

## Perfil das variáveis isocinéticas da articulação do joelho em mulheres ativas

### Profile of isokinetic variables of the knee joint in active women.

DOI:10.34117/bjdv7n7-228

Recebimento dos originais: 07/06/2021

Aceitação para publicação: 09/07/2021

#### **Gabriel Sgotti Hanczaryk dos Santos**

Graduando em Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

Instituição: Centro de Ciências da Saúde, Curso de Fisioterapia, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

Endereço: Alameda Padre Magno, 841, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

E-mail: gabrielsgotti@gmail.com

#### **Ana Carolina de Jacomo Claudio**

Graduanda em Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

Instituição: Centro de Ciências da Saúde, Curso de Fisioterapia, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

Endereço: Alameda Padre Magno, 841, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

E-mail: anacarolinadejacomo@gmail.com

#### **Berlis Ribeiro dos Santos Menossi**

Doutora em Educação Física – Atividade Física Adaptada, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – FEF, Campinas, São Paulo, Brasil.

Instituição: Centro de Ciências da Saúde, Curso de Fisioterapia, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

Endereço: Alameda Padre Magno, 841, Jacarezinho, Paraná, Brasil.

E-mail: berlis@uenp.edu.br

### **RESUMO**

Objetivo: Estabelecer um perfil muscular das variáveis isocinéticas em mulheres ativas para avaliações isocinéticas da articulação do joelho em diferentes velocidades angulares, considerando as variáveis de pico de torque, potência, trabalho total, relação agonista/antagonista e diferenças bilaterais. Métodos: Trata-se de um estudo transversal observacional, com base em avaliações isocinéticas contidas em um banco de dados. A amostra constituiu-se de 62 participantes do sexo feminino, entre 18 a 40 anos, ativas segundo IPAQ-versão curta. Para avaliação isocinética utilizou-se um dinamômetro isocinético Biodex, consistindo de contrações musculares concêntricas, sendo testado os músculos extensores e flexores do joelho nas velocidades de 60 e 300°/s, com 5 repetições e intervalo de 30 segundos, com soft desligado. Realizou-se análise da normalidade dos dados, além do teste t independente e de Mann-Whitney após a verificação da normalidade dos dados ( $p \leq 0,05$  significativo). Resultados: Não foi encontrado diferença significativa das variáveis isocinéticas entre os membros dominantes e não dominantes nas duas velocidades angulares. Todas as variáveis isocinéticas apresentaram diferença significativa quando comparadas entre velocidades angulares diferentes. Conclusões:

Existem diferenças significativas para as variáveis isocinéticas da amostra avaliada quando comparadas entre as velocidades angulares, sugerindo que cada variável isocinética tem melhor aproveitamento em determinadas velocidades angulares. Tratando-se da dominância dos membros, não foi possível observar diferenças entre as variáveis. Sendo assim, este estudo contribui de forma positiva, oferecendo dados que podem auxiliar em laudos avaliativos, fornecimento de parâmetros de prognósticos importantes e forma preventiva para treinos específicos ou de condicionamento.

**Palavras chave:** Dinamômetro de força muscular; Avaliação isocinética; Força muscular; Joelho; Mulheres.

## ABSTRACT

**Objective:** To establish a muscle profile for isokinetic variables in active women for isokinetic assessments of the knee joint at different angular velocities, considering the variables of peak torque, power, total work, agonist/antagonist ratio and bilateral differences. **Methods:** This is an observational cross-sectional study, based on isokinetic assessments contained in a database. The sample consisted of 62 female participants, aged between 18 and 40 years, active according to the IPAQ-short version. For isokinetic evaluation, a Biodex isokinetic dynamometer was used, consisting of concentric muscle contractions, and the knee flexor and extensor muscles were tested at speeds of 60 and 300°/s, with 5 repetitions and an interval of 30 seconds, with soft off. Data normality analysis was performed, in addition to the independent t test and the Mann-Whitney test after verifying the data normality ( $p \leq 0.05$  significant). **Results:** No significant difference was found in isokinetic variables between dominant and non-dominant limbs at the two angular velocities. All isokinetic variables showed significant differences when compared between different angular velocities. **Conclusions:** There are significant differences for isokinetic variables in the sample evaluated when compared between angular velocities, suggesting that each isokinetic variable has a better use at certain angular velocities. With regard to limb dominance, it was not possible to observe differences between variables. Thus, this study contributes positively, offering data that can help in evaluative reports, providing important prognostic parameters and preventive form for specific training or conditioning.

**Keywords:** Muscle strength dynamometer; Isokinetic evaluation; Muscle Strength; Knee; Woman.

## 1 INTRODUÇÃO

A dinamometria isocinética é considerada padrão ouro para avaliação de força, sendo fundamental para mensuração do equilíbrio e função articular, em virtude da confiabilidade em quantificar as variáveis relacionadas à performance muscular gerada pela contração de um determinado músculo (DVIR *et al.*, 2002). Durante a avaliação, o indivíduo realiza uma força máxima em todos os pontos de amplitude de movimento, simultânea a uma resistência oferecida pelo aparelho, mediada de acordo com a força exercida pelo avaliado, possibilitando a avaliação de parâmetros de forma dinâmica. Além da produção de torque, o dinamômetro permite quantificar a potência muscular,

capacidade de gerar trabalho, relação da musculatura agonista/antagonista e diferenças bilaterais para diversas musculaturas (MILLER *et al.*, 2006; AQUINO *et al.*, 2007).

A avaliação da performance muscular através do dinamômetro isocinético é importante para realizar diagnósticos, corrigir déficits específicos, avaliar resultados de intervenções, determinar se o indivíduo tem condições de retornar às suas atividades esportivas ou ocupacionais, além de reabilitações de lesões musculoesqueléticas (CVJETKOVIC *et al.*, 2015; UNDHEIM *et al.*, 2015). Os resultados obtidos com a avaliação isocinética promovem um alto fator de impacto, que contribuem na tomada de decisões clínicas, visto que são úteis para a avaliação da eficácia de intervenções e para o fornecimento de parâmetros de prognósticos importantes, como a possibilidade de retornar às atividades habituais (PORTNEY *et al.*, 2009; BENFICA *et al.*, 2018).

No entanto, há uma lacuna na literatura atual sobre o perfil muscular da articulação do joelho em mulheres ativas, visto que o perfil muscular não só pode ser utilizado como forma preventiva para treinos específicos ou de condicionamento, mas também durante ou após o processo de reabilitação (FERREIRA *et al.*, 2010; POTULSKI *et al.*, 2011). Diante dos fatos mencionados o objetivo deste estudo é estabelecer o perfil muscular de mulheres ativas, através da avaliação isocinética da articulação do joelho em diferentes velocidades angulares, considerando as variáveis de pico de torque, potência, trabalho total, relação agonista/antagonista e diferenças bilaterais.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal observacional, com base nos dados advindos de avaliações isocinéticas, armazenadas em um banco de dados com o intuito de caracterizar o perfil muscular da amostra avaliada. Os dados estavam armazenados no dinamômetro isocinético Biodex™, modelo Multi Joint System 4 Pro, Shirley, NY, Estados Unidos, no laboratório de Avaliação Física, localizado no Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), na cidade de Jacarezinho (PR), Brasil. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, CAAE: 23798619.7.0000.8123, nº parecer: 3.682.715; pautado nas resoluções do Conselho Nacional de Saúde - CNS 510/16.

## 2.1 AMOSTRA

A amostra foi composta por participantes ativas do sexo feminino que realizaram avaliação isocinética da articulação do joelho, no laboratório de Avaliação Física entre os anos de 2007 a 2019. Foram incluídas mulheres adultas jovens, entre 18 a 40 anos, ativas segundo IPAQ – versão curta. Foram excluídas avaliações de participantes que não eram da articulação do joelho; contração muscular excêntrica; velocidades angulares diferentes de 60 e 300°/s; protocolos de avaliação unilaterais, participantes que apresentassem lesões ortopédicas envolvendo a articulação do joelho; avaliações que não foram finalizadas, resultando em erros e avaliações de participantes do sexo masculino. Tratando-se da identificação das participantes, para prevenção de riscos exposição, os nomes dos indivíduos avaliados foram mantidos em sigilo, sendo identificados por um número de identificação (ID).

## 2.2 COLETA DE DADOS

Foram coletadas avaliações isocinéticas referentes à articulação do joelho, disponíveis do ano de 2007 até 2019. Na primeira etapa da pesquisa, o pesquisador realizou visitas ao laboratório de avaliação física da universidade, com intuito de fotografar as avaliações disponíveis no banco de dados do dinamômetro isocinético. Após essa etapa, foi realizado a seleção das avaliações para tabulação, sendo excluídas as avaliações que atendiam aos critérios de exclusão. Foi efetuada a tabulação dos dados contidos nas fotografias para o Microsoft Excel 2013. Nesta etapa foram elaboradas planilhas em que cada uma correspondia a velocidades angulares diferentes. Dentro de cada planilha os dados foram divididos em duas frentes. A primeira envolvendo os dados da caracterização das participantes, e a segunda, as variáveis isocinéticas da avaliação, em que os dados foram divididos entre o membro dominante (MD) e não dominante (MND).

## 2.3 DISPOSIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis isocinéticas coletadas de cada membro foram pico de torque (Newton-metro), potência muscular (Watts), trabalho muscular total (Joules) e relação agonista/antagonista (%), obtida pela divisão entre o pico de torque dos isquiotibiais pelo quadríceps. O déficit bilateral (%) entre MD e MND de cada variável também foi calculado.

## 2.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA

As avaliações isocinéticas foram realizadas com base no protocolo utilizado pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Atividade Física e Saúde (GEPAFS), sendo executadas por um avaliador com experiência na utilização do dinamômetro isocinético Biodex. As avaliações foram realizadas de forma concêntrica, bilateralmente a uma velocidade angular de 60° e 300°/s (BERNARDELLI *et al.*, 2013), sempre iniciadas com o MD e em seguida o MND. Foram realizadas cinco repetições para cada angulação, com um intervalo de 30 segundos entre as séries. A avaliação foi realizada no modo concêntrico/concêntrico, o joelho partiu de 0° para 100° de flexão para testar os flexores e de 100° para 0° de flexão para testar os extensores, sendo adotado o modo sem soft. Antes do início do teste, a participante realizava aquecimento em uma bicicleta ergométrica da marca *Monark*, com uma intensidade de 50J de trabalho, onde foi mantida uma velocidade entre 20 a 25 Km/h por um período de 10 minutos, com objetivo de preparar e prevenir possíveis desconfortos no momento da avaliação (BERNARDELLI *et al.*, 2013).

A participante foi posicionada na cadeira isocinética com a coluna vertebral devidamente apoiada no encosto, 90° de flexão de coxo femoral e 90° de flexão de joelho. Antes de iniciar o teste no dinamômetro, o aparelho estava devidamente calibrado e pronto para armazenar os dados, seguindo corretamente as normas do fabricante. Após ser devidamente instruída, a participante realizava uma familiarização com o dinamômetro, com relação à força e amplitude de movimento, sendo orientada a realizar três repetições das amplitudes completas dos movimentos (flexão e extensão de joelho) com força submáxima na velocidade angular 60° no modo concêntrico/concêntrico, para que a avaliação fosse a mais adequada possível. Posteriormente a avaliação, foi instruído que efetuasse a crioterapia compressiva por 20 minutos sobre os joelhos, a fim de minimizar a dor tardia (KNIGHT, 2000).

## 2.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados a priori por meio de estatística descritiva. A análise da normalidade foi obtida através do teste de Shapiro-Wilk, pelo Software Statistical Package for the Social Sciences v. 25 (SPSS 25). Os dados foram analisados em média e desvio-padrão ou mediana e intervalo interquartil para representação dos valores normativos. Sendo agrupados de acordo com a seguinte segmentação: dados de cada grupo muscular em sua velocidade angular, além da dominância do membro. Cada

variável isocinética foi normalizada de acordo com o peso corporal das participantes, dividindo o valor absoluto da variável pelo peso corporal, seguindo o mesmo processo de análise de normalidade. Para verificação de diferença significativa entre membros dominantes e velocidades angulares diferentes, foram aplicados testes diferentes conforme a normalidade dos dados, sendo o teste t independente para dados paramétricos seguindo a normalidade e Mann-Whitney para dados não paramétricos, seguindo a não normalidade dos dados, adotando-se um valor de  $p \leq 0,05$  como significativo.

### 3 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o processo de inclusão e exclusão das avaliações para a análise durante o estudo, desde a quantidade total de avaliações encontradas no banco de dados até a quantidade de avaliações para a análise estatística, seguindo a exclusão de acordo com os critérios mencionados. Analisou-se 62 avaliações de mulheres ativas, de acordo com os MD (59 membros direitos e 2 esquerdos) e MND.

Figura 1. Fluxograma relacionado ao processo de inclusão e exclusão de avaliações contidas no banco de dados.



n: número amostral

Os dados referentes a quantidade de amostra de acordo com a velocidade angular avaliada, assim como o peso corporal da amostra, estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra seguida pela quantidade de avaliações distribuídas por movimento e velocidade angular de homens e mulheres.

VEL: velocidade; N°: número; Kg: Quilograma.

60°/s (n = 36)						
EXTENSORES			FLEXORES			
	MD	MND	DB (%)	MD	MND	DB (%)
<b>PT</b> (N.m)	157 ± 34 151 [133-187]	150 ± 36 154 [123-179]	4 ± 10 2 [-4 - 10]	82 ± 27 78,5 [70-97]	80 ± 27 79 [64-97]	2 ± 14 1,9 [-5 - 11]
<b>POT</b> (W)	91 ± 19 89 [78-109]	88 ± 21 90 [75-102]	4 ± 13 2 [-2 - 13]	56 ± 20 54 [43-69]	55 ± 19 56 [44-66]	2 ± 18 2 [-5 - 9,5]
<b>TT</b> (J)	692 ± 160 693 [580-805]	668 ± 178 678 [547-821]	6 ± 14 2 [-2 - 11]	440 ± 153 439 [350-560]	429 ± 162 412 [329-525]	3 ± 17 4 [-4 - 8]
<b>I:Q</b> (%)	0,51 ± 0,11 0,52 [0,42-0,61]	0,52 ± 0,12 0,51 [0,42-0,61]	-	0,51 ± 0,11 0,52 [0,42-0,61]	0,52 ± 0,12 0,51 [0,42-0,61]	-

As variáveis isocinéticas foram analisadas tanto para a musculatura extensora como flexora do joelho, de acordo com a dominância e não dominância dos membros, sendo estes dados apresentados em média (±) e mediana (25%-75%). Os dados relacionados as avaliações a 60°/s estão contidos na Tabela 2 e de 300°/s na Tabela 3.

Tabela 2. Distribuição das variáveis isocinéticas referentes aos extensores e flexores de joelho de forma bilateral e concêntrica a 60°/s, em média (desvio padrão) e mediana (intervalo interquartil).

IDADE	VEL. ANGULAR (°)	N° AMOSTRAL	PESO CORPORAL (Kg)
18 - 40	60	36	61,1 ± 11,5
	300	25	59,9 ± 10,9

MD:

Membro Dominante; MND: Membro não Dominante; DB: diferença bilateral; \*Diferença significativa entre MD e MND; PT: Pico de torque; POT: Potência muscular; TT: Trabalho total; I:Q = Relação isquiotibiais e quadríceps; N.m = Newton metro; W = Watts; J = Joules; n = número amostral; Mediana (percentis 25,75)

Tabela 3. Distribuição das variáveis isocinéticas referentes aos extensores e flexores de joelho de forma bilateral e concêntrica a 300°/s, em média (desvio padrão) e mediana (intervalo interquartil).

	60°/s (n = 36)		300°/s (n = 26)	
	MD	MND	MD	MND
<b>Extensores</b>				
<b>PT (N.m/Kg)</b>	2,58 ± 0,39	2,46 ± 0,44	1,27 ± 0,29	1,19 ± 0,26
<b>POT (W/Kg)</b>	1,51 ± 0,27	1,44 ± 0,30	2,66 ± 0,91	2,45 ± 0,96
<b>TT (J/Kg)</b>	11,46 ± 2,40	10,96 ± 2,56	5,75 ± 1,79	5,46 ± 1,93
<b>Flexores</b>				
<b>PT (N.m/Kg)</b>	1,32 ± 0,32	1,29 ± 0,33	0,94 ± 0,26	0,89 ± 0,26
<b>POT (W/Kg)</b>	0,90 ± 0,24	0,88 ± 0,25	1,62 ± 0,90	1,44 ± 0,82
<b>TT (J/Kg)</b>	7,15 ± 2,01	6,92 ± 2,22	3,87 ± 2,05	3,56 ± 2,01

MD: Membro Dominante; MND: Membro não Dominante; DB: diferença bilateral; \*Diferença significativa entre MD e MND; PT: Pico de torque; POT: Potência muscular; TT: Trabalho total; I:Q = Relação isquiotibiais e quadríceps; N.m = Newton metro; W = Watts; J = Joules; n = número amostral; Mediana (percentis 25,75)

Além disso, foi realizado a normalização das variáveis isocinética pelo peso corporal (Tabela 4). A análise de diferença entre as variáveis para essa normalização de dados seguiu de acordo com a análise realizada pelas variáveis isocinéticas em valores absolutos.

Tabela 4. Distribuição das variáveis isocinéticas divididas pelo peso corporal referentes aos extensores e flexores de joelho de forma bilateral e concêntrica a 60 e 300°/s em média e desvio padrão

	300°/s (n = 26)					
	EXTENSORES			FLEXORES		
	DOM	NDOM	DB (%)	DOM	NDOM	DB (%)
<b>PT (N.m)</b>	79 ± 28 77 [62-91]	74 ± 25 71 [59-83]	6 ± 6 3 [0 - 10]	58 ± 20 60 [42-65]	56 ± 21 54 [40-65]	4 ± 14 5 [-3 - 12]
<b>POT (W)</b>	169 ± 79 173 [123-196]	155 ± 78 151 [106-182]	8 ± 16 6 [-1 - 15]	103 ± 66 98 [36-156]	94 ± 59 90 [48 - 132]	12 ± 21 10 [-4 - 20]
<b>TT (J)</b>	360 ± 149 366 [267-406]	342 ± 150 312 [235 - 394]	4 ± 16 3 [-3 - 15]	241 ± 146 213 [106-357]	230 ± 141 227 [121-321]	10 ± 19 3 [-4 - 22]
<b>I:Q (%)</b>	0,74 ± 0,15 0,74 [0,64-0,85]	0,74 ± 0,15 0,74 [0,63-0,88]	-	0,74 ± 0,15 0,74 [0,64-0,85]	0,74 ± 0,15 0,74 [0,63-0,88]	-

MD: Membro Dominante; MND: Membro não Dominante; PT: Pico de torque; POT: Potência muscular; TT: Trabalho total; N.m = Newton metro; W = Watts; J = Joules. Kg = Quilograma; n = número amostral.

Tratando-se da comparação entre as variáveis isocinéticas entre as velocidades angulares de 60 e 300°/s, os resultados estão contidos na Tabela 5 com o valor de p para cada análise.

Tabela 5. Análise estatística das variáveis isocinéticas de acordo com a comparação entre as velocidades angulares de 60 e 300°/s.

	MD	MND
	<i>p valor</i>	
<b>EXT</b>		
<b>PT</b>	0,00	0,00
<b>POT</b>	0,00	0,00
<b>TT</b>	0,00	0,00
<b>I:Q</b>	0,00	0,00
<b>FLX</b>		
<b>PT</b>	0,00	0,00
<b>POT</b>	0,21	0,00
<b>TT</b>	0,00	0,00
<b>I:Q</b>	0,00	0,00

MD: Membro Dominante; MND: Membro não Dominante; EXT: Extensores; FLX: Flexores; PT: Pico de torque; POT: Potência muscular; TT: Trabalho total; I:Q = Relação isquiotibiais e quadríceps; ns: não significativo; *p* significativo  $\leq 0,05$ .

#### 4 DISCUSSÃO

O estudo buscou caracterizar o perfil muscular de mulheres adultas jovens ativas, da articulação do joelho em diferentes velocidades angulares, considerando as variáveis pico de torque, potência, trabalho total, relação agonista/antagonista e diferenças bilaterais. Há muitas evidências na literatura que abordam as variáveis pico de torque, relação agonista/antagonista e diferenças bilaterais (THIELE *et al.*, 2011; RISBERG *et al.*, 2018) inclusive neste estudo, porém foi levado em consideração também as variáveis de trabalho total e potência muscular, que são normalmente negligenciados na maioria dos estudos sobre performance muscular.

##### 4.1 PICO DE TORQUE (PT)

O pico de torque é definido como o produto da massa, aceleração e tamanho do braço de alavanca, sendo o máximo de torque/força produzido na amplitude do movimento (ADM) e é facilmente identificado como o topo da curva de torque. Ou seja, quanto menor a velocidade do dinamômetro, maior será o pico de torque (TERRERI *et al.*, 2001; BROWN *et al.*, 2003; ZABKA *et al.*, 2011). Dessa forma, é preferível que esta variável seja avaliada em velocidades angulares lentas, como em 60°/s no presente estudo.

Não houve diferença significativa entre o MD e MND para ambas musculaturas nas duas velocidades angulares. Porém, quando comparado o pico de torque em 60 e 300°/s, houve diferença significativa, tanto para o MD como o MND. O torque extensor dominante foi 49,6% mais forte a 60°/s em relação a 300°/s, já o torque flexor dominante foi 29,2% mais forte em 60°/s quando comparado com 300°/s. O PT alto ocorreu na velocidade lenta (60°/s) e baixo na velocidade maior (300°/s), corroborando com o estudo de Danneskiold-Samsøe *et al.*, (2013). Esses resultados condizem com as descobertas de Kofotolis e Kellis (2007). É possível observar um efeito significativo nos valores de PT com o aumento da velocidade angular em ambas as pernas. A relação da força com a velocidade pode ser explicada pela curva de Hill, a qual mostrou que as fibras musculares produzem menos contração enquanto a velocidade da contração aumenta (MALÝ *et al.*, 2010). Uma possível explicação seria a redução do tempo para contato entre os filamentos de actina e miosina com o aumento da velocidade da atividade concêntrica.

Almeida *et al.*, (2012) avaliaram 23 mulheres saudáveis não praticantes de atividade física, que apresentaram pico de torque dominante do quadríceps de  $170 \pm 26,9$  e para isquiotibiais de  $95,5 \pm 20,5$ . Esses valores são próximos aos encontrados no presente estudo. Risberg *et al.*, (2018) estabeleceram dados normativos para força muscular de quadríceps e isquiotibiais em 350 jogadoras de handebol e futebol feminino à 60°/s, as quais apresentaram força de isquiotibiais significativamente maior na perna dominante em relação a não dominante, não corroborando com os achados deste presente estudo. Estudos que tiveram amostra de mulheres não atléticas relataram torques de extensão e flexão significativamente menores (HARBO *et al.*, 2012; DANNESKIOLD-SAMSØE *et al.*, 2013).

#### 4.2 POTÊNCIA MUSCULAR (POT)

A potência é a variável de maior alcance, já que considera o torque, a distância e o tempo. Ela pode ser definida como o quociente trabalho/tempo e demonstra uma relação parabólica com a velocidade, ou seja, é a resultante da diferença do trabalho realizado pelo tempo (TERRERI *et al.*, 2001; BROWN *et al.*, 2003; ZABKA *et al.*, 2011). Esta variável pode ser avaliada de melhor forma em velocidades angulares rápidas. Existe uma disponibilidade menor da variável potência muscular na literatura em relação ao pico de torque e razões I:Q.

A potência demonstrou-se reduzida a 60°/s, pois ela apresenta-se subestimada nos extremos do espectro de velocidade (ZABKA *et al.*, 2011). Não houve diferença significativa entre o MD e MND para ambas musculaturas nas duas velocidades angulares. Quando comparada as velocidades angulares, nota-se uma superioridade significativa do torque extensor dominante de 46,1% para a velocidade de 300°/s quando comparada com 60°/s, já o torque flexor dominante foi 45,6 % mais forte em 300°/s quando comparado a 60°/s, porém sem significância estatística. No estudo intervencional de Manoel *et al.*, (2008), em que a amostra foi composta por mulheres ativas recreativamente, foi obtido valores basais a 60°/s de  $130,6 \pm 7,5$  e a 180°/s um valor de  $281,2 \pm 16,5$ . Outro estudo intervencional, o qual analisou mulheres estudantes em sua amostra, foi obtido um valor de potência basal de  $176 \pm 59$  em uma velocidade de 240°/s (MASTALERZ, 2020). Os valores encontrados na literatura apresentam superioridade com os achados do presente estudo.

#### 4.3 TRABALHO TOTAL (TT)

O trabalho total é definido como o produto do torque e da distância percorrida, representando a energia/esforço muscular total, ou seja, a manutenção da produção de torque durante o movimento. Como o torque, o trabalho total também é inversamente proporcional à velocidade (TERRERI *et al.*, 2001; BROWN *et al.*, 2003; ZABKA *et al.*, 2011). Com isso, esta variável é avaliada de melhor forma em velocidades lentas.

Não houve diferença significativa entre o MD e MND para ambas musculaturas nas duas velocidades angulares. Quando comparado em velocidades diferentes, esta variável a 60°/s foi superior à 300°/s, com o quadríceps dominante 47,9% mais forte e os isquiotibiais dominante 45,2% mais fortes também. Nota-se decréscimo significativo do valor conforme a velocidade angular aumenta, corroborando com outros estudos (FONSECA *et al.*, 2007; MAZUQUIN *et al.*, 2015).

Tratando-se das mulheres, foram encontrados valores inferiores quando comparados ao presente estudo (ALMEIDA *et al.*, 2012). Em outros estudos, os valores também se diferem aos encontrados, mesmo com uma população atlética os valores são inferiores, uma possível explicação para isso seria as diferenças na amplitude de movimento durante a avaliação isocinética, podendo ocorrer alterações dos valores de trabalho muscular (FONSECA *et al.*, 2007; ZABKA *et al.*, 2011), além de diferenças metodológicas como o tipo de dinamômetro utilizado (BITTENCOURT *et al.*, 2005). Uma das possibilidades para análise do trabalho total é a interpretação do gráfico gerado

pelo isocinético, sendo uma curva que denota toda área de esforço realizado durante a amplitude de movimento. Essa área pode estar alterada devido a determinadas disfunções. Há uma carência de dados na literatura para a variável trabalho total em velocidades altas em indivíduos ativos.

#### 4.4 RELAÇÃO AGONISTA/ANTAGONISTA (RA I:Q)

A relação de força convencional é calculada como o pico de torque dos isquiotibiais dividido pelo dos músculos quadríceps. O aumento do PT flexor melhora a relação de força do joelho nessa velocidade angular (TERRERI *et al.*, 2001; ZABKA *et al.*, 2011; DANESHJOO *et al.*, 2013).

Neste estudo, a 60°/s foi estabelecida uma média da relação I:Q de 51% no MD e 52% para o MND, sem diferenças significativas. Corroborando com outros estudos que avaliaram não atletas (DANNESKIOLD-SAMSØE *et al.*, 2013) e atletas (BUCHANAN *et al.*, 2009; RISBERG *et al.*, 2013) com um intervalo de 50-60%. Alguns autores citam que a razão I:Q pode variar entre 50% e 60% a uma velocidade de 60°/s, mostrando que os resultados do presente estudo apresentam similaridade com a literatura (THIELE *et al.*, 2011; DE LIRA *et al.*, 2017). Valores abaixo de 50% indicam grau severo de desequilíbrio muscular (ANDREWS *et al.*, 2000; BROWN *et al.*, 2003).

Em 300°/s os valores aumentam comparado as outras velocidades, em que o MD e o MND apresentaram 74%. Pesquisadores consideram em muitos esportes o valor de 80% como normativo para relação de resistência convencional com o aumento da velocidade angular (HEWETT *et al.*, 2005; GRYGOROWICZ *et al.*, 2010; DAUTY *et al.*, 2016). Zabka *et al.*, (2011) relatam que em velocidades mais altas como 240 e 300°/s, a relação pode chegar entre 70 a 80%, corroborando com a revisão sistemática de Baroni *et al.*, (2018).

Um fator positivo é que diferentes dinamômetros isocinéticos não parecem ser fator de variabilidade nos resultados, pois existe confiabilidade de moderada a alta para os valores da relação I:Q nos dispositivos produzidos pelos fabricantes com maior representatividade (ALVARES *et al.*, 2015). Diante desse contexto, outro ponto que deve ser levado em consideração além dos valores da relação I:Q é a verificação dos valores de torque dos isquiotibiais e quadríceps, pois a relação pode apresentar um valor tendencioso devido a possibilidade de a musculatura extensora estar fraca e elevar o valor da relação (BARONI *et al.*, 2020).

#### 4.5 DÉFICIT BILATERAL (%)

O déficit bilateral pode ser definido como a diferença entre as variáveis dos músculos das extremidades opostas. Além da relação I:Q, a assimetria muscular, ou seja, o déficit de força superior 10% a 15% pode contribuir para um fator de risco nas lesões de joelho (ZVIJAC *et al.*, 2014; RUAS *et al.*, 2015). As médias dos déficits encontrados no presente estudo estão dentro do padrão de normalidade, porém deve ser levado em consideração o desvio padrão apresentado.

Esses valores garantidos através da avaliação têm sua importância, devido a manutenção da simetria entre membros para a prevenção de lesões, detecção precoce de possíveis assimetrias, que podem contribuir para o desenvolvimento de treinamento visando a sua redução. Déficits nas variáveis trabalho máximo e potência também podem estar associados à incidência de lesões musculares (PINTO *et al.*, 2001; FONSECA *et al.*, 2007). Conforme os resultados do presente estudo é possível ressaltar que não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis isocinéticas entre os MD.

#### 4.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo apresentou algumas limitações, carência de dados antropométricos como altura das participantes, outro ponto a ser levado em consideração são os fatores hormonais que não foram controlados, podendo repercutir na normalidade dos dados. Sugere-se para futuros estudos, a elaboração de dados normativos para as variáveis isocinéticas em avaliações de indivíduos do sexo feminino, visto que há uma falta de dados na literatura para o perfil de avaliação isocinética em mulheres. Além disso, sugere-se para estudos futuros uma análise detalhada dos gráficos elaborados pelo dinamômetro isocinético quando se está avaliando o trabalho total, principalmente em indivíduos com lesões, podendo identificar em que ponto da amplitude de movimento está com alguma alteração.

### 5 CONCLUSÕES

Foi estabelecido o perfil muscular de mulheres ativas através da avaliação isocinética de joelho. Existem diferenças significativas para as variáveis isocinéticas da amostra avaliada quando comparadas entre as velocidades angulares de 60 e 300°/s, sugerindo que cada variável isocinética tem melhor aproveitamento em determinadas velocidades angulares. Além disso, tratando-se da dominância dos membros, não foi

possível observar diferenças entre as variáveis nas duas velocidades, podendo afirmar que a amostra do presente estudo não apresentou diferenças bilaterais significativas.

Sendo assim, este estudo contribui de forma positiva, oferecendo dados sobre o perfil muscular de uma amostra que carece na literatura atual, podendo auxiliar em laudos avaliativos, fornecimento de parâmetros de prognósticos importantes e forma preventiva para treinos específicos ou de condicionamento. Além disso, o perfil muscular pode ser empregado na prática clínica durante ou após o processo de reabilitação, visto que são úteis para a avaliação e comparação entre mulheres com lesões de joelho e mulheres ativas, como parâmetro de retorno às atividades habituais.

### **AGRADECIMENTOS**

Os agradecimentos são dedicados à Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) e ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Atividade Física e Saúde (GEPAFS) que ajudaram no desenvolvimento deste estudo.

### **CONFLITO DE INTERESSE**

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

### **FINANCIAMENTO**

O presente estudo não possui financiamento.

## REFERÊNCIAS

1. DVIR, Z. **Isocinética: Avaliações musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas**. São Paulo: Manole, 2002.
2. MILLER, L.E.; PIERSON, L.M.; NICKOLS-RICHARDSON, S.M.; WOOTTEN, D.F.; SELMON, S.E.; RAMP, W.K.; HERBERT, W.G. Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. **Research quarterly for exercise and sport**, v.77, n.1, p. 58–63, 2006.
3. AQUINO, C.F.; FREIRE, M.T.F.; NEVES, N.M.; FERREIRA, P.C.A.; FONSECA, S.T. Analysis of the reliability of a method for measuring hamstring active peak torque angle. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v.11, n.11, p. 169–175, 2007.
4. CVJETKOVIC, D.D.; BIJELJAC, S.; PALIJA, S.; TALIC, G.; RADULOVIC, T.N.; MANOJLOVIC, S. Isokinetic testing in evaluation rehabilitation outcome after ACL reconstruction. **Medical Archives**, v. 69, n. 1, p. 21-23, 2015.
5. UNDHEIM, M.B.; COSGRAVE, C.; KING, E.; STRIKE, S.; MARSHALL, B.; FALVEY, É.; FRANKLYN-MILLER, A. 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. 1305–1310, 2015.
6. PORTNEY, L.G.; WATKINS, M.P. **Foundations of Clinical Research: Applications to Practice**. 3th ed. New Jersey: Prentice-Hall; 2009.
7. BENFICA, P.D.A.; AGUIAR, L.T.; BRITO, S.A.F.; BERNARDINO, L.H.N.; TEIXEIRA-SALMELA, L.F.; FARIA, C.D.C.M. Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 22, n. 5, p. 355–369, 2018.
8. FERREIRA, A.P.; GOMES, S.A.; FERREIRA, C.E.S.; ARRUDA, M. D.; FRANÇA, N.M.D. Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. **Rev Bras Ciênc Esporte**, v.32, n. 1, p. 229–243, 2010.
9. POTULSKI, A.P.; BALDISSERA, D.K.; VIDMAR, M.F.; WIBELINGER, L.M. Pico de torque muscular de flexores e extensores de joelho de uma população geriátrica. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 9, n. 28, p. 25–30, 2011.
10. BERNARDELLI, R. S.; MENOSSE, B. R. S.; KRUEGER, E. et al. Concentric isokinetic peak torque difference between dominant and non-dominant knee extensors and flexors in amateur soccer players. XXIV Congress of the International Society of Biomechanics (ISB 2013).
11. KNIGHT, K. L. **Crioterapia no Tratamento das Lesões Esportivas: O que é e o porquê da Crioterapia**. São Paulo, Man (2000).

12. THIELE, E.; SUASSUNA, R.F.; HERNANDEZ, S. Avaliação da força muscular dos flexores e extensores do joelho em jogadores de futebol. **RBM rev. bras. med**, v.68, p.11-16, 2011.
13. RISBERG, M.A.; STEFFEN, K.; NILSTAD, A.; MYKLEBUST, G.; KRISTIANSUND, E.; MOLTUBAKK, M.M.; KROSSHAUG, T. 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.
14. TERRERI, A.S.A.P.; GREVE, J.M.D.; AMATUZZI, M.M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 7, n. 2, p. 62–66, 2001.
15. BROWN, L.E.; WEIR, J.P.; OLIVEIRA, H.B.; BOTTARO, M.; LIMA, L.C.D.J.; FILHO, J.F. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: avaliação precisa da força e potência muscular. **Rev Bras Ciênc Mov**, v. 11, n. 4, p. 95–110, 2003.
16. ZABKA, F.F.; VALENTE, H.G.; PACHECO, A.M. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores de joelho em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 17, n. 3, p. 189–192, 2011.
17. DANNESKIOLD-SAMSØE, B.; BARTELS, E.M.; BÜLOW, P.M.; LUND, H.; STOCJMARR, A.; HOLM, C.C.; WÄTJEN, I.; APPELYARD, M.; BLIDDAL, H. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. **Acta physiologica**, v. 197, n. 1, p. 1-68, 2009.
18. KOFOTOLIS, N.D.; KELLIS, E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise program on knee musculature. **Phys Ther Sport**, v. 8, n. 3, p. 109-116, 2007.
19. MALÝ, T.; ZAHÁLKA, F.; MALÁ, L. Isokinetic strength, ipsilateral and bilateral ratio of peak muscle torque in knee flexors and extensors in elite young soccer players. **Acta Kinesiologica**, v. 4, n. 2, p. 17-23, 2010.
20. ALMEIDA, G.P.L.; CARNEIRO, K.K.A.; MORAIS, H.C.R.D.; OLIVEIRA, J.B.B.D. Efeitos da dominância unilateral dos membros inferiores na flexibilidade e no desempenho isocinético em mulheres saudáveis. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, n. 3, p. 551-559, 2012.
21. HARBO, T.; BRINCK, J.; ANDERSEN, H. Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 1, p. 267-275, 2012.
22. MANOEL, M. E.; HARRIS-LOVE, M. O.; DANOFF, J. V.; MILLER, T. A. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1528-1534, 2008.

23. MASTALERZ, A.; SADOWSKI, J. The effect of unilateral training on contralateral limb power in young women and men. **Biology of Sport**, v. 37, n. 4, p. 443, 2020.
24. FONSECA, S.T.; OCARINO, J.M.; DA SILVA, P.L.; BRICIO, R.S.; COSTA, C. A.; WANNER, L. L. Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 3, p. 142- 147, 2007.
25. MAZUQUIN, B.F.; PEREIRA, L. M.; DIAS, J. M.; JUNIOR, J. P. B.; SILVA, M. A. C.; FINATTI, M. E.; LEME, L. C.; CARREGARO, R. L.; MOURA, F. A.; CARDOSO, J. R. Isokinetic evaluation of knee muscles in soccer players: discriminant analysis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 5, p. 364-368, 2015.
26. BITTENCOURT, N. F.; AMARAL, G. M.; ANJOS, M. T.; D’ALESSANDRO, R.; SILVA, A. A.; FONSECA, S. T. Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infante e juvenil de voleibol masculino. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 6, p. 331–336, 2005.
27. DANESHJOO, A.; RAHNAMA, N.; MOKHTAR, A. H.; YUSOF, A. Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. **J Hum Kinet**, v. 36, n. 1, p. 45–53, 2013.
28. BUCHANAN, P. A.; VARDAXIS, V. G. Lower-extremity strength profiles and gender-based classification of basketball players ages 9-22 years. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 2, p. 406–419, 2009.
29. DE LIRA, C. A. B.; MASCARIN, N. C.; VARGAS, V. Z.; VANCINI, R. L. Isokinetic knee muscle strength profile in Brazilian male soccer, futsal, and beach soccer players: a cross-sectional study. **International journal of sports physical therapy**, v. 12, n. 7, p. 1103–1110, 2017.
30. ANDREWS, J. R. **Reabilitação física das lesões desportivas**. 2th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
31. HEWETT, T. E.; MYER, G. D.; FORD, K. R.; HEIDT, R. S. H.; COLOSIMO, A. J.; MCLEAN, S. G.; BOGERT, A. J. V. D.; PATERNO, M. V.; SUCCOP, P. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. **The American journal of sports medicine**, v. 33, n. 4, p. 492- 501, 2005.
32. DAUTY, M.; MENU, P.; FOUASSON-CHAILLOUX, A.; FERRÉOL, S.; DUBOIS, C. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. **Muscles Ligaments Tendons Journal**, v. 6, n. 1, p. 116-123, 2016.
33. GRYGOROWICZ, M.; KUBACKI, J.; PILIS, W.; GIEREMEK, K.; RZEPKA, R. SELECTED ISOKINETIC TESTS IN KNEE INJURY PREVENTION. **Biology of Sport**. v. 27, n. 1, p. 47-51, 2010.
34. BARONI, B. M.; RUAS, C. V.; RIBEIRO-ALVARES, J. B.; PINTO, R. S. 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.

35. ALVARES, J. B. D. A. R.; RODRIGUES, R.; DE AZEVEDO, R. F.; DA SILVA, B. G. C.; PINTO, R. S.; VAZ, M. A.; BARONI, B. M. Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. **Physical Therapy in Sport**, v. 6, n. 1, p. 59-65, 2015.

36. ZVIJAC, J. E, TORISCELLI, T. A, MERRICK, W. S, PAPP, D. F.; KIEBZAK, G. M. Isokinetic concentric quadriceps and hamstring normative data for elite collegiate American football players participating in the NFL Scouting Combine. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v, 28, n. 4, p. 875-883, 2014.

37. RUAS, C. V.; MINOZZO, F.; PINTO, M. D.; BROWN, L. E.; PINTO, R. S. Lower extremity strength ratios of professional soccer players according to field position. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1220-1226, 2015.

38. PINTO, S.S.; ARRUDA, C.A.; Avaliação isocinética de flexores e extensores de joelho em atletas de futebol profissional. **Fisioter. Mov**, v. 13, n. 2, p. 37-43, 2001.