

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte**

Pedro Henrique Madureira Ogando

**A RAZÃO DO PICO DE TORQUE ENTRE A MUSCULATURA AGONISTA E  
ANTAGONISTA DE FLEXÃO DE JOELHOS COMO UM DOS POSSÍVEIS  
INDICADORES DE DESEMPENHO EM JOGOS DE ATLETAS DE FUTEBOL  
FEMININO**

Belo Horizonte

2021

Pedro Henrique Madureira Ogando

**A RAZÃO DO PICO DE TORQUE ENTRE A MUSCULATURA AGONISTA E  
ANTAGONISTA DE FLEXÃO DE JOELHOS COMO UM DOS POSSÍVEIS  
INDICADORES DE DESEMPENHO EM JOGOS DE ATLETAS DE FUTEBOL  
FEMININO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientadora: Prof. Dra. Danusa Dias Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra

Belo Horizonte

2021

O34r Ogando, Pedro Henrique Madureira  
2021 A razão do pico de torque entre a musculatura agonista e antagonista de flexão de joelhos como um dos possíveis indicadores de desempenho em jogos de atletas de futebol feminino. [manuscrito] / Pedro Henrique Madureira Ogando – 2021.  
64 f.: il.

Orientadora: Danusa Dias Soares  
Coorientador: Cândido Celso Coimbra

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 49-55

1. Futebol para mulheres – Teses. 2. Mulheres atletas – Teses. 3. Articulações – amplitude e movimento – Teses. 4. Joelhos – Teses. 5. Biomecânica – Teses. I. Soares, Danusa Dias. II. Coimbra, Cândido Celso. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612.76

**Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6 n°3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

### FOLHA DE APROVAÇÃO

#### A RAZÃO DO PICO DE TORQUE ENTRE A MUSCULATURA AGONISTA E ANTAGONISTA DE FLEXÃO DE JOELHOS COMO UM DOS POSSÍVEIS INDICADORES DE DESEMPENHO EM JOGOS DE ATLETAS DE FUTEBOL FEMININO

**PEDRO HENRIQUE MADUREIRA OGANDO**

Dissertação submetida à 368ª Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DO ESPORTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DO ESPORTE, área de concentração TREINAMENTO ESPORTIVO.

Aprovada em 13 de dezembro de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Profa. Dra. Danusa Dias Soares (Orientadora) – UFMG

Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra (Coorientador) – UFMG

Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna – UFPA

Dra. Carolina Franco Wilke – Clube de Regatas Flamengo

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Candido Celso Coimbra, Professor do Magistério Superior**, em 17/12/2021, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Macedo Penna, Usuário Externo**, em 17/12/2021, às 17:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danusa Dias Soares, Professora do Magistério Superior**, em 28/01/2022, às 09:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1156745** e o código CRC **A9FFD8DB**.

Dedico esse trabalho aos meus pais e ao meu irmão que me impulsionaram até esse momento, além dos amigos de caminhada, passando e vivendo os “perrengues” da vida juntos.

## **AGRADECIMENTOS**

Talvez esse momento seja o mais difícil de fazer, muito em função do receio da injustiça que posso cometer. Diante disso, quase não fiz tais agradecimentos, mas se assim fizesse, seria a mais injusta das injustiças. Assim, aqui estão os meus agradecimentos e lembranças, talvez um pouco diferente do convencional e bem extensa, muito em função do meu divertimento e emoção de estar escrevendo, começando primeiramente, agradecendo a Deus por esse momento importante da minha vida (foi dito não convencional, mas começou bem parecido com outros agradecimentos, não é mesmo?).

Através desta dissertação, sinto-me na obrigação e com enorme prazer, como estudante de uma instituição pública federal desde 2014, agradecer aos brasileiros pelo custeio da minha formação e assim como o juramento que fiz ao obter o título de bacharel em educação física, pretendo continuar exercendo a minha profissão com firmeza de propósitos, inteligência e honra, tendo sempre em mente os ideais maiores de justiça, liberdade e paz, porque anseiam os que acreditam na humanidade, por mais frágeis que nossas relações possam caminhar, defendendo assim, seja de que forma for, àqueles que possibilitaram minha formação: o povo.

Provavelmente, você está esperando os agradecimentos aos familiares, certo? Pois bem, esse é o momento de agradecer meu pai, Paulo Ogando e meu irmão, Paulo Henrique (a originalidade dos nomes da minha família é bem grande), pelas inúmeras contribuições de formação moral, ética e educacional, que possibilitaram a minha presença nesse momento importante da minha vida. Por fim, mas não menos importante, minha mãe, Maria das Graças, injustamente chamada de "Dona Onça", pela fama de "durona" nas questões educacionais, mas na verdade, a maturidade e a vida me mostraram que isso foi o principal bem que me deixou. Ela foi a primeira pessoa que me mostrou que tudo pode ser retirado da sua vida, mas não a educação. Obrigado mãe por incentivar sempre a leitura e os estudos, com amor e carinho (e também uns bons puxões de orelha).

Agradeço aos companheiros de caminhada do mestrado, que estavam comigo no dia da prova de seleção, antes mesmo de saber os seus nomes, e dividiram comigo o trajeto de estudos, o café de procedência duvidosa no copo de plástico que derretia

levemente com o calor, acompanhado de discussões acadêmicas e da vida pessoal. Obrigado Suene Nunes, Pedro Tolentino e Wesley Marçal.

Além disso, tive a honra de conviver e trabalhar com pessoas que me ajudaram a refletir ainda mais sobre a vida e sobre nossas responsabilidades como seres humanos. Aos amigos de caminhada e discussões que me fazem crescer como ser humano: Pedro Albuquerque, Luca Diorrane, Vitor Letro, Elias Elis e Wellington Alves. Aos amigos de caminhada recente, trabalhando no melhor lugar do mundo, o Aglomerado da Serra, meus agradecimentos sobre tudo que vivemos, o que ainda estamos vivendo e sobre o que vamos viver, regado a cerveja e tira gosto no Bar do Orlando: Débora Vasconcelos, Camila Bragança, Beatriz Andrade, Luadson Sales, Alef Costa, Will Herrera, Roberta Turíbio, Adílio Candido, Michele Richard e Franciellen Nascimento.

Pois bem, agora caminhamos para os amigos de laboratório e chamo de amiga a primeira pessoa, pois não há espaço para ela apenas na palavra "orientadora": Danusa Dias Soares. Muitas vezes brincamos com nossos orientadores, chamando de "mãe" ou "pai", mas a realidade é exatamente essa. Você foi a minha mãe acadêmica, desde o dia da primeira reunião com você, em 2017, para conhecer seu novo IC voluntário (estava com as pernas tremendo igual bambu na ventania), até hoje, defendendo o mestrado, passando por almoços conversando e rindo sobre a vida, além de puxões de orelha que me fizeram seguir em frente de forma correta e com responsabilidade na vida acadêmica. A minha formação, sob sua orientação, extrapola os limites acadêmicos e o mínimo que posso dizer é obrigado. Espero que esta dissertação possa te orgulhar, pois se assim fizer, estarei cumprindo um dos principais objetivos da minha vida acadêmica.

Aos colegas de laboratório, meu muito obrigado, sobretudo no molde de caráter, construído na sala de estudos do LAFISE. Mas, em especial, ao Pedro Andrade, que durante minha pior fase na graduação, perdido no que fazer da minha vida, me convidou para visitar o LAFISE e desde então, estou aqui. Você foi uma pessoa extremamente importante na minha vida e guardo no meu coração sua amizade, desde o primeiro dia de aula, em 2014. Além disso, em especial, gostaria de agradecer ao Marcelo Andrade pela primeira inserção no ambiente acadêmico, me ensinando sobre a importância de trabalhar com responsabilidade com animais, estudando o DM1. Ao mesmo tempo, ao grande amigo que fiz na vida, João Gabriel,

que foi e ainda é um dos principais responsáveis pela minha formação, desde o dia que cheguei ao LABMOV (deixo também meu abraço a todos de lá) para trabalhar com os alunos do Projeto Diabetes, além de auxiliar na sua dissertação de mestrado, estudando o DM2.

Bem, como pode-se notar, minha vida acadêmica passou pela área da saúde, sobretudo os estudos sobre diabetes, fazendo da minha vida, como DM1, não apenas o viver, mas o estudar. Entretanto, quero deixar meu agradecimento especial a outra pessoa que se tornou um grande amigo e que também foi e ainda é um dos principais responsáveis pela minha formação: Bruno Teobaldo. Sem o Bruno, jamais conseguiria escrever uma só palavra dessa dissertação. Com ele, sendo seu estagiário, aprendi sobre ser fisiologista no ambiente esportivo, que ultrapassa o trabalho propriamente dito, mas englobando a relação com os colegas de departamento, atletas e outros profissionais. O esporte de alto rendimento, hoje, faz os meus olhos brilharem muito em função de você e das experiências que tive e que continuo tendo.

Por fim, essa dissertação não seria possível sem a participação do Guilherme Passos, abrindo as portas e disponibilizando os dados para que esse trabalho fosse realizado, além do Cândido, que durante o processo, foi meu co-orientador, me auxiliando durante todo o momento em questões que tiravam muitas vezes o meu sono. Além disso, ao Isaías, meu ex-futuro IC, que acabou sendo meu IC durante 2 meses (um pouco confuso, não é mesmo?), que me ajudou na organização dos dados deste trabalho.

Acredito que tenha escrito o suficiente, apesar de ter sempre uma ponta de dúvida sobre estar ou não sendo injusto com alguém, mas para não deixar dúvidas, quero agradecer a todos que de alguma forma fizeram e fazem parte da minha vida. Considero que o título de mestre é a menor das grandes coisas que estou conquistando hoje, e isso me deixa com a certeza de que tudo valeu a pena.



“Uma criança, um professor, um livro e  
uma caneta pode mudar o mundo”

Malala Yousafzai

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O futebol feminino tem ganhado espaço ao longo dos anos, com o aumento dos investimentos de clubes e confederações, que refletem, por exemplo, a obrigatoriedade de equipes femininas no Brasil. Estudos têm explorado possíveis/eventuais relações entre algumas variáveis e as ocorrências de lesões, como o teste de força isocinético de membros inferiores, sobretudo a razão do pico de torque entre a musculatura agonista e antagonista (ago/anta) de flexores de joelhos. Além dos trabalhos relacionados às lesões, estudos sobre a carga externa, têm ganhado espaço ao longo dos anos, relacionando testes físicos com o desempenho nessa avaliação. Entretanto, não há dados na literatura sobre a razão ago/anta de flexores de joelhos com métricas de carga externa de jogos oficiais no futebol feminino. Portanto, o objetivo deste trabalho é buscar novas informações sobre a relação ago/anta da musculatura flexora dos joelhos com variáveis de carga externa de jogos oficiais de futebol de elite feminino. **METODOLOGIA:** Foram analisados os dados da razão ago/anta das duas pernas de 15 atletas de futebol ( $23,20 \pm 6,05$  anos), convocadas para as principais competições do futebol feminino das categorias sub-20 (Copa do mundo FIFA de futebol feminino sub-20) e profissional (Jogos da XXXI Olimpíada Rio 2016), no ano de 2016. Estes dados foram relacionados com os dados de carga externa dos jogos oficiais nas respectivas competições, isto é, a distância total percorrida, o *pace*, o número de acelerações e desacelerações, a distância percorrida em aceleração e desaceleração e o número de mudanças de direções para os lados direito e esquerdo. Para a análise estatística, foi utilizada a correlação de Pearson (quando o pressuposto de normalidade de Shapiro-Wilk foi atendido) ou a correlação de Spearman (quando o pressuposto de normalidade de Shapiro-Wilk não foi atendido). Foram consideradas correlações significativas e comparações significativamente diferentes quando  $p < 0,05$ . **RESULTADOS:** No subgrupo de atletas com a razão ago/anta total acima da média da população estudada, foram encontradas correlações negativas muito altas entre o *pace* e ambas as razões ago/anta total ( $R = -0,782$ ;  $p = 0,04$ ) e da perna esquerda ( $R = -0,797$ ;  $p = 0,03$ ). Além disso, correlações positivas muito altas entre a distância total percorrida com a razão ago/anta. esquerda ( $R = 0,787$ ;  $p = 0,04$ ), e o número de mudanças de direções para à esquerda com a razão ago/anta. esquerda ( $R = 0,754$ ;  $p = 0,05$ ). Por outro lado, não foram encontradas correlações significativas entre as variáveis de carga externa e a razão ago/anta no grupo total de atletas, no grupo de atletas divididos pela idade média (subgrupos acima e abaixo da idade média) e no subgrupo de atletas abaixo da média da razão ago/anta total. **CONCLUSÃO:** A razão da força ago/anta dos flexores de joelho, eventualmente, poderia ser utilizada como um dos indicadores de desempenho de jogos oficiais, em atletas de futebol feminino a nível de seleção nacional, nos parâmetros de *pace*, distância total percorrida e mudanças de direções para a esquerda. Além disso, os nossos resultados mostram que essa predição não estaria atrelada à idade e sim, ao menor desequilíbrio do torque entre os músculos da coxa.

**Palavras-chave:** Futebol feminino; isocinético; carga externa; jogos oficiais.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Women's football has developed over the years, with the increase in investments by clubs and confederations, which reflect, for example, the mandatory inclusion of women's teams in Brazil. Studies have explored eventual relationships between some variables and the occurrence of injuries, such as the isokinetic strength test of the lower limbs, especially the ratio of peak torque between the agonist and antagonist muscles (ham/qua) of knee flexors. In addition, the studies about external load have gained space over the years, relating physical tests to performance in this assessment. However, there is no data in the literature about the relation between ham/qua with external load metrics of official games in women's soccer. Therefore, the objective of this study is to search for new information about the ham/qua relationship with external load variables in official elite female soccer games. **METHODOLOGY:** The ham/qua of the two legs (total), the left and right legs of 15 football athletes ( $23.20 \pm 6.05$  years), who were called up for the main women's football competitions in the U-20 category (2016 FIFA U-20 Women's World Cup) and professional category (Games of the XXXI Olympiad Rio 2016), in 2016, were related to the external load data (total distance covered, pace, number of accelerations and decelerations, distance covered in acceleration and deceleration, number of changes directions to the right and left sides) of the official matches that played in those competitions. The data were correlated using Pearson's correlation (when Shapiro-Wilk's normality assumption was met) or Spearman's correlation (when Shapiro-Wilk's normality assumption was not met). Significant correlations were considered when  $p < 0.05$ . **RESULTS:** There no significant correlations were found between external load and ham/qua. variables in the total group of athletes, in the subgroups of athletes above and below average age, and the subgroup of athletes below average ham/qua. total average. The subgroup of athletes with the ham/qua. total above the mean of the total group, very high negative correlations were found between the pace and the ham/qua. total ( $R = -0.782$ ;  $p = 0.04$ ) and ham/qua. left leg ( $R = -0.797$ ;  $p = 0.03$ ). Furthermore, very high positive correlations between the total distance covered with the ham/qua. left leg ( $R = 0.787$ ;  $p = 0.04$ ), and the number changes of direction to the left side with the ham/qua. left leg ( $R = 0.754$ ;  $p = 0.05$ ). **CONCLUSION:** The ham/qua, eventually, could be used as one of the performance indicators of official matches in women's football athletes at the national team level, in the parameters of pace, distance covered, and the number of changes directions to the left. In addition, our results show that this prediction would not be linked to age, but a lower torque imbalance between the hamstrings and quadriceps muscles.

**Keywords:** Women's football; isokinetic; external load; official games.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem ilustrativa do teste de força isocinética de membros inferiores ...	29
Figura 2 - Delineamento do estudo. ....	31
Figura 3 - Gráficos de dispersão da correlação entre distância total percorrida e razão ago/anta. da perna esquerda e direita, no grupo geral.....	37
Figura 4 - Gráfico da correlação de Pearson entre o pace e a razão ago/anta. total e. da perna esquerda, no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral.....	38
Figura 5 - Gráfico da correlação de Pearson entre a distância total percorrida e a razão ago/anta. da perna esquerda, no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral. ....	39
Figura 6 - Gráfico da correlação de Pearson entre as mudanças de direções para à esquerda e a razão ago/anta. da perna esquerda, no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral. ....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa no grupo geral, em média, mediana e desvio padrão (DP). .....	34
Tabela 2 - Métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa nos subgrupos acima e abaixo da idade média do grupo geral, em média, mediana e desvio padrão (DP). .....	35
Tabela 3 - Métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa nos subgrupos acima e abaixo da razão ago/anta. total do grupo geral, em média, mediana e desvio padrão (DP). .....	36
Tabela 4 - Correlações entre as variáveis do isocinético (ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no grupo geral. ....	56
Tabela 5 - Correlações entre as variáveis do isocinético (ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo acima da idade média geral. ....	56
Tabela 6 - Correlações entre as variáveis do isocinético (ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo abaixo da idade média geral. ....	57
Tabela 7 - Correlações entre as variáveis do isocinético (ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo acima da ago/anta. total média geral. ....	58
Tabela 8 - Correlações entre as variáveis do isocinético (ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo abaixo da ago/anta. total média geral. ....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**FIFA** - *Fédération Internationale de Football Association* (Federação internacional de futebol)

**GPS** – *Global positioning system* (Sistema de posicionamento global)

**CDN** - Conselho Nacional de Desporto

**FA** - *English Football Association* (Associação Inglesa de Futebol)

**VO<sub>2</sub>máx.** - Consumo máximo de oxigênio

**FCmáx.** – Frequência cardíaca máxima

**TRIMP** – Impulso de treinamento

**PSE** – Percepção subjetiva de esforço

**CBF** – Confederação Brasileira de Futebol

**Ago/ant.** – Razão do pico de torque entre a musculatura agonista e antagonista de flexores de joelhos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1	Objetivos e hipóteses.....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1	Futebol feminino .....	19
2.2	Carga de treinamento .....	21
2.3	Avaliação de força isocinética de membros inferiores .....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	27
3.1	Cuidados éticos .....	27
3.2	Amostra.....	27
3.3	Coleta de dados.....	28
	3.3.1 Avaliação de força isocinética de membros inferiores .....	28
	3.3.2 Coleta de dados da carga externa de jogos oficiais .....	29
<b>4</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	32
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	34
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	48
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49
	<b>APÊNDICES</b> .....	56
	<b>ANEXO</b> .....	60

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse pelo futebol feminino vem crescendo ao longo dos anos, acompanhando um processo de desenvolvimento, interesse e inclusão dos participantes, a nível amador e profissional, além do investimento realizado por parte das confederações continentais e nacionais (FIFA, 2019). Isso se refletiu, por exemplo, no aumento da audiência da final da última edição da copa do mundo em relação a edição anterior (BRADLEY, PAUL S.; SCOTT, 2019). Nesse sentido, interesses econômicos e esportivos, além da inclusão social têm ganhado espaço, exigindo o desenvolvimento da modalidade em busca do maior nível de profissionalização, englobando, por exemplo, o processo de monitoramento das atividades realizadas pelas atletas, buscando entender as relações entre as cargas de treinamentos e de jogos, bem como as descrições detalhadas destas (RAMOS *et al.*, 2019; TAYLOR *et al.*, 2017). Além destes parâmetros, outros, como a incidência de lesões e o desenvolvimento da *performance* física e esportiva das atletas (GOULART *et al.*, 2020; SJÖKVIST *et al.*, 2011), têm sido consideradas como cruciais para a otimização do ambiente de alto rendimento no qual se inserem de modo geral estas atletas (GABBETT *et al.*, 2017).

No processo de monitoramento das cargas de treinamentos e de jogos, temos algumas variáveis de medida que, relacionadas, nos permitem inferir uma resposta do desempenho de atletas, em função da sua recuperação aos estímulos (GABBETT *et al.*, 2017). Nessa perspectiva, temos como variáveis a carga externa, que está relacionada com o trabalho físico que os treinadores prescrevem nos planos de treinos, utilizando como métricas de referência as ações específicas das modalidades esportivas (GABBETT *et al.*, 2017; IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019)), como exemplo, a distância total percorrida e número de acelerações no futebol. Por outro lado, a carga interna, outra importante variável de monitoramento, está relacionada com as respostas psicofisiológicas em função da carga externa aplicada aos treinamentos e aos jogos (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019), sendo aquela também possuindo respostas atreladas à carga externa (ROWELL *et al.*, 2017; WIIG *et al.*, 2019), variáveis de recuperação, escalas de bem-estar, e medidas fisiológicas e de desempenho físico (GABBETT *et al.*, 2017; KELLMANN *et al.*, 2018; LEE *et al.*, 2017).



Algumas avaliações têm sido propostas como formas de expressar o processo de recuperação dos (as) atletas, bem como uma forma de avaliação física para a modalidade específica. No futebol, a avaliação de testes de capacidade aeróbica, saltos com contra movimento, saltos agachados, desempenho de sprints (COMFORT *et al.*, 2014; EUSTACE; PAGE; GREIG, 2019; GOULART *et al.*, 2020; MCCORMACK *et al.*, 2014), muitas vezes têm sido relacionadas com o desempenho de jogos (CLEMENTE *et al.*, 2019; MCCORMACK *et al.*, 2014), buscando entender as relações que eventualmente poderiam impactar na *performance*. Além disso, outro teste destaca-se, em função da relação com a possibilidade de ocorrência de lesões nas articulações dos joelho durante jogos de futebol, sendo este, o teste de força isocinética de membros inferiores (CROISIER *et al.*, 2008; KIM; HONG, 2011), no qual a razão do pico de torque da musculatura agonista pela antagonista de flexores de joelhos sendo menor do que 0,6 poderia ser um indicativo dessa possibilidade (DANESHJOO *et al.*, 2013), demonstrando a importância dessas avaliações no processo de treinamentos e jogos de atletas de futebol, que podem impactar no desempenho esportivo. Assim, para além de serem utilizados em avaliações periódicas de capacidades e condicionamento físico, os resultados nestes testes podem também ser utilizados como parâmetros de inferência de desempenho físico de jogadores de futebol em situações de jogo, em outras palavras, a carga externa de jogos oficiais.

Como monitoramento da carga externa de jogos de futebol, tem sido utilizado o sistema de posicionamento global (GPS), associado com acelerometria, que monitora as ações dos jogadores (as) em campo, nos treinos e jogos (MALONE *et al.*, 2020; TAYLOR *et al.*, 2017). Tem-se buscado relacionar os resultados em testes físicos com a carga externa, mas, até o momento, não há trabalhos que relacionam, por exemplo, os resultados do teste de força isocinética de membros inferiores com a carga externa em jogos oficiais, tanto para a categoria masculina, quanto para a categoria feminina no futebol. Além disso, boa parte dos trabalhos que utilizam resultados de bateria de testes físicos para tentar inferir o desempenho físico dos atletas nos jogos, estão na categoria masculina, mais uma vez deixando uma lacuna na literatura sobre essa abordagem nas categorias femininas.

Algumas ações, nos jogos de futebol, são consideradas por vezes cruciais para a definição dos jogos, dentre elas, estão as acelerações e desacelerações, bem como

as mudanças de direções realizadas pelos (as) atletas (CHAOUACHI *et al.*, 2012; MARA *et al.*, 2017a). Os trabalhos que analisam a carga externa de jogos oficiais de futebol parecem focar, na maioria das vezes, em outros dados, como distância total percorrida, como parâmetro de volume total, e distâncias percorridas em zonas de velocidades (TAYLOR *et al.*, 2017). Assim, poucos são os trabalhos que têm vislumbrado utilizar as relações entre os resultados nos testes físicos realizados nos (as) atletas, como o teste de força isocinética de membros inferiores, com as já citadas acelerações, desacelerações e mudanças de direções, realizados durante os jogos pelos (as) jogadores (as) como ferramentas importantes para o adequado desenvolvimento dos planos de treinos, sobretudo no futebol feminino.

Levando em consideração a idade como fator importante para os desempenhos referentes às categorias do futebol, as atletas podem apresentar distintas fases de maturação física, técnica e tática, impactando por exemplo, a carga externa de treinos e jogos de futebol (TAYLOR *et al.*, 2017; VESCOVI, 2014; VESCOVI *et al.*, 2011). Em se tratando do futebol feminino, poucos trabalhos apresentam as relações entre parâmetros de monitoramento de condicionamento físico com as cargas externas de treinamentos e jogos, bem como não fazem referência à possível modulação destas pela idade das atletas. Esses dados poderiam auxiliar de forma significativa equipes de futebol feminino no processo de monitoramento de treinos e jogos, trazendo maior precisão, além do melhor entendimento de quais parâmetros poderiam ser indicativos de melhores desempenhos individuais e coletivos, possibilitando assim a busca pela otimização da *performance* nos jogos (CHAOUACHI *et al.*, 2012; MARA *et al.*, 2017a).

### 1.1 Objetivos e hipóteses

O objetivo geral do presente trabalho foi investigar as relações entre os resultados do teste isocinético de membros inferiores, com a carga externa de jogos oficiais realizados pelas jogadoras da seleção brasileira feminina, das categorias sub-20 e profissional de futebol.

Os objetivos específicos buscaram relacionar e comparar os resultados da razão do pico de torque entre a musculatura agonista e antagonista de flexores de joelhos (ago/anta.), com as variáveis da carga externa de jogos oficiais, realizados por atletas da seleção brasileira feminina de futebol nas categorias sub-20 e profissional.

As hipóteses deste trabalho são que os resultados da razão ago/anta. se relacionarão com as variáveis de carga externa. Os resultados eventualmente poderiam prever valores das métricas analisadas de jogos oficiais de futebol feminino e que estas relações serão moduladas pela idade e pela razão ago/anta. das atletas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Futebol feminino

Geralmente, quando o futebol feminino é analisado, inevitavelmente, são feitas comparações com a modalidade masculina, no qual podemos observar diferenças socioculturais que culminaram na evolução da modalidade feminina não no mesmo patamar da modalidade masculina. Isto tem refletido, por exemplo, na realizações de torneios, como a principal competição organizada pela Federação Internacional de Futebol (*Fédération Internationale de Football Association* - FIFA), a copa do mundo, no qual a primeira edição da categoria masculina foi realizada em 1930, enquanto na categoria feminina, isso ocorreu apenas em 1991 (OKHOLM KRYGER *et al.*, 2021), ou seja, um intervalo de 61 anos. Frente a realidade brasileira, o futebol feminino chegou a ser desencorajado e proibido através do decreto-Lei 3.199/41 (GOELLNER, 2006). Além disso, a resolução 7/65, do então Conselho Nacional de Desporto (CDN), acabou cerceando a prática da modalidade às mulheres, e somente no ano de 1986 o CND passou a reconhecer a necessidade de estimular tais práticas, como o futebol (DARIDO, 2002). Nessa mesma perspectiva, ao analisar o cenário mundial, observamos semelhanças quanto ao cerceamento da prática da modalidade pelas mulheres, como exemplo, o banimento do esporte pela Associação Inglesa de Futebol (*English Football Association* - FA), em 1921 (WILLIAMS; HESS, 2015). Em função disso, a categoria masculina naturalmente obteve vantagem nos aspectos relacionados ao profissionalismo dos jogadores e profissionais que estão envolvidos nos clubes e seleções, além de popularidade e amplo reconhecimento financeiro comparados com a categoria feminina.

Ao longo dos anos, entretanto, o interesse pelo futebol feminino vem ganhando destaque, acompanhando o processo de desenvolvimento e interesse das participantes tanto a nível amador quanto profissional, muito em função do investimento realizado por parte das federações nacionais e continentais (FIFA, 2019). Além disso, a popularidade trouxe outros retornos, como a transformação da qualidade dos jogos e a atenção midiática (WELFORD, 2015). Isto pode ser constatado, por exemplo, pelo aumento de aproximadamente 56% da audiência da final da última edição da copa do mundo de futebol feminino, realizada em 2019, em relação à edição anterior, realizada em 2015 (BRADLEY, PAUL S.; SCOTT, 2019).

Simultaneamente, na tentativa de melhorar o entendimento da modalidade, o futebol feminino tem ganhado atenção na perspectiva acadêmica. (PFISTER, 2015; RAGO *et al.*, 2020). Desde a primeira publicação, datada de 1939, o número de publicações vem aumentando, chegando a 202 trabalhos em 2019, ano do maior número de publicações (OKHOLM KRYGER *et al.*, 2021). Destacam-se principalmente os trabalhos nos campos da medicina, relacionado às lesões esportivas, biomecânica, antropometria, fisiologia, além da análise de desempenho, condicionamento físico (OKHOLM KRYGER *et al.*, 2021) e monitoramento de carga externa (RAGO *et al.*, 2020). Entretanto, apesar do crescente aumento do interesse científico, refletindo em publicações, novos trabalhos deveriam ser feitos para alavancar desenvolvimento da categoria, buscando respostas aos questionamentos quanto aos processos de monitoramento das cargas de jogos e testes físicos.

Em relação a caracterização da modalidade, algumas revisões têm demonstrado que as atletas do futebol feminino profissional apresentam cerca de 9600 a 10400 m de distância total percorrida por jogo, além de distância média percorrida em sprints de 160 a 615 m, variando entre 7 a 61 ações de sprints (TAYLOR *et al.*, 2017). Ademais, a distância total percorrida em alta intensidade, sendo reconhecida como a zona de velocidade percorrida no consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx.), entre 608 a 2452 m, com 125 a 376 ações nessas zonas (TAYLOR *et al.*, 2017). Além disso, a média de frequência cardíaca alcançada de 74 a 87% da frequência cardíaca máxima (FCmáx.) e pico de 94 a 99% da FCmáx., além da média de consumo de oxigênio entre 55 a 77% do VO<sub>2</sub>máx, com seu pico variando entre 96 a 98% do VO<sub>2</sub>máx. (MARTÍNEZ-LAGUNAS; NIESSEN; HARTMANN, 2014).

Em se tratando do esporte feminino, uma variável importante de se ressaltar seria o ciclo menstrual, no qual devemos salientar seu impacto no desempenho esportivo, como no futebol. Uma recente meta-análise observou que dependendo das fases do ciclo menstrual, os níveis de dor muscular, nos momentos 24 a 72 horas pós-exercício, foram maiores no momento inicial da fase folicular, quando os níveis de estrógeno estavam baixos, além da perda de força também ser observada na mesma fase (ROMERO-PARRA *et al.*, 2021). Além disso, estudos têm demonstrado que mulheres podem apresentar duas a seis vezes mais chances de apresentarem episódios lesivos do ligamento cruzado anterior, ligado a maior incidência desse tipo de lesão relacionada a fase folicular, reconhecida como a fase de maior concentração de estrógeno (ADACHI *et al.*, 2008), sendo associado com o aumento da frouxidão

ligamentar do joelho (CHIDI-OGBOLU; BAAR, 2019). Nessas perspectivas, torna-se necessária uma atenção especial para o treinamento de atletas mulheres, levando em consideração suas particularidades no ponto de vista de desempenho esportivo, bem como as características fisiológicas. Nesse sentido, as análises de métricas de monitoramento de treinos e jogos deveriam ser estruturadas para promoverem respostas específicas. A utilização de tecnologias para a coleta de dados, bem como a análise específica deveriam ser primordiais para a otimização do desempenho das atletas, o que será discutido nas próximas sessões.

## 2.2 Carga de treinamento

Antes de pensar em uma forma de avaliação de métricas para o monitoramento dos atletas, independentemente da modalidade esportiva, seria necessário ter o entendimento das demandas físicas e o reconhecimento do desenvolvimento esportivo de um atleta ou de uma equipe. Nesse sentido, temos os processos de planejamento de treinos, podendo ser periodizados ou não, buscando o pico de *performance* nos momentos alvo da temporada competitiva pré-definidos (FLECK, 1999; TURNER, 2011). Assim, pensando nisso, para qualquer estrutura de planejamento, existem três paradigmas que deveriam ser considerados.

Primeiramente, o paradigma da supercompensação, que está pautado na resposta fisiológica do corpo ao estresse, levando a síndrome da adaptação geral, descrita por Selye (1956) (TURNER, 2011). O segundo paradigma é do estímulo-fadiga-recuperação-adaptação, no qual o acúmulo da fadiga é proporcional ao estímulo gerado para que ela ocorra. Após o estímulo e com os processos de recuperação, o corpo restaura sua condição “normal”, promovendo novas adaptações ao longo do tempo (TURNER, 2011).

Por fim, o terceiro paradigma é o paradigma da aptidão-fadiga, no qual para a otimização do desempenho de um atleta, seria preciso levar em consideração os principais efeitos do treinamento: a fadiga e a aptidão. Com isso, é necessário que ocorra um processo de relativo equilíbrio, no qual o melhor desempenho ocorreria de acordo com processos que minimizem a fadiga em função do aumento da aptidão (TURNER, 2011; ZATSIORSKY; KRAEMER, 2006).

Assim, com os paradigmas colocados, seria preciso controlar os pontos que os definem, entrando nas métricas de controle e monitoramento dos treinos e atividades

competitivas, sendo classificados como carga de treinamento, subdividida em carga interna e carga externa (BOURDON *et al.*, 2017).

A carga interna corresponde a resposta psicofisiológica do corpo às demandas dos exercícios, chamada de carga externa e que será elucidada mais à frente. A carga interna determina os desfechos dos treinamentos no ponto de vista psicofisiológico, frente as demandas executadas pelos atletas, podendo ser mensurada por diferentes meios, como cálculos baseados na frequência cardíaca, por exemplo, o impulso de treinamento (TRIMP) (BANISTER; CALVERT, 1980; BOURDON *et al.*, 2017) e a mais usual, o produto entre percepção subjetiva do esforço (PSE) e o tempo da sessão de exercício (FOSTER *et al.*, 2001; HADDAD *et al.*, 2017). Esta medida procura refletir os processos psicofisiológicos do organismo, através da integração de sinais periféricos e centrais que resultam na percepção geral e local da demanda exercida pela pessoa para a execução de uma tarefa (BORG, 1982).

Como dito anteriormente, a carga interna é decorrente da carga externa, sendo esta, definida como a organização dos componentes da carga de treinamento, que compõe o trabalho físico realizado pelos atletas (BOURDON *et al.*, 2017; IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005), mensurada de acordo com métricas específicas de uma modalidade esportiva (GABBETT *et al.*, 2017). Pensando no futebol feminino, por exemplo, podemos pensar em carga externa como o número de *sprints* de uma sessão de treinamento e como carga interna, a PSE da sessão, multiplicada pelo tempo da sessão. Além disso, podemos imaginar essas mesmas perspectivas em momentos competitivos, como um jogo oficial, por exemplo, a distância total percorrida e o número de ações em aceleração ( $> 1\text{m/s}^2$ ), representando a carga externa e a PSE multiplicada pela duração do jogo, representando a carga interna. As mensurações de carga externa citadas nos exemplos acima, podem ser feitas através do sistema de posicionamento global (GPS), associado a um acelerômetro tri-axial, permitindo o monitoramento de todas as ações delimitadas no sistema de forma concomitante (MALONE *et al.*, 2020).

Em se tratando de carga externa, alguns trabalhos têm se preocupado em realizar uma análise mais minuciosa dessa variável no futebol, encontrando, por exemplo, a sua relação com lesões musculoesqueléticas, após um acúmulo de carga externa, mensurada a partir da metragem percorrida, em uma e quatro semanas prévias ao evento lesivo na temporada (EHRMANN *et al.*, 2016).

Além disso, semanas sucessivas de treinos, monitorando ações como acelerações, *sprints* e distância total percorrida podem se relacionar positivamente com o VO<sub>2</sub> máx. e o torque da musculatura da coxa e de isquiotibiais, como foi observado com as medidas de acelerações (CLEMENTE *et al.*, 2019). Ademais, também é observado, no futebol, que os danos musculares muitas vezes são decorrentes de ações de elevadas desacelerações, para a frenagem dos *sprints*, exigindo ação excêntrica efetiva da musculatura isquiotibial, levando a ruptura de proteínas estruturais do sarcômero (THORPE; SUNDERLAND, 2012). Portanto, a carga externa pode auxiliar profissionais que trabalham com o futebol, sobre o entendimento das demandas no ponto de vista de variáveis que podem impactar na melhora da *performance* das atletas, uma vez que há relação entre marcadores de dano muscular e a carga externa.

Por fim, o monitoramento da carga externa também pode ser um indicativo que demonstra a efetividade de ações de atletas, uma vez que, por exemplo, as acelerações e as mudanças de direções, que podem ser usadas como métricas de carga externa, são indicativos de sucesso em situações de jogos, como as situações de 1x1 que exigem ações de *sprints* e desempenho de corrida em altas velocidades (MARA *et al.*, 2017a). Além disso, também é observado que a capacidade de desacelerar e mudar de direção de forma efetiva poderiam contribuir para o desempenho de ações de retomada da posse de bola, importantes nos momentos de transição defensiva, bem como evitar contatos faltosos com os adversários (CHAOUACHI *et al.*, 2012; MARA *et al.*, 2017a). Portanto, a carga externa é uma variável chave para o entendimento dos processos físicos, no ponto de vista de predição de desempenho e chances de lesões, bem como o desenvolvimento de ações que impactam em situações de jogos de futebol. Entretanto, no contexto do futebol feminino, os estudos sobre a carga externa ainda carecem de novas investigações (RAGO *et al.*, 2020), uma vez que a modalidade possui suas características específicas, necessitando assim de um conhecimento especializado e focado na modalidade.

### 2.3 Avaliação de força isocinética de membros inferiores

A avaliação de força isocinética de membros inferiores tem sido executada com a finalidade de entender algumas variáveis biomecânicas, como o torque e a potência, relacionando às condições que podem estar associados com lesões musculares,



como exemplo, as lesões da musculatura isquiotibial em jogadores de futebol. Há identificativos que a menor força nesse grupo muscular poderia estar relacionada com lesões do tipo distensão nesta musculatura (CROISIER *et al.*, 2008; FOUSEKIS *et al.*, 2011).

As mensurações de dados de força isocinética de membros inferiores é geralmente realizada por um dinamômetro isocinético, no qual a pessoa é posicionada sentada, fixa ao banco do aparelho por tiras, com a perna avaliada sendo imposta à uma resistência, que realiza as movimentações angulares do membro (SOLE *et al.*, 2007). Nesse sentido, é possível avaliar as ações musculares excêntricas e concêntricas dos músculos flexores e extensores de joelhos, em diferentes velocidades angulares, como 60°/s.

Ao longo dos anos, essa avaliação tem demonstrado relações com lesões na articulação dos joelhos, sendo esta, uma das principais causas de lesões de atletas de futebol (DICK *et al.*, 2007; WONG; HONG, 2005). Alguns trabalhos, avaliando a razão entre o torque isocinético da musculatura agonista pela antagonista (ago/anta.) de flexão do joelho, encontraram um valor de 0,6 para velocidades de 60°/s. Abaixo desse valor, os jogadores estariam predispostos a maior incidência de lesões na articulação dos joelhos (DANESHJOO *et al.*, 2013), indicando que o desequilíbrio muscular seria um fator preditivo de episódios lesivos. Investigando essa razão, alguns autores identificaram essa mesma relação, em diferentes esportes, como o basquete e o futebol. Um estudo prospectivo realizado com atletas do sexo masculino e feminino, das duas modalidades, encontrou essa relação entre a musculatura isquiotibial e do quadríceps, na velocidade de 60°/s, como sendo associado ao maior número de lesões de não-contato, sendo inseridas nas análises, lesões por estiramento, entorse ou *overuse*, excluindo contusões, que são lesões causadas por contato direto no membro (KIM; HONG, 2011). Portanto, em primeira análise, a identificação de desequilíbrios de forças entre as musculaturas envolvidas na articulação do joelho pode ser um importante preditor de lesões, podendo ser inseridas nas análises das equipes esportivas de futebol feminino.

Os entendimentos das associações entre o desequilíbrio de forças de membros inferiores em relação às lesões, sobretudo da articulação dos joelhos, aparentemente estão bem estabelecidos na literatura. Assim, alguns trabalhos têm caminhado para novas perspectivas, como a relação dos resultados do teste com avaliações de

desempenho físico, como no futebol feminino universitário, no qual o pico de torque de flexão de joelhos apresenta alta correlação com a velocidade de chute, além de correlação moderada com desempenho de sprint de 100 m (BROOKS; CLARK; DAWES, 2013), uma vez que o teste se trata da força associada com a velocidade de movimento do membro, podendo possuir certa transferência de ações para movimentos esportivos, como os movimentos observados no estudo. Da mesma maneira, outro estudo, avaliando 10 semanas de trabalho no futebol masculino, sendo 4 semanas de pré-temporada e 6 semanas de temporada regular, também encontrou correlações de métricas avaliadas no teste de força isocinética de membros inferiores com resultados de avaliações, como a razão ago/anta. na perna direita e esquerda, e a distância total percorrida em *sprint* (CLEMENTE *et al.*, 2019), indicando que talvez estes testes estando relacionados, podem ser um dos preditores de desempenho físico em avaliações.

Ademais, aparentemente as métricas avaliadas podem apresentar resultados distintos de acordo com algumas características dos avaliados. No futebol, por exemplo, aparentemente a função exercida pelos jogadores no campo podem impactar no torque da musculatura isquiotibial e do quadríceps, encontrado resultados menores nos goleiros e meio-campistas centrais, os chamados volantes, em relação aos laterais, meio-campistas ofensivos e atacantes (ŚLIWOWSKI *et al.*, 2017). Além disso, é também possível observar diferenças na razão ago/anta. de acordo com a perna dominante e não dominante (ŚLIWOWSKI *et al.*, 2017).

Como vimos, o teste de força isocinética de membros inferiores tem se mostrado uma importante ferramenta de análise preditora de lesões, além de estar relacionada com o desempenho físico de atletas de futebol, sendo assim, uma importante ferramenta para profissionais que trabalham com a modalidade. Entretanto, quanto a relação do teste e métricas de jogos de futebol, ou seja, as ações que os atletas realizam em jogos oficiais, a chamada carga externa, ainda não estão elucidados na literatura, abrindo uma lacuna da possibilidade de predição de desempenho de atletas em jogos oficiais, uma vez que inicialmente, algumas métricas dos testes podem estar relacionadas com algumas ações dos jogos, uma vez que nas ações esportivas do futebol estão envolvidas a relação força e velocidade de movimento, em ações de deslocamento angular, como a razão ago/anta. do pico de torque de flexão dos joelhos

com acelerações e desacelerações (CHAOUACHI *et al.*, 2012; MARA *et al.*, 2017a), além de mudanças de direções, sendo estas, métricas determinantes dos jogos.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Cuidados éticos**

Esse estudo respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012), tratando-se de estudos com seres humanos. Todos os procedimentos foram submetidos à análise do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CEP-UFMG), e foi aprovado sob o parecer no 4.983.415 (CAAE: 47083721.0.0000.5149) (ANEXO).

Todos os dados do teste isocinético foram obtidos através de avaliações de rotina realizadas pelos profissionais da Confederação Brasileira de Futebol (CBF), previamente às competições oficiais que as jogadoras convocadas disputariam, além dos dados de carga externa coletados nos jogos oficiais disputados, no ano de 2016. Todos os dados foram tornados anônimos, através da quantificação numérica das jogadoras, atrelando um número para cada atleta, para garantir o anonimato da amostra. Todos os dados foram provenientes do banco de dados da CBF.

#### **3.2 Amostra**

A amostra foi composta inicialmente por 30 jogadoras de futebol da seleção brasileira de futebol feminino, sendo 12 jogadoras da categoria sub-20 e 18 jogadoras da categoria profissional. As atletas profissionais foram convocadas para a disputa dos Jogos da XXXI Olimpíada Rio 2016, disputada no Rio de Janeiro, no mês de agosto de 2016. As atletas sub-20 foram convocadas para a disputa da Copa do Mundo FIFA de Futebol Feminino sub-20 de 2016, disputada em Papua-Nova Guiné, entre os meses de novembro e dezembro de 2016. Posteriormente, como critério de inclusão para esse trabalho, as atletas deveriam ter todos os dados do teste de força isocinética de membros inferiores que foi utilizado no estudo (item “3.3 Coleta de dados”), ter ao menos a participação em algum dos jogos realizados por no mínimo 90 minutos e não serem goleiras. Assim, para as análises, 15 atletas passaram pelos critérios de inclusão, sendo 6 atletas que estavam na categoria profissional, composta por duas zagueiras, uma meio-campista e três atacantes, e 9 atletas na categoria sub-20, composta por duas zagueiras, cinco meio-campistas e duas atacantes.

### 3.3 Coleta de dados

#### 3.3.1 Avaliação de força isocinética de membros inferiores

Previamente, entre 3 a 10 meses, às competições disputadas pelas respectivas categorias, foram avaliadas por meio de um teste de força isocinética de membros inferiores, pelos profissionais da CBF envolvidos na preparação destas categorias para as competições.

Como forma de avaliação, foi utilizada a força concêntrica isocinética de flexão e extensão de joelhos, com velocidade de 60°/s. Inicialmente as atletas eram posicionadas em um dinamômetro isocinético (System 4 PRO™, Biodex Medical Systems, Shirley, New York, EUA), com a perna posicionada a 90° de flexão do joelho. Ao iniciar o teste, as atletas foram orientadas a realizarem o esforço máximo contra a resistência imposta, realizando força concêntrica de extensores de joelhos para elevar a resistência do dinamômetro. Posteriormente foi realizada força concêntrica de flexores de joelhos para declinar a resistência do dinamômetro. Foram realizadas cinco repetições em cada membro inferior, com intervalo de um minuto e trinta segundos entre a região anterior e posterior de cada membro. Para as análises, foram consideradas as medidas de pico de torque de extensão e flexão dos joelhos em ambas as pernas, sendo considerado a avaliação da razão do pico de torque entre a musculatura agonista (musculatura isquiotibial) e antagonista (musculatura do quadríceps) de flexores de joelhos (ago/ant.) (DANESHJOO *et al.*, 2013; PAUL; NASSIS, 2015; ŚLIWOWSKI *et al.*, 2017).

**Figura 1 - Imagem ilustrativa do teste de força isocinética de membros inferiores**



Fonte: [www.biodex.com](http://www.biodex.com)

### 3.3.2 Coleta de dados da carga externa de jogos oficiais

As jogadoras que participaram do estudo disputaram duas competições, sendo uma delas os Jogos da XXXI Olimpíada Rio 2016, no qual a seleção brasileira realizou seis partidas: três na fase de grupos da competição, com caráter classificatório por somatório de pontos (três pontos em caso de vitória, um ponto em caso de empate e nenhum ponto, em caso de derrota), e três partidas na fase eliminatória, com caráter eliminatório em caso de derrota. A seleção brasileira terminou a competição em quarto lugar.

A outra competição analisada foi a Copa do Mundo FIFA de futebol feminino sub-20 de 2016, no qual a participação das atletas era composta obrigatoriamente por jogadoras abaixo dos 20 anos de idade. A seleção brasileira realizou quatro partidas: três na fase de grupos da competição, com caráter classificatório por somatório de pontos (três pontos em caso de vitória, um ponto em caso de empate e nenhum ponto, em caso de derrota), e uma partida na fase eliminatória, com caráter eliminatório em caso de derrota. A seleção brasileira finalizou a sua participação nas quartas de final, não avançando para a próxima fase.

Durante os jogos, as atletas atuaram utilizando um GPS acoplado na porção superior das costas por uma cinta de neoprene. O GPS foi operado a 10 Hz (MinimaxX GPS units; Team S5, Catapult Innovations, Melbourne, Australia), além de conter um

acelerômetro tri-axial (100 Hz), usado para quantificar as acelerações tri-axiais do corpo (Player Load®). Foram consideradas para as análises as variáveis de distância total percorrida (m), número total de acelerações ( $>1\text{m/s}^2$ ), número total de desacelerações ( $<-1\text{m/s}^2$ ), distância total percorrida em aceleração ( $>1\text{m/s}^2$ ) e desaceleração ( $<-1\text{m/s}^2$ ), o número de mudanças de direções realizadas para a esquerda, direita e total, bem como o *pace* (min/km) (CHAOUACHI *et al.*, 2012; RAMOS *et al.*, 2019), calculado segundo a relação da distância total percorrida no jogo, pelo tempo total de jogo para cada atleta, obtendo o tempo total médio percorrendo 1 km, segundo a equação:

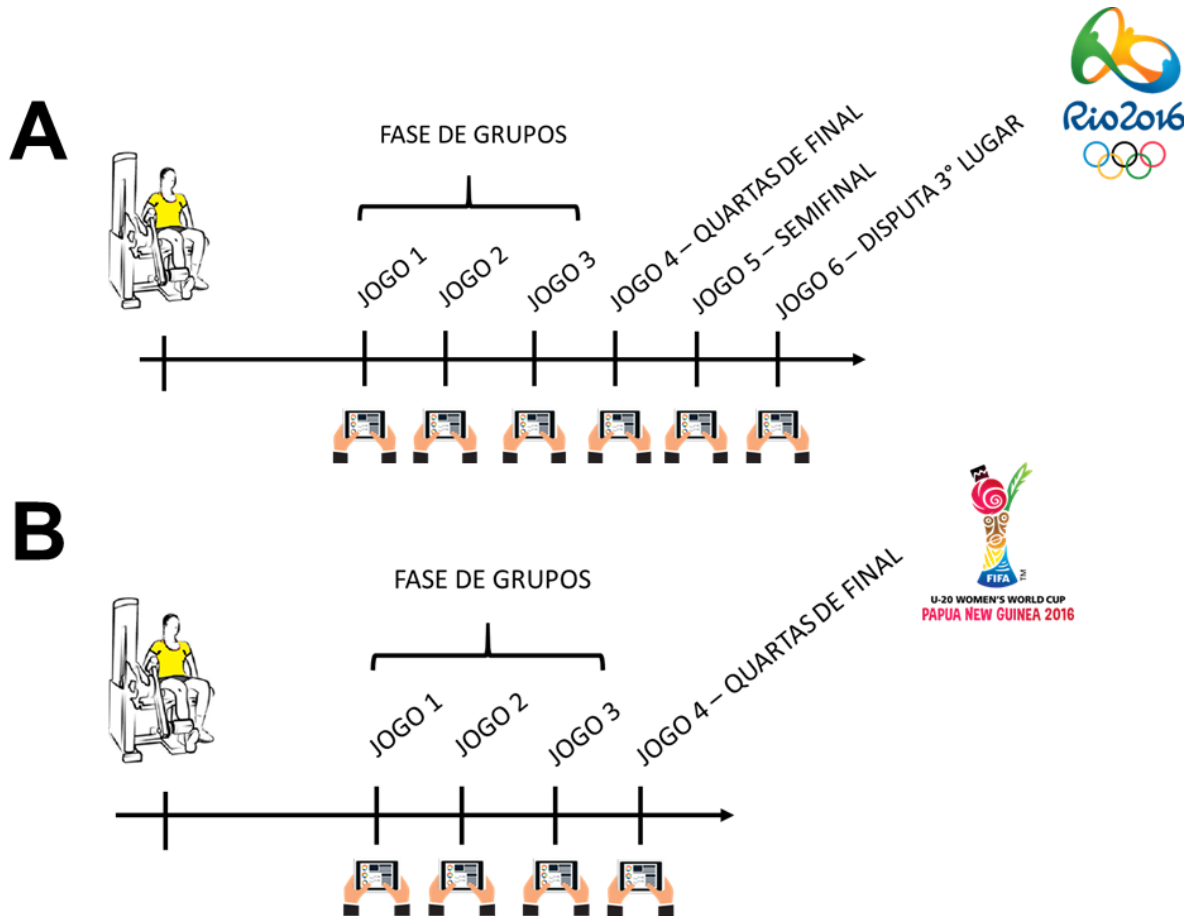
$$p = \frac{t \text{ (min.)}}{D \text{ (km)}}$$

*p*: *pace* (min/km)

*t*: tempo (min.)

*D*: distância total percorrida (km)

Figura 2 - Delineamento do estudo.



Legenda: Painel A: Delineamento para as atletas que disputaram os Jogos da XXXI olimpíada Rio 2016. Painel B: Delineamento para as atletas que disputaram a Copa do Mundo FIFA de futebol feminino sub-20.

Fonte: Elaboração própria.



#### 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva foi apresentada por média, mediana e desvio padrão dos dados. Foi realizado o pressuposto de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo atendida a normalidade caso a probabilidade de significância for  $p > 0,05$ .

***Ao ser atendida a normalidade***, para a estatística inferencial, foram realizadas correlações de Pearson entre as métricas do teste isocinético de membros inferiores (razão ago/anta. perna direita, perna esquerda e total) e as métricas de carga externa nos jogos (distância total percorrida, *pace*, número de acelerações ( $>1\text{m/s}^2$ ), número de desacelerações ( $< -1\text{ m/s}^2$ ), distância total percorrida em aceleração ( $>1\text{m/s}^2$ ), distância total percorrida em desaceleração ( $< -1\text{m/s}^2$ ), número de mudanças de direções para a direita, esquerda e total).

***Para os dados que não atenderam o pressuposto de normalidade***, foram realizadas correlações de Spearman entre as mesmas métricas do teste isocinético e de carga externa nos jogos. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . Quando significativo, o valor R, indicando a correlação, foi interpretado como:

pequeno ( $R = 0 - 0,3$ ), moderado ( $R = 0,31 - 0,49$ ), alto ( $R = 0,5 - 0,69$ ), muito alto ( $R = 0,7 - 0,89$ ) e quase perfeito ( $R = 0,9 - 1,0$ ) (HOPKINS *et al.*, 2009).

Após isso, as análises foram subdivididas em duas categorias: idade e razão ago/anta. Foram realizadas duas separações em subgrupos, nas duas categorias, sendo elas:

***subgrupo acima da média e subgrupo abaixo da média***, portanto, foram separados *subgrupos de atletas acima e abaixo da média de idade*, realizando os mesmos procedimentos feitos no primeiro momento (pressuposto de normalidade de Shapiro-Wilk, Correlação de Pearson ou Spearman). Além disso, *subgrupos de atletas acima e abaixo da média da razão ago/anta. total*, realizando os mesmos procedimentos feitos no primeiro momento (pressuposto de normalidade de Shapiro-Wilk, Correlação de Pearson ou Spearman). A segunda divisão (razão ago/anta. total) foi realizada apenas em referência ao valor total, uma vez que a separação dos grupos, seguindo a média da razão ago/anta. da perna direita e esquerda foi a mesma, ou seja, independentemente do valor de referência para a separação dos subgrupos, os dados foram os mesmos.

Por fim, foram realizadas, nessas situações, a comparação da média, quando atendido o pressuposto de normalidade dos dados, através do teste t, adotando o nível de significância de  $p < 0,05$ . Caso o pressuposto não fosse atendido, foi realizado a comparação das medianas.

Todas as análises foram feitas no pacote de análises SigmaPlot 11.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, Estados Unidos da América).

## 5 RESULTADOS

Os dados da estatística descritiva (métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa) estão presentes nas tabelas 1, 2 e 3, assim divididos:

- Tabela 1: os dados referentes ao grupo como um todo (grupo geral);
- Tabela 2: os dados dividindo entre as categorias de idade e desequilíbrio de força, com seus respectivos subgrupos acima e abaixo da média de idade do grupo geral;
- Tabela 3: os dados dividindo o subgrupo acima e abaixo da média da razão ago/anta. total do grupo geral

**Tabela 1 - Métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa no grupo geral, em média, mediana e desvio padrão (DP).**

Grupo geral (n = 15)			
Variáveis	Média	Mediana	DP
Idade (anos)	23,20	20,00	6,05
Razão ago/anta. total	0,54	0,53	0,06
Razão ago/anta. esquerda	0,55	0,54	0,07
Razão ago/anta. direita	0,54	0,53	0,06
Distância total percorrida (m)	9765,22	9763,97	597,13
Pace (min/km)	10,23	10,26	0,63
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	189,09	185,00	22,93
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	169,65	173,00	34,04
Mudanças de direções - total	158,67	195,00	153,30
Mudanças de direções - esquerda	86,40	100,00	84,60
Mudanças de direções - direita	72,26	84,50	70,42
Distância total percorrida em aceleração (m)	930,90	917,74	122,84
Distância total percorrida em desaceleração (m)	393,84	391,08	53,39
Perna dominante (n)	Esquerda (7)	Direita (8)	

Foram observadas diferenças em relação à média dos valores da razão ago/anta. total ( $p < 0,001$ ), da perna direita ( $p = 0,003$ ) e da perna esquerda ( $p < 0,001$ ), além do pace ( $p < 0,001$ ), número de acelerações ( $p < 0,001$ ) e desacelerações ( $p < 0,025$ ), distância total percorrida em aceleração e desaceleração ( $p < 0,001$ ), quando os dados foram separados em relação à idade média (Tabela 2). Foram

também observadas diferenças em relação à mediana dos dados nas variáveis idade ( $p=0,002$ ), distância total percorrida ( $p=0,004$ ) e mudanças de direções total ( $p=0,008$ ), esquerda ( $p=0,004$ ) e direita ( $p=0,039$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2 - Métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa nos subgrupos acima e abaixo da idade média do grupo geral, em média, mediana e desvio padrão (DP).**

Variáveis	Subgrupo acima da idade média geral (n = 5)			Subgrupo abaixo da idade média geral (n = 10)			
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	p
Idade (anos)	30,40	31,00	5,13	19,60	19,50	1,43	0,002 #
Razão ago/anta. total	0,61	0,63	0,03	0,51	0,50	0,04	<0,001 *
Razão ago/anta. esquerda	0,62	0,62	0,03	0,51	0,50	0,06	0,003 *
Razão ago/anta. direita	0,61	0,60	0,03	0,51	0,51	0,03	<0,001 *
Distância total percorrida (m)	11411,81	11005,63	1787,84	9777,09	9824,32	656,9 5	0,004 #
Pace (min/km)	9,29	9,32	0,66	10,25	10,30	0,68	<0,001 *
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	231,92	224,50	35,63	189,21	184,00	23,95	<0,001 #
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	192,50	189,00	26,21	167,79	166,00	32,25	0,025 *
Mudanças de direções - total	380,50	348,50	116,53	278,89	281,50	63,78	0,008 #
Mudanças de direções - esquerda	213,66	208,00	62,36	151,57	148,00	38,83	0,004 #
Mudanças de direções - direita	166,83	154,50	56,63	127,32	125,50	31,00	0,039 #
Distância total percorrida em aceleração (m)	1162,94	1163,00	198,12	928,89	910,75	128,5 4	<0,001 *
Distância total percorrida em desaceleração (m)	576,80	601,61	88,21	403,77	394,30	58,76	<0,001 *
Perna dominante (n)	Esquerda (2)	Direita (3)		Esquerda (5)	Direita (5)		

**Legenda: \* Diferença significativa em relação à média; # Diferença significativa em relação à mediana.**

Quando os dados foram separados utilizando como referência a razão ago/anta. total, foram observadas diferenças em relação à média dos dados das razões ago/anta. total, perna esquerda e perna direita ( $p<0,001$ ), além do pace ( $p=0,024$ ) (Tabela 3). Foram também observadas diferenças em relação à mediana

dos dados nas variáveis idade ( $p=0,006$ ), distância total percorrida ( $p=0,049$ ), número de acelerações ( $p=0,036$ ), distância total percorrida em aceleração ( $p=0,049$ ) e distância total percorrida em desaceleração ( $p<0,001$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Métricas do teste isocinético e variáveis de carga externa nos subgrupos acima e abaixo da razão ago/anta. total do grupo geral, em média, mediana e desvio padrão (DP).**

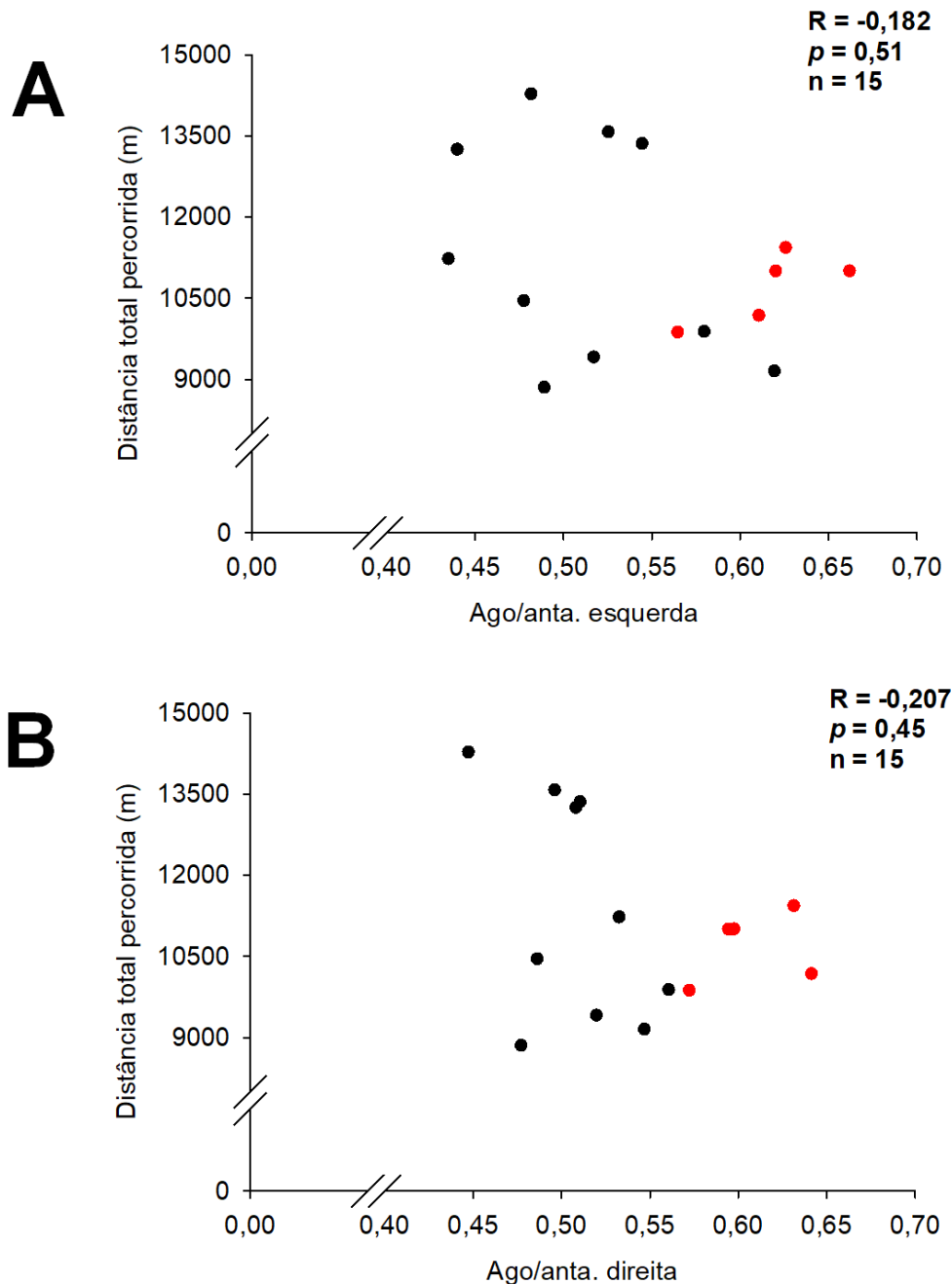
Variáveis	Subgrupo acima da razão ago/anta. total média (n = 7)			Subgrupo abaixo da razão ago/anta. total média (n = 8)			
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	p
Idade (anos)	27,71	28,00	6,32	19,25	19,50	0,89	0,006 #
Razão ago/anta. total	0,60	0,61	0,03	0,49	0,48	0,02	<0,001 *
Razão ago/anta. esquerda	0,61	0,62	0,03	0,49	0,49	0,04	<0,001 *
Razão ago/anta. direita	0,59	0,59	0,04	0,50	0,50	0,03	<0,001 *
Distância total percorrida (m)	10866,45	10445,61	1710,72	9777,47	9825,40	608,22	0,049 #
Pace (min/km)	9,65	9,58	0,88	10,21	10,23	0,64	0,024 *
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	216,50	209,50	39,82	190,18	186,50	22,85	0,036 #
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	178,44	177,00	33,57	172,55	173,50	31,82	0,573
Mudanças de direções - total	327,28	305,00	123,20	294,73	293,00	60,73	0,755
Mudanças de direções - esquerda	182	174,00	68,93	160,55	161,00	38,13	0,55
Mudanças de direções - direita	145,28	129,50	56,09	134,18	130,00	30,58	1
Distância total percorrida em aceleração (m)	1077,61	1090,36	218,60	934,87	920,04	124,21	0,049 #
Distância total percorrida em desaceleração (m)	530,21	558,95	104,65	394,69	393,60	54,48	<0,001 #
Perna dominante (n)	Esquerda (3)	Direita (4)		Esquerda (4)	Direita (4)		

**Legenda:** \* Diferença significativa em relação à média; # Diferença significativa em relação à mediana.

Nas análises de correlações, o grupo geral não demonstrou nenhuma correlação significativa para nenhuma variável, entretanto, foi observada uma tendência de posicionamento dos dados ao longo dos gráficos de dispersão, com uma

clara separação de grupos, como exemplo, a figura 3, referente a correlação da razão ago/anta. da perna esquerda e direita com a distância total percorrida (m).

**Figura 3 - Gráficos de dispersão da correlação entre distância total percorrida e razão ago/anta. da perna esquerda e direita, no grupo geral.**



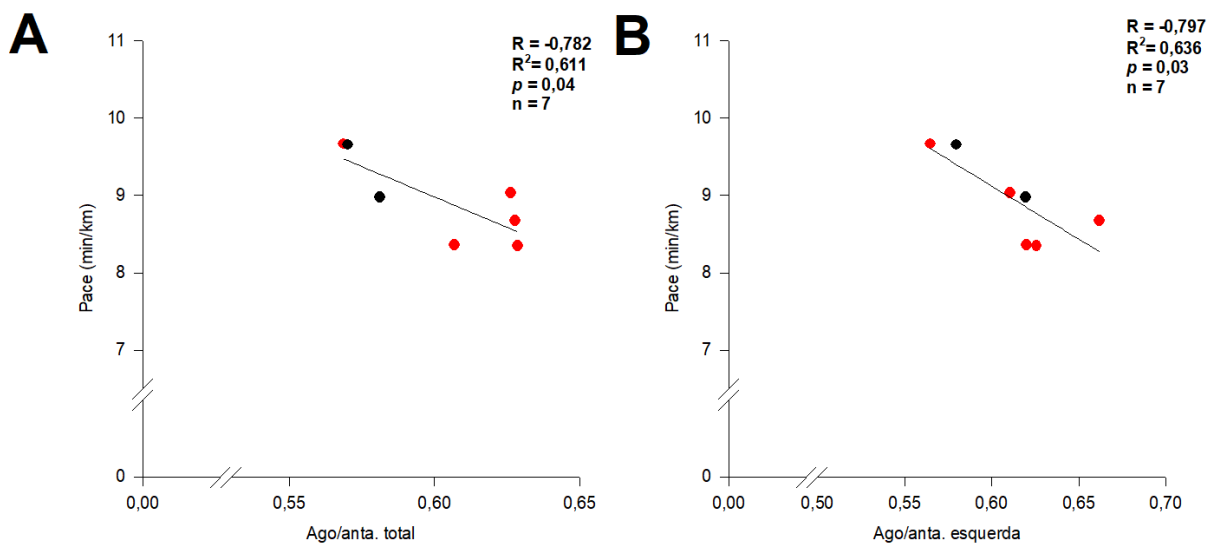
**Legenda:** Painel A: Gráfico de dispersão da correlação entre a razão ago/anta. esquerda e a distância total percorrida; Painel B: Gráfico de dispersão da correlação entre a razão ago/anta. direita e a distância total percorrida.

●: Dados das jogadoras com idade acima da média do grupo geral; ●: Dados das jogadoras com idade abaixo da média do grupo geral.

O grupo foi dividido segundo a idade média do grupo geral, não encontrando nenhuma correlação significativa entre as variáveis nos dados que pertenciam tanto ao subgrupo de jogadoras com idade acima da média geral, quanto abaixo da média geral ( $p > 0,05$ ).

Além da divisão realizada pela idade média, o grupo geral também foi dividido entre jogadoras que possuíam a razão ago/anta. total acima e abaixo da média do grupo geral. No subgrupo de jogadoras acima da razão ago/anta. total média, foram encontradas correlações inversas muito altas significativas entre o *pace* e a razão ago/anta. total ( $R = -0,782$ ;  $p = 0,04$ ) (figura 4 - A) e razão ago/anta. perna esquerda ( $R = -0,797$ ;  $p = 0,03$ ) (figura 4 - B), significando que ter menor desequilíbrio de forças se relacionou indicou um melhor *pace*.

**Figura 4 - Gráfico da correlação de Pearson entre o *pace* e a razão ago/anta. total e da perna esquerda, no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral.**



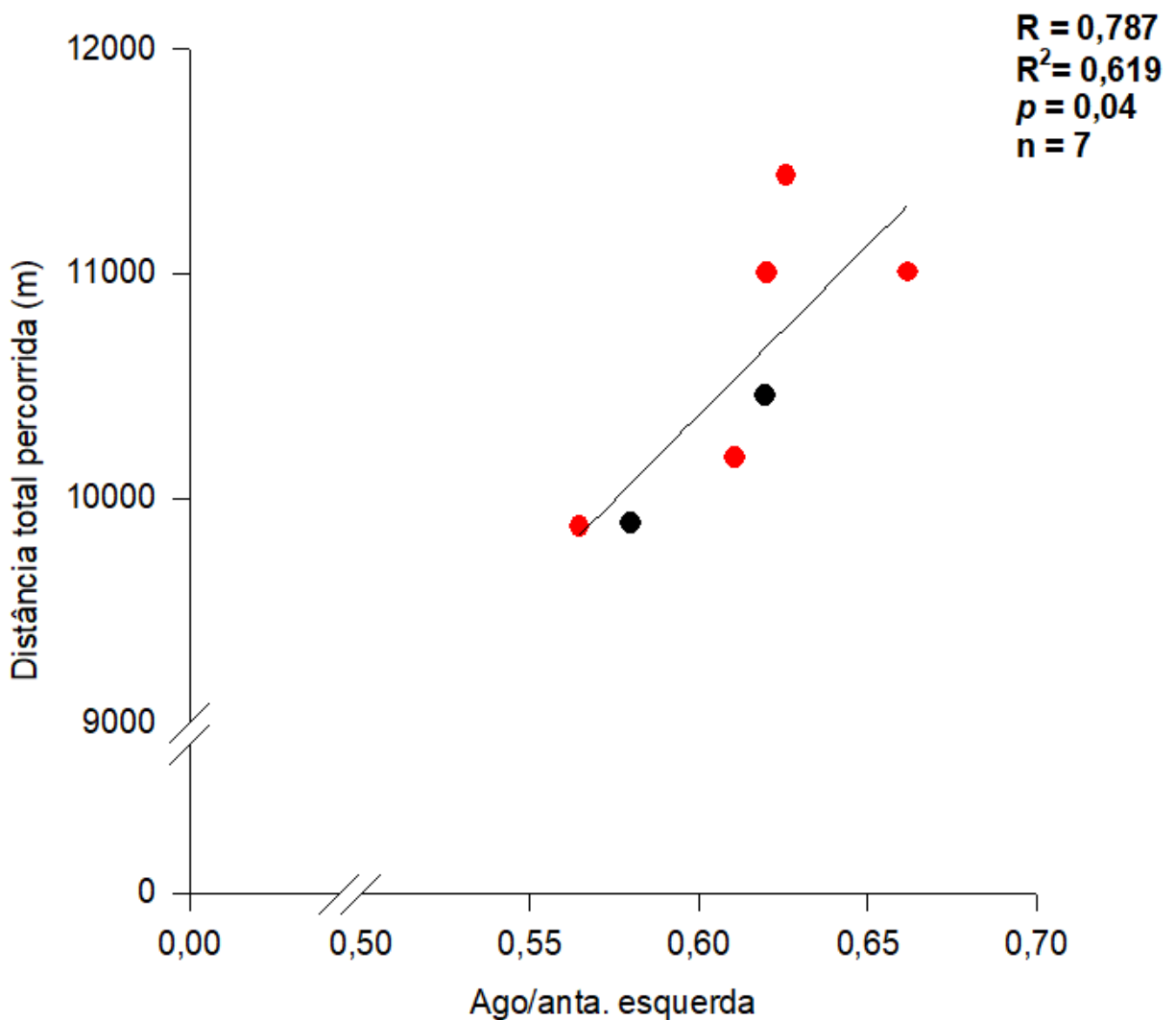
**Legenda: Painel A: gráfico da correlação de Pearson entre o *Pace* e a razão ago/anta. total. Painel B: gráfico da correlação de Pearson entre o *Pace* e a razão ago/anta. da perna esquerda.**

●: Dados das jogadoras com idade acima da média do grupo geral; ●: Dados das jogadoras com idade abaixo da média do grupo geral. R: Coeficiente de correlação;  $R^2$ : Coeficiente de determinação; n: Amostra.

Além disso, foram encontradas correlações diretas significativas muito elevadas entre a razão ago/anta. perna esquerda e a distância total percorrida ( $R = 0,787$ ;  $p = 0,04$ ) (figura 5) e razão ago/anta. perna esquerda e mudanças de direções

para à esquerda ( $R = 0,754$ ;  $p = 0,05$ ) (figura 6). Com isso, ter um menor desequilíbrio de força na perna esquerda possibilitou maior distância total percorrida e mais mudanças de direções para à esquerda.

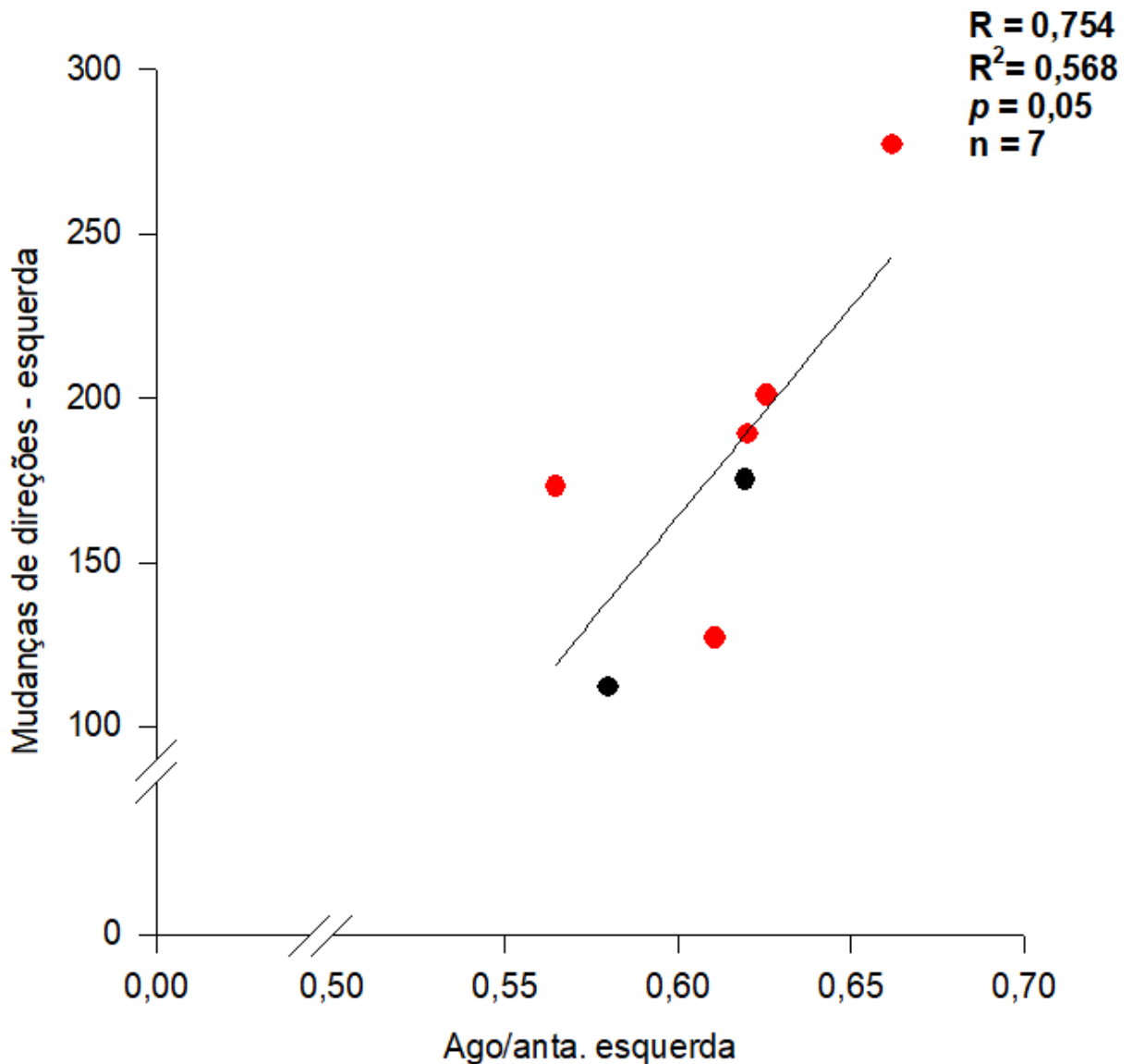
Figura 5 - Gráfico da correlação de Pearson entre a distância total percorrida e a razão ago/anta. da perna esquerda, no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral.



Legenda: ● : Dados das jogadoras com idade acima da média do grupo geral; ● : Dados das jogadoras com idade abaixo da média do grupo geral. R: Coeficiente de correlação;  $R^2$ : Coeficiente de determinação; n: Amostra.



Figura 6 - Gráfico da correlação de Pearson entre as mudanças de direções para à esquerda e a razão ago/anta. da perna esquerda, no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral.



Legenda: ●: Dados das jogadoras com idade acima da média do grupo geral; ●: Dados das jogadoras com idade abaixo da média do grupo geral. R: Coeficiente de correlação;  $R^2$ : Coeficiente de determinação; n: Amostra.

Para as demais análises, não foram encontradas correlações em nenhum momento (grupo geral e subgrupos acima e abaixo da média de idade geral, acima e abaixo da média da razão ago/anta. total geral) (Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 - APÊNDICES).

## 6 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo foram que as atletas que apresentam idades acima da média do grupo geral (23,20 anos) demonstraram maiores valores nas métricas de carga externa e do teste isocinético de membros inferiores, assim como o grupo que apresentou menor desequilíbrio muscular, isto é, maior razão do pico de torque da musculatura ago/anta. de flexores de joelhos, com valores maiores da razão ago/anta. total. Além disso, foi observado que a orientação de uma ligação entre métricas de carga externa, como mudanças de direções para à esquerda, distância total percorrida e *pace*, ao menor desequilíbrio muscular e não a idade propriamente dita.

Inicialmente, ao separar os grupos por idade, pode-se observar que todas as métricas analisadas possuíram maiores valores no grupo de jogadoras acima da idade média do grupo geral (23,20 anos). Esses dados apresentam concordância com a literatura, uma vez que já está demonstrado que atletas de futebol feminino de categorias maiores, ou seja, mais velhas, apresentam também maiores valores em métricas semelhantes às estudadas neste trabalho, para a análise da carga externa. No geral, atletas de elite apresentam, por exemplo, 9600 a 10440 m de distância total percorrida (TAYLOR *et al.*, 2017), enquanto atletas em categorias inferiores percorrem distâncias menores (TAYLOR *et al.*, 2017; VESCOVI, 2014). Nesse estudo, foram apresentados maiores valores nessa medida, em relação a literatura, em atletas acima da idade média e estas, sendo todas pertencentes à categoria profissional (11411,81 ± 1787,84 m), mas mantendo a mesma lógica de maiores valores em relação à categorias menores (9777,09 ± 656,95 m). Em nosso trabalho, foram estudadas atletas pertencentes a categoria sub-20 e os dados apresentados (abaixo da idade média) representam majoritariamente atletas dessa categoria, com exceção de uma atleta que estava na categoria profissional.

Considerando a intensidade do jogo, alguns autores têm utilizado a análise de parâmetros como ações em *sprints*, acelerações e desacelerações. No trabalho de Mara *et al.*, (2017a) observou-se que o número de acelerações e desacelerações, bem como a distância percorrida nessas condições, em atletas de futebol feminino, podem variar de acordo com a posição das atletas em campo, sendo que as meio-campistas e atacantes apresentaram maiores valores do que as defensoras, mas no geral, as atletas desempenharam 423 ± 126 ações em aceleração e 430 ± 125 ações

em desaceleração, resultados mais elevados do que os observados em nosso estudo ( $189,09 \pm 22,93$  ações em aceleração e  $169,65 \pm 34,04$  ações em desaceleração). Possivelmente esses resultados podem estar ligados às diferenças nas amostras analisadas nos dois estudos. No trabalho de Mara *et al.*, (2017a), estas métricas de acelerações e desacelerações foram mensuradas em variadas posições (zagueiras, laterais, meio-campistas centrais e ofensivas, atacantes de ponta e atacantes centrais), o que pode ter impactado no número total de ações em aceleração e desaceleração, como ocorrido com as laterais. Já em nosso estudo, isso não pôde ser observado, uma vez que a amostra de laterais foi excluída em função da perda amostral seguindo os critérios de inclusão do trabalho (atletas que fizeram o teste isocinético de membros inferiores).

A análise dos nossos dados nos apresenta claramente que nas categorias estudadas, atletas com maior idade podem apresentar maiores valores em variáveis de carga externa dos jogos, bem como as medidas do teste isocinético analisadas. Neste sentido, algumas hipóteses têm sido propostas para explicar o comportamento destas variáveis no grupo de atletas com idade acima da idade média do grupo geral. Uma primeira hipótese seria que estas atletas apresentam um estágio mais avançado de treinamento, o que poderia levar à otimização do desempenho, que não só se refletiria nos componentes técnico-táticos, mas também poderiam influenciar nas variáveis de carga externa mensuradas, bem como nas capacidades físicas (RAMOS *et al.*, 2019), podendo impactar no equilíbrio de forças avaliadas no teste isocinético (ago/anta. total), em ambas as pernas. Tem sido observado que, no caso de atletas do sexo masculino, à medida que a maturidade biológica avança, suas capacidades físicas, como a força e a potência, melhoram de forma contínua (LLOYD *et al.*, 2011; MORAN *et al.*, 2017), até atingirem um estado maturacional limite. Entretanto, no caso de atletas do sexo feminino, observou-se que o desenvolvimento das capacidades físicas ligadas à maturação biológica pode alcançar um estado maturacional limite mais cedo, por volta dos 17 anos, e que o desenvolvimento destas capacidades físicas, após esta faixa etária, se dá através de adaptações aos treinamentos físicos aplicados à elas (RAMOS *et al.*, 2021). No presente estudo, a amostra apresentava idades superiores a 17 anos, tornando as análises acima da idade dita de “limite maturacional” para mulheres. Assim, a partir do status de treinamento das atletas, uma vez que muitas delas competiam na categoria profissional, possivelmente as atletas

em idades superiores tinham programas de treinamentos físicos e intensidades de jogos nas competições mais elevadas em seus clubes, do que as atletas que estavam abaixo da idade média geral, e que, geralmente, disputavam competições em categorias menores (sub-20). Poucas das atletas nas categorias sub-20 disputam competições profissionais, o que se traduz em competições nas quais o nível de exigência técnica e tática, e principalmente o volume e a intensidade dos jogos, seriam significativamente menores.

O perfil da análise de correlação entre os dados relacionados ao desequilíbrio de forças nas pernas esquerda e direita, e a distância total percorrida (m) (figura 3) nos mostrou uma separação clara na dispersão dos dados para os diferentes grupos etários (maiores e menores que a idade média do grupo geral), o que não permitiu observar correlações significativas entre essas variáveis, bem como às outras medidas estudadas (tabela 4 – APÊNDICES). Assim, separando segundo a idade média do grupo (23,20 anos), não foram observadas correlações significativas (tabelas 5 e 6 – APÊNDICES). Isso nos fez questionar se a idade das atletas iria interferir nos resultados, ou se as análises de correlações entre as métricas de carga externa e a relação de forças entre os músculos isquiotibiais e do quadríceps deveriam ser feitas mediante ao desequilíbrio de forças, indicado pela razão ago/anta. de flexores de joelhos. Provavelmente, a ausência de correlação entre as variáveis de desequilíbrio de forças nas pernas esquerda e direita e as métricas de carga externa deveu-se, como já discutido, às diferenças no nível de treinamento das atletas e conseqüentemente na sobrecarga física, técnica e tática imposta pelas categorias às quais elas pertenciam. Esta hipótese se reflete na observância de correlações significativas e elevadas em alguns parâmetros do teste isocinético (razão ago/anta. total e da perna esquerda) com variáveis de carga externa (*pace*, distância total percorrida e número de mudanças de direções para à esquerda), quando os dados foram separados em acima da razão ago/anta. total média do grupo geral (figuras 4, 5 e 6).

O *pace* é uma medida que fixa uma distância (1 km) e avalia o quanto de tempo é gasto para alcançar essa distância. Com isso, algumas variáveis mecânicas podem ser importantes para a determinação de melhores desempenhos, dentre elas, as acelerações. No processo de aceleração, é possível observar, no ponto de vista biomecânico e cinemático, a participação da musculatura do quadrípés e isquiotibial,

promovendo a flexão e extensão dos joelhos, combinado com as movimentações do quadril, para promover propulsão à pessoa que se desloca (SMALL *et al.*, 2009). Nos momentos de *sprints*, por exemplo, que são momentos que demandam maiores acelerações, é necessário que se tenha uma combinação de forças contra o solo em determinadas fases do movimento, sendo a fase de propulsão mais determinada pela força do quadríceps, composta pelas musculaturas do vasto lateral, intermédio e medial, além do reto femoral, e a fase de aterrissagem, pela força excêntrica dos músculos isquiotibiais, compostos pelo semitendíneo, semimembranáceo e o bíceps femoral, que também é necessária, em função da sua ativação no momento de flexão do quadril (HIGASHIHARA *et al.*, 2018; SMALL *et al.*, 2009). Caso não haja uma relação de forças adequadas nessas musculaturas, a amplitude de passada e conseqüentemente a eficiência do movimento é comprometida (SMALL *et al.*, 2009). Assim, para a melhora do *pace*, é necessário que se tenha maiores distâncias percorridas em intervalos menores de tempo durante o jogo, promovendo um *pace* médio menor, o que indica melhor desempenho. Para isso, é preciso que as ações dos jogos, como as acelerações e desacelerações, que demandam a participação da musculatura da coxa, sejam otimizadas. Portanto, um menor desequilíbrio na relação de forças entre a musculatura agonista e antagonista (razão ago/anta.) da coxa possivelmente levaria a uma melhor efetividade de ações, como acelerações e desacelerações, traduzindo-se em um possível melhor desempenho no *pace*, como foi observado em nosso estudo.

Nesse mesmo sentido, podemos perceber pelos nossos dados, que a distância total percorrida também se relaciona, agora de forma positiva, com a razão ago/anta. da perna esquerda (figura 5), ou seja, quanto menor for o desequilíbrio de forças na musculatura da coxa na perna esquerda, maior é a distância total percorrida. A distância total percorrida é uma variável que comporta todas as ações que promovem deslocamento dos indivíduos, como acelerações e desacelerações. Como mencionado anteriormente, a relação de forças dos músculos do quadríceps e isquiotibiais impacta o processo de aceleração (HIGASHIHARA *et al.*, 2018; SMALL *et al.*, 2009). Além disso, podemos pensar na musculatura isquiotibial como uma musculatura importante para o processo de desaceleração, muitas vezes combinadas com as mudanças de direções nos jogos de futebol (CHAOUACHI *et al.*, 2012; MARA *et al.*, 2017a). Assim, ter um equilíbrio de forças entre os músculos do quadríceps e

isquiotibiais é de fundamental importância para o melhor aproveitamento das demandas dos jogos. Tal equilíbrio parece permitir às atletas desempenharem mais ações aceleradas e com mudanças de direções, sendo estas realizadas após ações em desaceleração, levando a uma distância total percorrida maior nos jogos, bem como maior número de mudanças de direções, como demonstrado na figura 6. Entretanto, para nossa amostra, essa correlação foi observada apenas na perna esquerda. Não estão ainda claras as razões pelas quais esta mesma correlação não foi observada também na perna direita, bem como quando a análise foi feita nas duas pernas (razão ago/anta. total).

É sabido que mensurações de força isocinética podem diferir de acordo com a perna dominante e não dominante das atletas. Śliwowski *et al.*, (2017), estudando jogadores de futebol masculino, encontraram que a perna dominante pode apresentar maiores valores na relação de forças ago/anta em relação a perna não dominante. Além disso, nesse mesmo estudo também foi observado que o pico de torque dos músculos do quadríceps e isquiotibiais pode variar de acordo com a posição dos jogadores, sendo geralmente menores nas posições de goleiros e meio-campistas com características defensivas. Öberg *et al.*, (1984), ao analisarem variáveis similares às aqui estudadas, encontraram que os jogadores que atuavam como atacantes apresentavam maiores valores para a relação de forças ago/anta., com velocidade angular de 30°/s, comparado a goleiros e defensores, reforçando a influência das posições dos jogadores sobre as relações de forças entre os músculos do quadríceps e isquiotibiais. Assim, podemos inferir que para a análise dos dados, a perna dominante e a posição das atletas podem ser consideradas. Em nosso trabalho, foi observado que 3 (duas atacantes e uma zagueira) das 7 atletas que possuíam a razão ago/anta. acima da média geral tinham a perna esquerda como dominante (tabela 3). Possivelmente, apesar da minoria do grupo apresentar a perna esquerda como dominante, essas atletas atuavam em posições que podem apresentar maiores valores para a relação de forças ago/anta., o que poderia ter levado a uma correlação significativa entre a razão ago/anta. da perna esquerda com o *pace*, a distância total percorrida e o número de mudanças de direções para a esquerda do estudo (figura 4 – B, 5 e 6; respectivamente).

Para a análise da intensidade geral dos jogos, esse trabalho visou analisar o *pace*, fixando um parâmetro: distância de 1000 m. Nessa perspectiva, podemos entender e

comparar diferentes posições, uma vez que já é estabelecido que distintas posições possuem diferentes demandas físicas, técnicas e táticas nos jogos (MARA *et al.*, 2017b; RAMOS *et al.*, 2017) e compará-las de acordo com as variáveis frequentemente utilizadas nos estudos sobre a carga externa no futebol, como a velocidade média, de forma não relativizada por um parâmetro fixo, como ocorre no *pace*, talvez não seria a melhor opção. Entendendo que as demandas dos jogos podem ser diferentes para cada jogadora, de acordo com sua posição e estado de treinamento, possivelmente a heterogeneidade das ações físicas, técnicas e táticas podem mitigar ou supervalorizar os resultados em variáveis como a velocidade média. Por exemplo, zagueiras possuem ações de *sprints* e acelerações, bem como distância total percorrida menores, em relação às meio-campistas, que por sua vez, possuem demandas diferentes nos jogos, que podem impactar naquelas mesmas métricas (RAMOS *et al.*, 2017). Além disso, as atletas podem ser substituídas ao longo do jogo, reduzindo o seu tempo de atividade. Nesse sentido, a utilização do *pace* como um dos parâmetros de avaliação de intensidade do jogo, pode ser uma ferramenta interessante para o melhor entendimento do esforço geral das atletas nos jogos, já que, independentemente do tempo de jogo das atletas, ao fixar uma distância (1000 m), é possível criar um parâmetro igual para todas, facilitando no entendimento das respostas de intensidade, comparando as posições das jogadoras. Portanto, embora ainda necessite de mais discussão, propomos a análise do *pace* como uma importante ferramenta para a avaliação da intensidade dos jogos, independentemente da posição das atletas.

Em se tratando de atletas femininas, nosso trabalho tem uma importante limitação: o não monitoramento do ciclo menstrual das atletas, que sabidamente pode impactar as variáveis analisadas (RANDELL *et al.*, 2021). No ciclo menstrual, composto por duas fases gerais (folicular e lútea), a atividade hormonal distinta destas, pode estar relacionada com a melhora da capacidade de força (CHIDI-OGBOLU; BAAR, 2019; THOMPSON *et al.*, 2020), como observado na fase folicular, na qual ocorre o pico de concentração do hormônio estrógeno (MIHM; GANGOOLY; MUTTUKRISHNA, 2011). Em trabalhos com animais, tem-se observado que o estrogênio pode estar relacionado a benefícios no desenvolvimento da massa muscular, bem como na capacidade de produção de força (MCCLUNG *et al.*, 2006). Além disso, é também sabido que a insuficiência desse hormônio pode se relacionar justamente com a perda da

capacidade de força muscular (KITAJIMA; ONO, 2016). A partir dessa perspectiva, como os hormônios ovarianos podem impactar em respostas da capacidade de força, alguns dos resultados aqui apresentados podem traduzir esse impacto, uma vez que possivelmente parte do grupo de atletas pode ter feito os testes de força isocinética de membros inferiores na fase folicular. Isso pode ter, por exemplo, potencializado os resultados, em comparação com atletas que podem ter realizado o teste na fase lútea. Além disso, como anteriormente discutido, a relação entre a posição das atletas (ÖBERG *et al.*, 1984; ŚLIWOWSKI *et al.*, 2017) e a perna dominante (ŚLIWOWSKI *et al.*, 2017) podem ter influenciado os resultados observados, como a razão ago/anta., avaliada nesse trabalho. Portanto, o ciclo menstrual também pode ter modulado estes resultados, modificando, por exemplo, as respostas da perna dominante, dependendo da fase do ciclo menstrual que estivesse no momento da realização do teste isocinético. Assim, estudos futuros para o futebol feminino, devem fazer o monitoramento do ciclo menstrual, para melhor entender as variações possíveis nas respostas de capacidades físicas, como a força, o que não foi possível fazer nesse trabalho.



## **7 CONCLUSÃO**

A razão do pico de torque entre a musculatura agonista e antagonista de flexão de joelhos pode ser um dos indicadores de desempenho físico de jogos oficiais, em atletas de futebol feminino de seleção nacional (atletas de elite), nos parâmetros de *pace*, como variável de intensidade, distância total percorrida, como variável de volume, além de mudanças de direções para a esquerda. As avaliações isocinéticas, podem ser, portanto, utilizadas por profissionais que trabalham com o futebol feminino como uma das ferramentas que indicam o desempenho físico em parâmetros de carga externa de jogos oficiais, podendo orientar nos planejamentos, nas avaliações e nas prescrições dos treinamentos para a otimização individual, podendo impactar no desempenho coletivo das equipes.

## REFERÊNCIAS

ADACHI, N. *et al.* Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 128, n. 5, p. 473–478, 2 maio 2008.

BANISTER, E. W.; CALVERT, T. W. Planning for future performance: implications for long term training. **Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport**, v. 5, n. 3, p. 170–6, set. 1980.

BORG, G. A. V. **Psychophysical bases of perceived exertion** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1982.

BOURDON, P. C. *et al.* Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. s2, p. S2-161-S2-170, abr. 2017.

BRADLEY, PAUL S.; SCOTT, D. FIFA Physical Analysis of Women's World Cup 2019. p. 169, 2019.

BROOKS, K. A.; CLARK, S. L.; DAWES, J. J. Isokinetic Strength and Performance in Collegiate Women's Soccer. **Journal of novel physiotherapies**, v. Suppl 3, n. 01, p. 001, 28 fev. 2013.

CHAOUACHI, A. *et al.* Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2667–2676, 2012.

CHIDI-OGBOLU, N.; BAAR, K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. JAN, 2019.

CLEMENTE, F. M. *et al.* Dose-response relationship between external load variables, body composition, and fitness variables in professional soccer players. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. APR, p. 1–9, 2019.

COMFORT, P. *et al.* Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 173–177, jan. 2014.

CROISIER, J.-L. *et al.* Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. **The American journal of sports medicine**, v. 36, n. 8, p. 1469–75, ago. 2008.

DANESHJOO, A. *et al.* Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. **Journal of Human Kinetics**, v. 36, n. 1, p. 45–53, 2013.

DARIDO, S. C. Futebol Feminino no Brasil: Do seu Início à Prática Pedagógica. **Motriz**, v. 8, n. 2, p. 1–7, 2002.

DICK, R. *et al.* Descriptive epidemiology of collegiate women's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association injury surveillance system, 1988-1989 through 2002-2003. **Journal of Athletic Training**, v. 42, n. 2, p. 278–285, 2007.

EHRMANN, F. E. *et al.* GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 2, p. 360–7, fev. 2016.

EUSTACE, S. J.; PAGE, R. M.; GREIG, M. Isokinetic strength differences between elite senior and youth female soccer players identifies training requirements. **Physical Therapy in Sport**, v. 39, p. 45–51, 2019.

FIFA. Women's Football Member Associations Survey Report. **Federation Internationale de Football Association**, p. 1–113, 2019.

FLECK, S. J. Periodized Strength Training: A Critical Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 1, p. 82–89, 1999.

FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **Journal of strength and conditioning research**, v. 15, n. 1, p. 109–15, fev. 2001.

FOUSEKIS, K. *et al.* Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 9, p. 709–714, 1 jul. 2011.

GABBETT, T. J. *et al.* The athlete monitoring cycle: A practical guide to interpreting and applying training monitoring data. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 20, p. 1451–1452, 2017.

GOELLNER, S. V. Mulher E Esporte No Brasil: Entre Incentivos E Interdições Elas Fazem História. **Pensar a Prática**, v. 8, n. 1, p. 85–100, 2006.

GOULART, K. N. DE O. *et al.* Recovery timeline following resistance training in professional female soccer players. **Science and Medicine in Football**, v. 4, n. 3, p. 233–239, 2020.

HADDAD, M. *et al.* Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, 2 nov. 2017.

HIGASHIHARA, A. *et al.* Differences in hamstring activation characteristics between the acceleration and maximum-speed phases of sprinting. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 12, p. 1313–1318, 2018.

HOOTMAN, J. M.; DICK, R.; AGEL, J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. **Journal of Athletic Training**, v. 42, n. 2, p. 311–319, 2007.

HOPKINS, W. G. *et al.* Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–12, 2009.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and external training load: 15 years on. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, 2019.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 583–592, 18 jun. 2005.

KELLMANN, M. *et al.* Recovery and performance in sport: Consensus statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 2, p. 240–245, 2018.

KIM, D.; HONG, J. Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 19, n. 1, p. 1–6, 2011.

KITAJIMA, Y.; ONO, Y. Estrogens maintain skeletal muscle and satellite cell functions.

**Journal of Endocrinology**, v. 229, n. 3, p. 267–275, jun. 2016.

LEE, E. C. *et al.* **Biomarkers in sports and exercise: Tracking health, performance, and recovery in athletes.** [s.l: s.n.]. v. 31

LLOYD, R. S. *et al.* The Influence of Chronological Age on Periods of Accelerated Adaptation of Stretch-Shortening Cycle Performance in Pre and Postpubescent Boys. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 1889–1897, jul. 2011.

MALONE, J. J. *et al.* To infinity and beyond: the use of GPS devices within the football codes. **Science and Medicine in Football**, v. 4, n. 1, p. 82–84, 2020.

MARA, J. K. *et al.* The acceleration and deceleration profiles of elite female soccer players during competitive matches. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 9, p. 867–872, 2017a.

MARA, J. K. *et al.* Quantifying the High-Speed Running and Sprinting Profiles of Elite Female Soccer Players During Competitive Matches Using an Optical Player Tracking System. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 6, p. 1500–1508, jun. 2017b.

MARTÍNEZ-LAGUNAS, V.; NIESSEN, M.; HARTMANN, U. Women's football: Player characteristics and demands of the game. **Journal of Sport and Health Science**, v. 3, n. 4, p. 258–272, 2014.

MCCLUNG, J. M. *et al.* Estrogen status and skeletal muscle recovery from disuse atrophy. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 100, n. 6, p. 2012–23, jun. 2006.

MCCORMACK, W. P. *et al.* Predictors of high-intensity running capacity in collegiate women during a soccer game. **Journal of strength and conditioning research**, v. 28, n. 4, p. 964–70, abr. 2014.

MCLAREN, S. J. *et al.* The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 641–658, 2018.

MIHM, M.; GANGOOLY, S.; MUTTUKRISHNA, S. The normal menstrual cycle in women. **Animal Reproduction Science**, v. 124, n. 3–4, p. 229–236, 2011.

MORAN, J. J. *et al.* Age-Related Variation in Male Youth Athletes' Countermovement Jump After Plyometric Training: A Meta-Analysis of Controlled Trials. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 2, p. 552–565, fev. 2017.

ÖBERG, B. *et al.* Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 5, n. 4, p. 213–216, 1984.

OKHOLM KRYGER, K. *et al.* Research on women's football: a scoping review. **Science and Medicine in Football**, v. 00, n. 00, p. 1–10, 2021.

PAUL, D. J.; NASSIS, G. P. Testing strength and power in soccer players: the application of conventional and traditional methods of assessment. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 6, p. 1748–58, jun. 2015.

PFISTER, G. Assessing the sociology of sport: On women and football. **International Review for the Sociology of Sport**, v. 50, n. 4–5, p. 563–569, 2015.

RAGO, V. *et al.* Methods to collect and interpret external training load using microtechnology incorporating GPS in professional football: a systematic review. **Research in Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 437–458, 2020.

RAMOS, G. P. *et al.* Movement Patterns of a U-20 National Women's Soccer Team during Competitive Matches: Influence of Playing Position and Performance in the First Half. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 10, p. 747–754, 2017.

RAMOS, G. P. *et al.* Activity Profiles in U17, U20, and Senior Women's Brazilian National Soccer Teams During International Competitions: Are There Meaningful Differences? **Journal of strength and conditioning research**, v. 33, n. 12, p. 3414–3422, 2019.

RAMOS, G. P. *et al.* Comparison of Physical Fitness and Anthropometrical Profiles Among Brazilian Female Soccer National Teams From U15 to Senior Categories. **Journal of strength and conditioning research**, v. 35, n. 8, p. 2302–2308, 2021.

RANDELL, R. K. *et al.* Physiological Characteristics of Female Soccer Players and Health and Performance Considerations: A Narrative Review. **Sports Medicine**, 2021.

ROMERO-PARRA, N. *et al.* Exercise-Induced Muscle Damage During the Menstrual Cycle: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of strength and**

**conditioning research**, v. 35, n. 2, p. 549–561, 2021.

ROWELL, A. E. *et al.* Identification of Sensitive Measures of Recovery After External Load From Football Match Play. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 7, p. 969–976, ago. 2017.

SELYE, H. **Stress of life**. [s.l.] New York, McGraw-Hill, 1956.

SILVA, J. R. *et al.* **Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis**. [s.l.] Springer International Publishing, 2018. v. 48

SJÖKVIST, J. *et al.* Recovery From High-Intensity Training Sessions in Female Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1726–1735, jun. 2011.

ŚLIWOWSKI, R. *et al.* The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–13, 2017.

SMALL, K. *et al.* Soccer fatigue, sprinting and hamstring injury risk. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 8, p. 573–578, 2009.

SOLE, G. *et al.* Test-Retest Reliability of Isokinetic Knee Extension and Flexion. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 5, p. 626–631, 2007.

TAYLOR, J. B. *et al.* Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2533–2551, 2017.

THOMPSON, B. *et al.* The Effect of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Acute Responses and Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review of the Literature. **Sports Medicine**, v. 50, n. 1, p. 171–185, 2020.

THORPE, R.; SUNDERLAND, C. Muscle damage, endocrine, and immune marker response to a soccer match. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 10, p. 2783–90, out. 2012.

TURNER, A. The science and practice of periodization: A brief review. **Strength and**

**Conditioning Journal**, v. 33, n. 1, p. 34–46, 2011.

VESCOVI, J. D. *et al.* Physical performance characteristics of high-level female soccer players 12-21 years of age. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 21, n. 5, p. 670–678, 2011.

VESCOVI, J. D. Motion characteristics of youth women soccer matches: Female Athletes in Motion (FAiM) study. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 2, p. 110–117, 2014.

WELFORD, J. Globalising Women's Football: Europe, Migration and Professionalization. **The International Journal of the History of Sport**, v. 32, n. 5, p. 726–728, 2015.

WIIG, H. *et al.* External Load Variables Affect Recovery Markers up to 72 h After Semiprofessional Football Matches. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 4 jun. 2019.

WILLIAMS, J.; HESS, R. Women, Football and History: International Perspectives. **International Journal of the History of Sport**, v. 32, n. 18, p. 2115–2122, 2015.

WONG, P.; HONG, Y. Soccer injury in the lower extremities. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 473–482, 2005.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J. **Science And Practice of Strength Training**. [s.l.] Human Kinetics, 2006.



## APÊNDICES

**Tabela 4 - Correlações entre as variáveis do isocinético (razão ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no grupo geral.**

Grupo geral (n=15)			
	Razão ago/anta. total	Razão ago/anta. esquerda	Razão ago/anta. direita
Distância total percorrida (m)	-0,271 s	-0,182 s	-0,207 s
<i>Pace</i> (min/km)	-0,45 s	-0,482 s	-0,386 s
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	-0,418 s	-0,357 s	-0,325 s
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	-0,318 s	-0,207 s	-0,236 s
Mudanças de direções - total	-0,162 p	-0,138 p	-0,167 p
Mudanças de direções - esquerda	-0,143 p	-0,106 p	-0,167 p
Mudanças de direções - direita	-0,196 s	-0,121 s	-0,107s
Distância total percorrida em aceleração (m)	-0,175 s	-0,114 s	-0,089 p
Distância total percorrida em desaceleração (m)	0,043 s	0,129 s	0,032 s

**Legenda: p: correlação de Pearson; s: correlação de spearman; \*:  $p < 0,05$ .**

**Tabela 5 - Correlações entre as variáveis do isocinético (razão ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo acima da idade média geral.**

subgrupo acima da idade média (n=5)			
	Razão ago/anta. total	Razão ago/anta. esquerda	Razão ago/anta. direita
Distância total percorrida (m)	0,900 s	0,784 p	0,457 p
<i>Pace</i> (min/km)	-0,700 s	-0,753 p	-0,455 p
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	0,700 s	0,094 p	0,029 p
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	0,000 s	-0,266 p	0,089 p
Mudanças de direções - total	0,100 s	0,645 p	-0,284 p

Mudanças de direções - esquerda	0,800 s	0,836 p	-0,102 p
Mudanças de direções - direita	0,200 s	0,382 p	-0,450 p
Distância total percorrida em aceleração (m)	0,600 s	0,319 p	0,180 p
Distância total percorrida em desaceleração (m)	0,900 s	0,900 s	0,400 s

Legenda: p: correlação de Pearson; s: correlação de spearman; \*:  $p < 0,05$ .

**Tabela 6 - Correlações entre as variáveis do isocinético (razão ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo abaixo da idade média geral.**

Grupo abaixo da idade média (n=10)			
	Razão ago/anta. total	Razão ago/anta. esquerda	Razão ago/anta. direita
Distância total percorrida (m)	0,043 p	0,019 p	0,069 p
<i>Pace</i> (min/km)	-0,025 p	-0,039 p	0,001 p
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	0,435 p	0,400 p	0,339 p
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	0,597 p	0,617 p	0,369 p
Mudanças de direções - total	-0,102 p	-0,039 p	-0,168 p
Mudanças de direções - esquerda	-0,167 p	-0,180 p	-0,086 p
Mudanças de direções - direita	-0,026 p	0,092 p	-0,212 p
Distância total percorrida em aceleração (m)	0,406 s	0,430 s	0,418 s
Distância total percorrida em desaceleração (m)	0,612 p	0,608 p	0,393 p

Legenda: p: correlação de Pearson; s: correlação de spearman; \*:  $p < 0,05$ .

**Tabela 7 - Correlações entre as variáveis do isocinético (razão ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo acima da razão ago/anta. total média geral.**

Subgrupo acima da razão ago/anta. total média (n=7)			
	Razão ago/anta. total	Razão ago/anta. esquerda	Razão ago/anta. direita
Distância total percorrida (m)	0,736 p	0,787 p *	0,455 p
<i>Pace</i> (min/km)	-0,782 p *	-0,797 p *	-0,517 p
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	0,065 p	0,164 p	0,725 p
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	0,061 p	0,016 p	0,072 p
Mudanças de direções - total	0,396 p	0,650 p	0,064 p
Mudanças de direções - esquerda	0,485 p	0,754 p *	0,111 p
Mudanças de direções - direita	0,250 s	0,429 s	0,107 s
Distância total percorrida em aceleração (m)	0,232 p	0,313 p	0,087 p
Distância total percorrida em desaceleração (m)	0,462 p	0,585 p	0,210 p

Legenda: p: correlação de Pearson; s: correlação de spearman; \*:  $p < 0,05$ .

**Tabela 8 - Correlações entre as variáveis do isocinético (razão ago/anta. total, perna esquerda e direita) com as métricas de carga externa dos jogos no subgrupo abaixo da razão ago/anta. total média geral.**

Grupo abaixo da razão ago/anta. total média (n=8)			
	Razão ago/anta. total	Razão ago/anta. esquerda	Razão ago/anta. direita
Distância total percorrida (m)	-0,360 p	-0,587 p	0,278 p
<i>Pace</i> (min/km)	0,292 p	0,541 p	-0,316 p
Núm. Acelerações (> 1 m/s <sup>2</sup> )	-0,487 p	-0,809 p	0,405 p
Núm. Desacelerações (< - 1 m/s <sup>2</sup> )	0,109 p	-0,214 p	0,521 p
Mudanças de direções - total	-0,226 p	-0,359 p	0,183 p

Mudanças de direções - esquerda	-0,223 p	-0,317 p	0,122 p
Mudanças de direções - direita	-0,193 p	-0,361 p	0,241 p
Distância total percorrida em aceleração (m)	0,071 s	-0,262 s	0,643 s
Distância total percorrida em desaceleração (m)	0,162 p	-0,261 p	0,696 p

---

Legenda: p: correlação de Pearson; s: correlação de Spearman; \*:  $p < 0,05$ .

## ANEXO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Caracterização e comparação do perfil físico e fisiológico de atletas da Seleção Brasileira de Futebol pertencentes às categorias Sub15, Sub17, Sub20, Sub23 e Profissional em treinamentos e competições

**Pesquisador:** Cândido Celso Coimbra

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 47083721.0.0000.5149

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**Patrocinador Principal:** FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.983.415

#### Apresentação do Projeto:

O projeto tem o objetivo de avaliar e caracterizar as capacidades físicas, demandas físicas e as respostas fisiológicas de jogadores de futebol das categorias sub-15, sub-17, sub-20, sub-23 e profissional em sessões de viagens para treinamento e competição com a Seleção Brasileira de Futebol. A coleta de dados se dará a partir do banco de dados da Confederação Brasileira de Futebol (CBF) que armazena informações sobre testes e análises realizadas nos jogadores de futebol que são convocados para a Seleção Brasileira de Futebol em diferentes categorias, dentre elas, sub15, sub-17, sub-20, sub-23 e profissional. Para isso o Termo de Compromisso de Utilização de Dados será assinado por todos pesquisadores e responsáveis envolvidos. Serão incluídos no estudo os dados dos atletas que preencherem os seguintes critérios de inclusão: 1) não apresentar lesões musculoesqueléticas ou alterações metabólicas que impossibilitem a prática do futebol; 2) ser integrante da equipe durante o período de preparação e/ou de uma competição internacional. 3) concordaram em participar do estudo e que antes do início da pesquisa haviam passado por exames médicos, com uma cardiologista e um clínico geral, rotineiros da Confederação Brasileira de Futebol, para avaliação e liberação para a prática de exercícios físicos. Serão utilizados apenas os dados de atletas que foram submetidos a uma avaliação médica preliminar. Essa avaliação é

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II

**CEP:** 31.270-901

**UF:** MG

**Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.983.415

conduzida pelo profissional médico responsável pela Confederação Brasileira de Futebol. Após a realização dos exames, todos os atletas deverão ter passado por exames sanguíneos rotineiros realizados pela Confederação Brasileira de Futebol e supervisionados pelo serviço médico responsável. Os dados de massa corporal, estatura e percentual de gordura de todos os voluntários do estudo foram obtidos utilizando o procedimento de rotina. Os dados referentes a demanda física dos treinamentos e jogos foram obtidos utilizando dois modelos de GPS operando a 10 Hz (GPS MinimaxX; Team S5, Catapult Innovations, Melbourne, Austrália) e 18 Hz (Statsports, Apex, Newry, Irlanda). Amostras de sangue e saliva foram coletadas para mensurar as seguintes variáveis: creatina quinase, proteína C reativa, lactato, testosterona, cortisol, prolactina. A avaliação física será composta pelos seguintes testes: squat jump, countermovement jump, teste de velocidade linear de 20m, teste de Yo-Yo IR1 e medida de força concêntrica e excêntrica.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário: Avaliar e caracterizar as capacidades físicas, demandas físicas e as respostas fisiológicas de jogadores de futebol das categorias sub-15, sub-17, sub-20, sub-23 e profissional em sessões de viagens para treinamento e competição com a Seleção Brasileira de Futebol.

Objetivo Secundário: -

Descrever e associar o desempenho dos atletas de todas as categorias acima descritas em testes rotineiramente utilizados para a avaliação da aptidão aeróbica, força, velocidade e flexibilidade com o desempenho em situações competitivas; - Descrever, caracterizar e comparar as características antropométricas dos atletas da seleção brasileira de futebol nas diferentes categorias e associar com o perfil maturacional.- Descrever as demandas de jogos oficiais em todas as categorias em diferentes competições através de medida de deslocamento em campo;- Analisar as respostas de estresse e recuperação desses atletas com medidas de marcadores de estresse inflamatório (CK e PCR) e escalas psicométricas (percepção subjetiva de esforço e dor) antes e após treinamentos e competições oficiais;- Investigar as respostas hormonais cíclicas e a modulação dos ritmos biológicos durante situações de viagens para de treinamento e competição.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os autores:

"Riscos: Por se tratar de um projeto de pesquisa que a coleta de dados se dará a partir do banco de dados da Confederação Brasileira de Futebol (CBF) o principal risco é a violação da privacidade

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.983.415

dos atletas. Para minimizar estes riscos o responsável pelo banco de dados irá codificar os nomes dos atletas antes da distribuição das planilhas para os responsáveis pela análise. Além disto, por meio do TCUD os pesquisadores se comprometem a manter a confidencialidade sobre os dados, bem como a privacidade dos seus conteúdos."

"Benefícios: Não está prevista qualquer forma de remuneração para os voluntários. No entanto, após os procedimentos de coleta, cada voluntário poderá ter acesso aos resultados dos testes físicos realizados, os quais indicarão a sua condição física e poderão eventualmente ser utilizados para programação de treinamento para melhoria de sua saúde ou rendimento."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para a área de Educação Física com previsão de término em 31/03/2025.

As solicitações do COEP foram atendidas: No TCLE e TALE: 1-Foi incluídas informações, forma clara e afirmativa, que o indivíduo tem plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores; 2- Foi especificado que não haverá benefícios diretos ao participante por participar da pesquisa. Essa informação deve constar do TCLE de forma explícita, de acordo com a De acordo com a Resolução CNS Nº 466 de 2012 item IV.3.b; 3-Foi incluídas informações sobre o nome do responsável, o local e o tempo de armazenamento dos dados de pesquisa; 4-Foi iniciado o TCLE e TALE em formato de carta convite; e

5-Foi incluído campo de rubrica nas páginas que não contém campo de assinatura.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados e encontram-se adequados.

Conforme solicitado, o TCLE e TALE atualizados foram incluídos.

**Recomendações:**

Recomenda-se a aprovação do projeto de pesquisa.

Por gentileza fornecer um TCLE para os responsáveis daqueles participantes menores de idade.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Somos favoráveis à aprovação do projeto "Caracterização e comparação do perfil físico e fisiológico de atletas da Seleção Brasileira de Futebol pertencentes às categorias Sub15, Sub17, Sub20, Sub23 e Profissional em treinamentos e competições"

do pesquisador responsável Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra.

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 4.983.415

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado conforme parecer.

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o COEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1727592.pdf	03/09/2021 15:09:53		Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	03/09/2021 15:08:42	Cândido Celso Coimbra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.doc	03/09/2021 15:08:27	Cândido Celso Coimbra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	03/09/2021 15:08:11	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	12/07/2021 11:51:29	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Folha de Rosto	SEI_UFMG_0736898_Folha_de_Rosto.pdf	20/05/2021 14:23:26	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Outros	Instrumento_coleta_dados.docx	12/05/2021 10:08:04	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Outros	Oficio_convocacao_anexo2.pdf	12/05/2021 10:03:32	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Outros	Parecer_SEI.pdf	12/05/2021 10:01:44	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Outros	Parecer_camara_departamental.pdf	12/05/2021 10:00:59	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Outros	TCUD.pdf	12/05/2021 09:58:24	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Declaração de	Declaracao_Instituicao_Infraestrutura	12/05/2021	Cândido Celso Coimbra	Aceito

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.983.415

Instituição e Infraestrutura	.pdf	09:54:39	Coimbra	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	12/05/2021 09:50:54	Cândido Celso Coimbra	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 17 de Setembro de 2021

---

**Assinado por:**  
**Críssia Carem Paiva Fontainha**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br