquiotibiais:quadríceps (I:Q) via 1 repetição (I:Q<sub>1</sub>) e suas alterações de ordem conforme o uso da razão I:Q calculada a partir do pico de torque obtido em 3 repetições (I:Q<sub>3</sub>) e em 5 repetições (I:Q<sub>5</sub>). A zona verde representa os limiares de razão I:Q convencional ( $\geq 0,6$ ) e razão I:Q funcional ( $\geq 0,8$ ) considerados balanceados/equilibrados, enquanto a zona vermelha os valores de razão I:Q considerados inapropriados.

## 6. DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo foram a) valores gerais de razão I:Q convencional e funcional inferiores ao recomendado para atletas profissionais de futsal; b) o uso de uma repetição foi o formato que demonstrou maiores valores de PT e razão I:Q; c) correlações de ranqueamento de alto grau foram identificadas entre as razões I:Q calculadas com uma, três e cinco repetições. No geral, o estudo demonstra pouco impacto no *ranking* da razão I:Q dos membros conforme o uso do PT obtido em uma, três ou cinco repetições.

Em relação aos valores de PT concêntrico de flexores do joelho a 60°/s verificados no presente estudo ( $126,55 \pm 23,46$  Nm), nossos achados via uma repetição são similares aos resultados de Fortes *et al.*, (2023) ( $120,69 \pm 23,41$  Nm) e Machado *et al.*, (2022) ( $122,75 \pm 22,90$  Nm). Em contrapartida, nossos achados são inferiores aos valores encontrados por Nunes *et al.*, (2018) ( $136,6 \pm 31,7$  Nm). Uma vez que estes estudos prévios utilizaram resultados a partir do PT de uma repetição, optamos por comparar os resultados de PT também com nossos resultados para uma repetição. Sobre o PT concêntrico de extensores do joelho a 60°/s, este estudo obteve valores diferentes ( $216,59 \pm 37,30$  Nm) em comparação aos resultados encontrados nos estudos de Fortes *et al.*, (2023) ( $228,63 \pm 40,72$  Nm) e Machado *et al.*, (2022) ( $207,81 \pm 36,63$  Nm), mas não ao de Nunes *et al.*, (2018) ( $214,7 \pm 49,6$  Nm). Por fim, os resultados de PT excêntrico de flexores do joelho a 60°/s do presente estudo são distintos ( $165,89 \pm 40,80$  Nm) em comparação aos achados de Fortes *et al.*, (2023) ( $150,83 \pm 36,12$  Nm), porém mais próximos aos achados de Machado *et al.*, (2022) ( $157,19 \pm 34,84$  Nm) e Nunes *et al.*, (2018) ( $173,5 \pm 35,8$  Nm). Tendo em vista a literatura prévia e nossos resultados, parece que atletas de futsal apresentam valores médios de PT concêntrico e excêntrico de flexores de joelho que variam entre 120 e 137 Nm e 151 a 174 Nm, respectivamente, enquanto valores médios de PT concêntrico de extensores de joelho que variam entre 208 e 229 Nm.

Acerca dos valores da razão I:Q convencional a 60°/s, os resultados do presente estudo ( $0,59 \pm 0,09$ ) são similares ao estudo de Fortes *et al.*, (2023) ( $0,53 \pm 0,04$ ), Machado *et al.*, (2022) ( $0,59 \pm 0,10$ ) e Nunes *et al.*, (2018) ( $0,64 \pm 0,07$ ). Em relação a razão I:Q funcional a 60°/s, o valor médio encontrado no presente estudo ( $0,77 \pm 0,14$ ) é inferior aos resultados de Fortes *et al.*, (2023) ( $0,84 \pm 0,14$ ), porém similar aos resultados de Machado *et al.*, (2022) ( $0,76 \pm 0,15$ ). Notavelmente, poucos estudos com atletas profissionais apresentam valores excêntricos de PT de flexores



de joelho, existindo, assim, uma quantidade inferior de valores de referência na modalidade. Ainda, é importante destacar que os resultados presentes estão fora dos comumente considerados seguros para as relações H:Q convencionais (0,59 vs. > 0,60 a 0,90) e funcionais (0,77 vs. > 0,90 a 1,20) (FORTES et al., 2023). Assim, foram observados valores de razão I:Q convencional e funcional abaixo do recomendado para atletas profissionais de futsal.

A proporção I:Q equilibrada é sugerida como um fator protetivo aos atletas contra lesões na região da coxa e joelho, tais como ruptura do ligamento cruzado anterior e lesão por distensão do tendão da coxa (AKTUG et al., 2016; BARONI et al., 2020, DELLA VILLA et al., 2020; VAN DYK et al., 2016). Como anteriormente demonstra, coxa e joelho são as regiões mais atingidas por lesões em atletas de futsal durante a pré-temporada (LÓPEZ-SEGOVIA et al., 2022). Assim, é fundamental evitar a presença de possíveis fatores de risco. Com o intuito de combater valores de razão I:Q abaixo do recomendado, programas de treinamento com ênfase em flexores de joelho, envolvendo trabalho simultâneo para contrações excêntricas e concêntricas, são fundamentais na rotina de atletas da modalidade. Contudo, essa condição não exclui a necessidade de trabalho para a região anterior/quadríceps, uma vez que este grupo muscular é fundamental para um desempenho mais favorável para ações intensas e rápidas que compõem a modalidade, tais como acelerações, saltos e *sprints*.

Sobre a razão I:Q calculada a partir do PT visto em uma, três ou cinco repetições, o presente estudo evidenciou que uma repetição se difere da média de três e cinco repetições, demonstrando inclusive um leve maior valor para os resultados tanto para PT quanto para razão I:Q convencional e funcional. Ademais, nossos achados indicam que os valores de razão I:Q convencional via uma repetição apresentam uma correlação positiva significativa de alto grau tanto com razão I:Q via três repetições ( $p= 0,97$ ;  $p<0,01$ ) quanto razão I:Q vista via cinco repetições ( $p= 0,92$ ;  $p<0,01$ ). Similares achados foram vistos para razão I:Q funcional via uma repetição e razão I:Q via três ( $p= 0,97$ ;  $p<0,01$ ) e via cinco repetições ( $p= 0,90$ ;  $p<0,01$ ). Devido ao alto grau de correlação positiva, não é de se esperar que um elevado número de atleta tenha sua condição de razão I:Q considerada adequada ou não adequada caso os valores de razão I:Q sejam obtidos por uma, três ou cinco repetições. Contudo, ainda assim é possível observar alterações no *raking* de condição considerada adequada ou não adequada conforme a escolha de uma, três ou cinco repetições sejam adotadas (Figura 1). Assim, talvez a estratégia mais interessante seja adotar

um padrão de uso de uma, três ou cinco repetição para um mesmo atleta, uma vez que, embora altamente correlacionada, para alguns indivíduos a alteração no *ranking* conforme o número de repetições utilizado pode ocorrer (Figura 1).

Algumas limitações do presente estudo devem ser consideradas. Primeiro, apenas duas equipes foram investigadas, limitando o tamanho atual da amostra e quantidade de membros direito e esquerdo envolvidos nas análises. Ainda, vale ressaltar que os atuais jogadores avaliados têm relevância na modalidade de futsal, uma vez que apresentam títulos regionais, nacionais e continentais, bem como compõe a maior liga da modalidade no país de atuação. Em segundo, o delineamento transversal não nos permite inferir a capacidade preditiva das medidas da razão I:Q e do uso da razão I:Q via uma, três ou cinco repetições. Além disso, este foi o primeiro estudo com atletas de futsal que buscou compreender um pouco mais sobre como as condições de uma, três e cinco repetições interfeririam nos valores de PT e das razões I:Q. Terceiro, os resultados do presente estudo referem-se à velocidade de 60°/s utilizada na avaliação isocinética e não devem ser extrapolados para outras velocidades angulares. Distintas velocidades podem apresentar maior variação de desempenho ao longo do teste de cinco repetições, o que pode interferir no impacto da escolha de uma, três ou cinco repetições nos valores de PT e das razões I:Q. Embora as limitações destacadas, o presente estudo contribui para a modalidade de futsal, agregando valores comparativos de PT e razões I:Q, bem como contribuindo para uma maior compreensão do comportamento das razões I:Q e possíveis impactantes nos seus valores de representação.

## **7. CONCLUSÃO**

Em conclusão, foram observados valores de razão I:Q convencional e razão I:Q funcional abaixo do recomendados na literatura para atletas profissionais de futsal. Em adição, a estratégia do desempenho obtido em uma repetição pode revelar os maiores valores médios de PT e de razão I:Q. Além disso, foram identificadas correlações ranqueadas significativas de alto grau entre as razões I:Q calculadas com uma, três e cinco repetições. Os resultados do presente estudo sugerem que os valores das razões I:Q convencional e funcional não apresentam grandes diferenças quando calculadas utilizando o PT obtido com uma, três ou cinco repetições máximas.

## REFERÊNCIAS

AAGAARD, P, *et al.* A new concept for isokinetic hamstring: Quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med* 26: 231–237, 1998.

AKDOGAN, Erkan; OLGUN, Suleyman. Relationship between body composition, Yo-Yo intermittent recovery test and vertical jump test in elite young soccer players. *Turkish Journal of Sports Med.* v. 56, n. 4, p.186-91 (2021).

AKTUĞ, Z. B.; HARBILI, E.; HARBILI, S. Comparison of isokinetic knee strength between the dominant and non-dominant legs and relationships among isokinetic strength, vertical jump, and speed performance in soccer players. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, v. 8, n. 1, p. 8-14, (2016).

ALMEIDA-NETO, Paulo *et al.* Lean mass and biological maturation as predictors of muscle power and strength performance in young athletes. *PLoS ONE.* v. 16, p. 7. (2021)

BANGSBO, Jens; MOHR, Magni; KRUSTRUP, Peter. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, v. 24, n. 07, p. 665-674, (2006).

BARBERO-ALVAREZ, J. Carlos *et al.* Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of sports sciences*, v. 26, n. 1, p. 63-73, (2008).

BAZYLER, Caleb D. *et al.* Jumping performance is preserved but not muscle thickness in collegiate volleyball players after a taper. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 32, n. 4, p. 1020-1028, 2018.

BROWN, Matthew *et al.* Correlations Between Hamstring Muscle Architecture, Maturation, and Anthropometric Measures in Academy Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 18, n. 6, p. 615-624, 2023.

BUSH, Michael *et al.* Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human movement science*, v. 39, p. 1-11, (2015).

BUOITE, Alex *et al.* Muscle Asymmetries in the Lower Limbs of Male Soccer Players: Preliminary Findings on the Association between Countermovement Jump and Tensiomyography. *Sports Injury: Prevention and Rehabilitation.* v. 10, p. 177, (2022).

BARONI, Bruno Manfredini *et al.* Hamstring-to-quadriceps torque ratios of professional male soccer players: A systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 34, n. 1, p. 281-293, (2020).

CAMARDA, Ricardo, and DENADAI, Benedito. Does muscle imbalance affect fatigue after soccer specific intermittent protocol? *Journal of science and medicine in sport*. v. 15, n. 4, p. 355-60. (2012)

CARRASCO-FERNÁNDEZ, Laura *et al.* Influence of limb dominance on body and jump asymmetries in elite female handball. *Scientific Reports*. v. 13, n. 19280. (2023)

CASTAGNA, Carlo *et al.* Match demands of professional Futsal: a case study. *Journal of Science and medicine in Sport*, v. 12, n. 4, p. 490-494, (2009).

CBFS. Regras do jogo de futsal. *Fédération Internationale de Football Association (FIFA)*. (2022).

CHANTRELLE *et al.* Consequences of Patellar Tendinopathy on Isokinetic Knee Strength and Jumps in Professional Volleyball Players. *Sensors (Basel)*. May v. 9, p. 22. (2022)

CLAUDINO, João *et al.* The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. v. 20, p. 397–402. (2016)

COOMBS, Rosalind, and GARBUTT, Gerard. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of sports science & medicine*. v. 1, n. 3, p. 56-62. (2002)

CROISIER, Jean-Louis *et al.* Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*. v. 36, No. 8. (2018)

CUADRADO-PENAFIEL, V. *et al.* Repeated sprint ability in professional soccer vs. professional futsal players. (2014).

CUNHA, Giovani dos Santos *et al.* Maturity status effects on torque and muscle architecture of young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, v. 38, n. 11-12, p. 1286-1295, 2020.

DAUTY, marc *et al.* Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*. v.6, n. 1, p. 116-123, (2016)

DE FREITAS, Victor Hugo *et al.* Training aimed at the development of power and physical performance of futsal players. *Brazilian Journal of Kineanthropometry & Human Performance*, v. 21, (2019).

DELLA VILLA, Francisco *et al.* Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *Journal of Sports Medicine*. v. 54, p. 1423–1432. (2020)

FREITAS, Tomás T. *et al.* Influence of strength and power capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, v. 68, p. 167, (2019).

FAUDE, Oliver; KOCH, Thorsten; MEYER, Tim. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, v. 30, n. 7, p. 625-631, (2012)

FORTES, R.P; MACHADO, C.L.F.; BARONI, B.M. *et al.* Relationship between maximal strength and hamstring-to-quadriceps ratios in balanced and unbalanced legs in futsal athletes. *Sport Sci Health*. v. 19, p.1169–1176, (2023).

FURLAN, FELIPE; GONÇALVES, HENRIQUE; MORÉ, ADRIANA. Avaliação Isocinética dos Músculos Extensores e Flexores de Joelho em Jogadores de Futebol Profissional. *Revista brasileira de medicina do esporte*. V. 17, n. 3, (2011)

GALY, Olivier *et al.* Anthropometric and physiological characteristics of Melanesian futsal players: a first approach to talent identification in Oceania. *Biology of sport*, v. 32, n. 2, p. 135-141, (2015).

GONÇALVES, Lilian. Relationships between Fitness Status and Match Running Performance in Adult Women Soccer Players: A Cohort Study. *Medicina*. v. 57, n. 6, p. 617-635, (2021).

GONOSOVA, Suzana *et al.* Muscle Strength Variations of Knee Joint Muscles in Elite Female Handball Players after Pre-Season Conditioning. *Journal of Human Kinetics* v. 63, p. 105-115. (2018).

HADZIC, Vedran *et al.* The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings in elite volleyball players. *Isokinetics and Exercise Science*, v. 18, n. 1, p. 31-37, (2010).

ISHIDA, Ai *et al.* Seasonal Changes and Relationships in Training Loads, Neuromuscular Performance, and Recovery and Stress State in Competitive Female Soccer Players. *Frontier in Sports and Active Living*. v. 3 (2021).

JIMÉNEZ-REYES, Pedro *et al.* Differences in sprint mechanical force–velocity profile between trained soccer and futsal players. *International journal of sports physiology and performance*, v. 14, n. 4, p. 478-485, (2019).

KABACINSKI, Jaroslaw *et al.* Relationship between Isokinetic Knee Strength and Speed, Agility, and Explosive Power in Elite Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. v. 19, p. 671. (2022)

KIM, Chang-Gyun; JEOUNG, Bog Ja. Assessment of isokinetic muscle function in Korea male volleyball athletes. *Journal of exercise rehabilitation*, v. 12, n. 5, p. 429, (2016)

LILIC, Ana *et al.* Influence of Body Composition Parameters on Anaerobic Strength of Lower Extremities in Female Football Players. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*. v. 20, n. 4, p. 256-261, (2020).

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, Jorge *et al.* Bilateral asymmetries assessment in elite and sub-elite male futsal players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 9, p. 3169, (2020).

LOPEZ, Segovia *et al.* Preseason Injury Characteristics in Spanish Professional Futsal Players: The LNFS Project. *Journal of Strength and Conditioning Research*. p. 1–6, (2019)

LOTURCO, Irineu *et al.* Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *Journal Plos One*. (2018).

MACHADO, Carlos *et al.* The relationship between lower-limb body composition with isokinetic performance in futsal players: Body composition and performance in futsal players. *Brazilian Journal of Motor Behavior*. v. 16, n. 3, p. 304-314. (2022).

MACHADO, Carlos *et al.* Effects of na isokinetic fatigue protocolo n knee flexion-extension performance and hamstrings-to-quadriceps ratio in women professional soccer players. *Sport Sciences for Health*. v. 20, p 119-126. (2023).

MACHADO, Carlos *et al.* Total and regional body composition are related with aerobic fitness performance in elite futsal players. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. v. 35, p. 164-168 (2023b).

MARQUES, Catarina Body Composition, Strength and Muscle Power Indices at the Different Competitive Levels of Futsal. Reprints. v. 1 (2024)

MARQUES, Diogo *et al.*, Strength and Power Performance Changes During an In-Season Resistance Training Program in Elite Futsal Players: A Case Study. Journal of Human Kinetics volume. v. 84, p. 184–194. (2022)

MARQUES, Mario *et al.*, Relationship Between Throwing Velocity, Muscle Power, and Bar Velocity During Bench Press in Elite Handball Players. International Journal of Sports Physiology and Performance. V. 2, p. 414-422 (2007).

MELVIN, Malia N. *et al.* Muscle characteristics and body composition of NCAA division I football players. The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 28, n. 12, p. 3320-3329, 2014.

MERSMANN, Falk *et al.* Muscle and tendon adaptation in adolescence: elite volleyball athletes compared to untrained boys and girls. Frontiers in Physiology, v. 8, p. 417, 2017.

MILANEZ, Vinícius F. *et al.* The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. International journal of sports physiology and performance, v. 6, n. 3, p. 358-366, (2011).

NASER, Naser; ALI, Ajmol; MACADAM, Paul. Physical and physiological demands of futsal. Journal of Exercise Science & Fitness, v. 15, n. 2, p. 76-80, (2017).

NIKOLAIDIS, Pantelis *et al.* The Relationship of age and BMI with Physical Fitness in Futsal Players. Physical Performance in Team Sports. v. 7, n. 4, p. 87 (2019).

NUNES, Renan *et al.* Isokinetic assessment of muscular strength and balance in Brazilian elite futsal players. The International Journal of Sports Physical Therapy. v. 13, p. 94-103 (2018)

OHMURO, Tatsuhiro *et al.* Physical match performance of Japanese top-level futsal players in different categories and playing positions. Biology of Sport, v. 37, n. 4, p. 359-365, (2020).

PAPADAKIS, Zacharias *et al.* Predictive Value of Repeated Jump Testing on Nomination Status in Professional and Under 19 Soccer Players. International Journal of Environmental Research and Public Health. v. 19, n. 20, p. 13077-13093. (2022).



PEDERSEN, Sigurd *et al.* Associations between maximal strength, sprint, and jump height and match physical performance in high-level female football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*. v. 1, p. 54-61, (2022).

PEREZ, Lopez *et al.* Relationship between body composition and vertical jump performance in young Spanish soccer players. *Journal of Sport Human Performance*. v. 3, n. 3 p. 1-12, (2015).

RIBEIRO, João *et al.* Activity Profile and Physical Performance of Match Play in Elite Futsal Players. *Frontiers in Psychology*. v 11, (2020).

RISBERG, May *et al.* Normative quadriceps and hamstring muscle Strength values for female, healthy, elite Handball and football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 32, n. 8, p. 2314–2323. (2018).

SCHONS, Pedro *et al.* The relationship between strength asymmetries and jumping performance in professional volleyball players. *Sports Biomechanics*. v. 18. (2018).

SEKULIC, Damir *et al.* Fitness profiles of professional futsal players: identifying age-related differences. *Biomedical Human Kinetics*. v. 12, p. 212–220, (2020).

SEKULIC, Damir *et al.* Physiological and Anthropometric Determinants of Performance Levels in Professional Futsal. *Frontier in Psychology*. v. 11, (2021).

SPYROU, Konstantinos *et al.* Physical and Physiological Match-Play Demands and Player Characteristics in Futsal: A Systematic Review. *Frontier in Psychology*. v. 11, (2020).

TAYLOR, Jeffrey *et al.* Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*. v. 47, p. 2533–2551, (2017).

TOSELLI, Stefania *et al.* Assessment of Body Composition and Physical Performance of Young Soccer Players: Differences According to the Competitive Level. *New Frontiers of Sport, Exercise and Physical Activity for Health and Human Performance*. v. 11, p. 823-839, (2022).

UNDHEIM, Marit *et al.* Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation. *British journal of sports medicine* v. 49, n. 20, p. 1305-10. (2015).

VAN DYK, Nicol *et al.* Hamstring and quadriceps isokinetic strength deficits are weak risk factors for hamstring strain injuries: a 4-year cohort study. *The American journal of sports medicine*, v. 44, n. 7, p. 1789-1795, (2016).

VEECK, Filipe *et al.* Dissociation between fatigued power output and traditional peak torque for isokinetic hamstring: quadriceps ratios in professional soccer players. *Sport Sciences for Health*, v. 18, n. 3, p. 967-973, (2022).

WLODARCZYK, Michal *et al.* Change in lactate, ammonia, and hypoxanthine concentrations in a 1-year training cycle in highly trained athletes: applying biomarkers as tools to assess training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 34, n. 2, p. 355-364, (2020).