

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Escola Superior de Educação Física**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**



Tese de Doutorado

**Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal**

**Gabriela Barreto David**

Pelotas, 2019

**Gabriela Barreto David**

**Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristine Lima Alberton

Co-orientador: Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

D249a David, Gabriela Barreto

Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal / Gabriela Barreto David ; Cristine Lima Alberton, orientadora ; Eraldo dos Santos Pinheiro, coorientador. — Pelotas, 2019.

119 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Esporte. 2. Fadiga. 3. Dano muscular. 4. Desempenho físico. 5. Análise de jogo. I. Alberton, Cristine Lima, orient. II. Pinheiro, Eraldo dos Santos, coorient. III. Título.

CDD : 796

Gabriela Barreto David

Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 19 de dezembro de 2019.

Banca Examinadora:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristine Lima Alberton (orientadora)

Doutora em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro (co-orientador)

Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha

Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Felipe Arruda Moura

Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas.

Prof. Dr. Fabricio Boscolo Del Vecchio

Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas.

## **AGRADECIMENTOS**

Não há como encerrar esse ciclo de quase quatro anos sem agradecer as pessoas que contribuíram de alguma forma para que isso se tornasse possível!

Gostaria de agradecer imensamente a minha orientadora, Cristine, por ter aceitado essa missão. Obrigada por embarcar nessa e orientar uma tese de doutorado em um tema fora da tua zona de conforto e contribuir em cada detalhe desse trabalho, somente uma profissional da tua grandeza poderia fazer isso com tanta dedicação e sucesso! Além de tudo que aprendi contigo no âmbito acadêmico, ensinas muito mais do que é o papel de um orientador, ensinas realmente o que é ser um doutor, um professor. Isso porque és extremamente dedicada a tudo que tu fazes e realizas com muito amor, tendo como resultado de tudo isso o sucesso e o reconhecimento de todos a tua volta. Sempre vou estufar o peito e dizer com muito orgulho que minha orientadora fostes tu, mais uma vez obrigada!

Eraldo, meu co-orientador, sem palavras para agradecer ao quanto tu fizeste por mim nessa caminhada. Lembro como se fosse hoje o dia em que falei contigo sobre criarmos um projeto de futsal porque precisávamos ter mais acesso a essa população para conseguir seguir estudando sobre esse tema e tu disseste que o projeto já estava pronto, e me ofereceu para tocar esse barco. Obrigada por toda a confiança que sempre depositasse em mim e por contribuir para o meu crescimento acadêmico. Te parableno por todo o amor que tu empenhas no esporte aqui na ESEF e na tua vida, o sucesso que tem o LEECol hoje é mérito de todo teu amor e trabalho!

Felipe, Giovani e Fabricio, obrigada por aceitarem a missão de fazer parte da banca desta tese. Não foi à toa que vocês foram escolhidos para fazer parte desse momento, cada um foi escolhido a dedo por sabermos que iriam contribuir para o desenvolvimento deste trabalho sob diferentes aspectos. Obrigada por engrandecerem ainda mais os estudos que foram produto dessa tese e pelo conhecimento que adquiri com cada um de vocês!

Agradeço agora aqueles que tornaram esse trabalho possível, minhas amostras! Atletas do Paulista/UFPel, deixo aqui o meu muito obrigada a todos vocês que participaram desse estudo, dedicando longas horas dos seus dias para participar das coletas, saindo da ESEF na madrugada tendo seus compromissos no dia seguinte e retornando aqui por mais dois dias dez horas da noite (até de uma sexta-feira).

Obrigada por entrarem nessa como se fosse algo de vocês também, ajudando e contribuindo para que tudo acontecesse realmente. Obrigada também a comissão técnica da equipe por disponibilizar um momento da pré-temporada para a realização do estudo, e por entender a importância disso para mim e para a modalidade que tanto amamos. Também deixo aqui meu agradecimento ao Inácio, coordenador desse projeto de futsal, por auxiliar e demonstrar a todos o quanto a realização dessa pesquisa tinha importância dentro do projeto. Obrigada pelo apoio e companheirismo de sempre!

Minha equipe de coleta, vocês foram nota mil! Obrigada pelo quanto se dedicaram a esse trabalho como se fosse seu, por serem tão cuidadosos com cada detalhe para que tudo desse certo. A organização com que realizamos tudo só teve sucesso porque vocês foram impecáveis em tudo que precisava ser feito. Obrigada por encararem noites e madrugadas de quase uma semana para tornarmos isso uma realidade! Dudu, Mari, Luana, Schaun, Maria, Vitor, Gabi, Talita e Camila, vocês são pessoas muito especiais, muito obrigada por tudo! Um agradecimento especial também ao Rafael, que nessa reta final teve a missão de analisar muitos dados em um tempo mínimo, obrigada de coração!

Aos membros dos grupos de pesquisa aos quais faço parte, LabNeuro e LEECol, obrigada por fazerem parte da minha vida acadêmica. O conhecimento que adquirimos juntos é algo que só engrandece profissional e pessoalmente cada um de nós. Participar de grupos de pesquisa só realmente faz sentido quando trabalhamos em equipe, pensando sempre no crescimento de todos. E é por isso que me orgulho em dizer sempre que tenho o LabNeuro e o LEECol na minha vida, porque o trabalho é realmente realizado em grupo e por isso o crescimento de ambos é cada vez maior. Obrigada aos professores que coordenam estes grupos por realizarem um trabalho com toda a dedicação de sempre!

Obrigada aos professores e funcionários da ESEF/UFPel, pelo aprendizado ao longo destes 10 anos que a ESEF foi minha segunda casa.

Agradeço ao meu namorado, William, por ser a pessoa que me incentivou a entrar nessa vida acadêmica. Obrigada por me ajudar a fazer esse doutorado se tornar possível, por ajudar nas coletas, por ajudar no dia a dia e por entender o quanto a conclusão desse doutorado é importante para mim, te amo!

Obrigada a minha família, minha irmã, meu pai e minha mãe (in memoriam). Vocês são a base para que eu consiga ir sempre em frente. Obrigada pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis, amo vocês!

Meus amigos e amigas, obrigada por apoiarem e entenderem a minha distância em alguns momentos. Obrigada por serem o meu ponto de fuga dessa loucura intensa que é a pós-graduação quando era necessário e por me motivarem sempre que os obstáculos apareceram. Não preciso nomear aqui um a um, mas vocês sabem o quanto são especiais.

Enfim, simplesmente agradeço! Agradeço pela conclusão dessa etapa na minha vida, por cada momento que vivi, apesar de as vezes achar que não iria conseguir seguir em frente. Hoje sou grata por tudo que aprendi ao longo destes anos e sigo, porque é apenas o começo...

*“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”  
(Robert Collier)*

## RESUMO

David, Gabriela Barreto. **Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal**. 2019. Tese (Doutorado em Educação Física) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

O futsal é uma modalidade coletiva disputada em alta intensidade, de caráter intermitente, com *sprints*, acelerações, desacelerações e mudanças de direção, associado a alta exigência física, técnica e tática. Tendo em vista a alta intensidade de jogo exigida aos atletas, torna-se fundamental a compreensão do desgaste fisiológico gerado após as partidas, assim como a recuperação desses atletas. Assim, o objetivo foi analisar o desempenho físico e fisiológico durante, assim como o tempo de recuperação de fadiga neuromuscular e dano muscular após jogo simulado em atletas de futsal. Para tal, dois estudos foram conduzidos. O primeiro contou com onze atletas de futsal masculino ( $22,2 \pm 2,9$  anos) que foram avaliados nas condições pré, imediatamente após, 24h e 48h após jogo simulado ao final da pré-temporada. Concentração sanguínea de creatina quinase (CK), espessura e qualidade muscular, dor muscular, força isométrica máxima (FI) e sinal eletromiográfico (EMG) de extensores e flexores de joelho, salto com contramovimento (CMJ) e sprints de 10 e 20m foram mensurados nesses momentos. No segundo estudo, nove atletas de futsal masculino ( $23,0 \pm 3,1$  anos) foram monitorados em dois jogos oficiais durante a temporada, sendo um jogo fora e um jogo em casa. A carga corporal (CC) e o número de colisões ocorridas ao longo do jogo foram mensurados utilizando acelerômetro triaxial, com coleta simultânea da frequência cardíaca (FC). Valores de CC e FC foram divididos entre primeiro e segundo tempo. Os resultados do primeiro estudo demonstraram que a CK aumentou 24h pós jogo simulado ( $p < 0,001$ ), enquanto a qualidade muscular do vasto lateral ( $p = 0,005$ ) e reto femoral ( $p = 0,001$ ) pioraram 24h pós jogo simulado; todos retornando aos níveis basais 48h pós jogo simulado. Dor muscular aumentou imediatamente após o jogo simulado ( $p < 0,001$ ), retornando aos valores pré 24h após. Tempo de desempenho em *sprint* de 10 e 20m aumentou e FI de extensores de joelho diminuiu imediatamente e 24h pós jogo simulado, retornando aos valores pré 48h após. FI de flexores de joelho diminuiu somente 24h pós jogo simulado, enquanto que EMG e CMJ não apresentaram diferença entre os momentos. Os resultados do segundo estudo indicaram que durante maior parte do jogo oficial as ações ocorreram nas faixas de CC de 0,5-1 g ( $41 \pm 8\%$  e  $42 \pm 9\%$  no primeiro e segundo tempos) e 1-1,5 g ( $34 \pm 7\%$  e no primeiro e no segundo tempos). O maior número de colisões durante o jogo oficial ocorreu na faixa entre 6-8g ( $182,0 \pm 82,2$ ). A maior parte do jogo oficial ocorreu na faixa  $> 90\%$ FC de pico tanto no primeiro ( $69 \pm 13\%$ ) quanto no segundo ( $60 \pm 16\%$ ) tempo. Conclui-se que jogo simulado de futsal gera fadiga e dano muscular até 24h após, sendo que 48h pós jogo os atletas estão recuperados física e metabolicamente. Além disso, os atletas realizam constantes mudanças de direção em curto espaço de tempo e distância durante a partida, com valores de CC entre 0,5-1,5g em jogos oficiais. Adicionalmente, sofrem alto número de colisões com os adversários, em zonas de FC correspondentes a atividade de alta intensidade.

**Palavras-chave:** esporte; fadiga; dano muscular; desempenho físico; análise de jogo.

## ABSTRACT

David, Gabriela Barreto. **Performance and recovery analysis simulated match in futsal athletes**. 2019. Thesis (Doctorate in Physical Education) – Post-Graduation Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas/RS.

The futsal is a team modality played at high intensity, with an intermittent character, sprints, accelerations, decelerations and change of direction, associated to high physical, technical and tactical demands. Based on the high intensity required for athletes, the understanding of physiological wear provided after the matches, as well as the athletes recovery. Thus, the aim of the study is to analyze the physical and physiological performance during, as well as the recovery period of neuromuscular fatigue and muscular damage parameters after simulated match in futsal athletes. Therefore, two studies were performed. The first study was composed by eleven male futsal athletes ( $22.2 \pm 2.9$  years) that were evaluated in the pre, immediately post, 24 and 48h post simulated match at the final of the pre season. Blood creatine kinase (CK), muscular thickness and quality, muscle soreness, maximal isometric strength (IS) and electromyographic signal (EMG) of knee extension and flexion muscles, countermovement jump (CMJ) and 10 and 20m sprints were measured in these moments. In the second study, nine male futsal athletes ( $23.0 \pm 3.1$  years) were monitored into two official matches during the season, one match played at home and one match played away. The body load (BL) and the number of collisions occurred during the match was measured using triaxial accelerometer, with simultaneous collect of the heart rate (HR). BL and HR values were separated between first and second match-time. The results from the first study showed that CK increased 24h post simulated match ( $p < 0.001$ ), while the vastus lateralis ( $p = 0.005$ ) and retus femoralis ( $p = 0.001$ ) muscular quality decreased 24h post simulated match; all of them returned to baseline values 48h after. Muscle soreness increased immediately post the simulated match ( $p < 0.001$ ) and returned to baseline values 24h after. Time of the 10 and 20m sprints performance increase and knee extension SI decrease immediately and 24h post simulated match, returning to baseline values 48h after. Knee flexion SI decrease only 24h post simulated match, while the EMG and CMJ did not present difference between timepoints. The results from the second study indicated that during the most of the official match the actions occurred at BL corresponding to 0.5-1 g ( $41 \pm 8\%$  and  $42 \pm 9\%$  in the first and second times) and 1-1.5 g ( $34 \pm 7\%$  in the first and second times) zones. The higher number of collisions during the official match occurred in the 6-8g ( $182.0 \pm 82.2$ ) zone. The most part of the official match occurred at  $> 90\%$  HR peak zone in both first ( $69 \pm 13\%$ ) and second ( $60 \pm 16\%$ ) times. It was concluded that futsal simulated match provides muscular fatigue and damage until 24h post. In addition, 48h post match the athletes are physical and metabolically recovered. Moreover, the athletes perform constant change of direction at short time and distance during the match, with BL values between 0.5-1.5g. In addition, they suffer a high number of collisions with opponents, at high intensity activity HR zones.

**Key-words:** sport; fatigue; muscle damage; physical performance; time-motion.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO GERAL .....	10
PROJETO DE PESQUISA .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	26
4. ORÇAMENTO .....	40
5. CRONOGRAMA .....	41
6. PLANO DE PUBLICAÇÕES .....	42
REFERÊNCIAS .....	43
APÊNDICES .....	52
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO .....	55
ARTIGO 1 .....	59
ARTIGO 2 .....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	101
RELATÓRIO DE TRABALHOS .....	104
ANEXOS .....	106

## **Apresentação Geral**

Esta tese de doutorado atende ao regimento do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas. Em seu volume, como um todo, é composto de cinco partes principais:

1. PROJETO DE PESQUISA: “Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal universitário”, qualificado dia 23 de agosto de 2018, com alterações e correções acatadas, propostas pela banca composta por Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha, Prof. Dr. Felipe Arruda Moura e Prof. Dr. Fabricio Boscolo Del Vecchio.
2. RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO: detalhamento das atividades desenvolvidas durante a coleta de dados.
3. ARTIGO 1: “Recuperação de fadiga e dano muscular após jogo simulado em atletas de futsal”, de acordo com as normas da revista *Journal of Sports Sciences*.
4. ARTIGO 2: “Demandas físicas e cardiovasculares durante jogos oficiais em atletas de futsal”, de acordo com as normas da revista *Sports Biomechanics*.
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS: aplicações práticas com base nos resultados dos dois estudos.

***Projeto de Pesquisa***

## 1. INTRODUÇÃO

O futsal é uma modalidade coletiva que teve sua origem na América do Sul, em meados de 1930, sendo praticado como o futebol, porém em quadra, com menor número de jogadores (de 5 a 7 atletas por equipe) e chamado de futebol de salão (CBFS, 2018). Em 1989, o futebol de salão, até então regido pela Federação Internacional de Futebol de Salão (FIFUSA), passa a ser regido pela Federação Internacional de Futebol (FIFA) e vem a ser chamado de futsal (CBFS, 2018). O futsal é disputado em alta intensidade, de caráter intermitente, com *sprints*, acelerações, desacelerações e mudanças de direção, com alta exigência física, técnica e tática (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; DOGRAMACI et al., 2010; MAKAJE et al., 2012).

Atletas profissionais de elite do futsal mundial percorrem distâncias de aproximadamente 4000 m em jogos oficiais, sendo entre 23 e 25 % desta distância realizada em intensidades altas, ou seja, acima de 15,5 km.h<sup>-1</sup> (DOGRAMACI; WAFSFORD, 2006; BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; DOGRAMACI et al., 2010). Em relação ao futsal brasileiro de elite, a distância percorrida pelos atletas profissionais em jogos oficiais atinge valores menores, próximos de 3000 m, com percentuais destas distâncias percorridas em alta intensidade menores do que os valores encontrados nos estudos citados anteriormente, variando entre 13 e 15 % atingindo a mesma faixa de velocidade (BUENO et al., 2014; VIEIRA et al., 2016).

Ainda em relação a intensidade do jogo, autores analisaram a frequência cardíaca (FC) de atletas de futsal durante jogos oficiais e simulados. Em jogos oficiais, Barbero-Alvarez et al. (2008) observaram valores acima de 90% da FC máxima durante a maior parte do jogo em atletas profissionais. Durante jogos simulados, Castagna et al. (2009) relataram que em 52% do tempo de jogo os atletas se mantiveram em intensidade acima de 90% da FC máxima e relataram que em 98% do tempo de jogo os atletas profissionais se mantiveram em intensidade correspondente a 80-90% da FC máxima. Ainda em jogos simulados, Makaje et al. (2012) encontraram valores acima de 85% da FC máxima durante grande parte do jogo, tanto em atletas profissionais quanto para universitários.

Tendo em vista a alta intensidade de jogo exigida aos atletas, como observado nos estudos acima, torna-se fundamental a compreensão do desgaste fisiológico gerado após as partidas, bem como a recuperação desses atletas. Assim, alguns

estudos têm investigado respostas de fadiga muscular e parâmetros fisiológicos após protocolos simulados de jogo de futsal. Em atletas das categorias sub-17 e sub-20, imediatamente após protocolo de jogo simulado, foi observada fadiga neuromuscular, com diminuição nos picos de torque para extensores e flexores de joelho (Dal PUPO et al., 2014), aumento no tempo de *sprint* e prejuízo na técnica de corrida (Dal PUPO et al., 2017). Em outra situação de jogo simulado, também foram encontradas diminuição no pico de força de extensores de joelho e na ativação voluntária do músculo vasto lateral imediatamente após o jogo em atletas adultos profissionais (MILIONI et al., 2016). Ainda neste contexto, porém após jogos oficiais realizados em dias consecutivos, atletas de futsal profissionais apresentaram fadiga neuromuscular, com diminuição da altura de saltos com contramovimento e agachado após cada jogo, alterações na percepção da recuperação física e de lesões mensuradas através de questionário após os quatro dias de jogos (FREITAS et al., 2014).

Porém, apesar dos achados em relação à fadiga gerada pelos jogos de futsal, os estudos encontrados na literatura com esta população apenas realizam medidas de fadiga imediatamente após o jogo (simulado). Tendo em vista a frequência de jogos realizados em curtos períodos de tempo nessa modalidade, é de extrema importância que estudos sejam realizados a fim de investigar o tempo de recuperação da fadiga, utilizando protocolos que se assemelhem ao máximo de situações reais de jogo, como tempo de duração, substituições, e demais variáveis do jogo, bem como os níveis de desempenho e intensidade exercidos pelos atletas durante o mesmo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral do estudo será analisar o desempenho físico e fisiológico durante e o tempo de recuperação da fadiga neuromuscular e dano muscular após jogo simulado de futsal em atletas universitários.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Descrever as demandas físicas e fisiológicas da partida e comparar tais valores durante o primeiro e o segundo tempo e entre diferentes faixas de intensidade;
- Verificar a fadiga neuromuscular imediatamente, 24 e 48h após jogo simulado de futsal comparado com o *baseline*;
- Verificar a fadiga neuromuscular e o dano e a percepção muscular 24 e 48h após jogo simulado de futsal comparado com o *baseline*;
- Caracterizar o nível de aptidão física dos atletas quanto as seguintes variáveis:
  - a) Consumo máximo de oxigênio;
  - b) Força dinâmica máxima de membros inferiores;
  - c) Capacidade anaeróbia;
  - d) Agilidade;
  - e) Distância percorrida em teste aeróbio de campo.

### 1.2 Hipóteses

Em relação às variáveis que serão analisadas durante o jogo, tendo em vista os achados da literatura com atletas universitários (MAKAJE et al., 2012), tem-se como hipóteses que: a) a intensidade do jogo será elevada, com valores acima de 85% da FC máxima na maior parte do tempo de partida; b) maior distância percorrida em baixas velocidades de corrida (6-12 km.h<sup>-1</sup>); e c) alto número de acelerações.

Já para as variáveis relacionadas à fadiga e ao tempo de recuperação, com base em estudos que analisaram a fadiga neuromuscular após protocolos simulados de jogo de futsal (DAL PUPO et al., 2014; DAL PUPO et al., 2017) e em estudos realizados com outras modalidades (SOUGLIS et al., 2015; HAGSTROM; SHORTER, 2018), avaliando o tempo de recuperação e dano muscular induzido pelo exercício, tem-se como hipóteses que: a) ocorrerá diminuição da força muscular dos extensores e flexores de joelho imediatamente após o jogo; b) ocorrerá diminuição da potência muscular de membros inferiores até 24 h após o jogo; c) valores de creatina quinase, espessura e qualidade muscular aumentarão após o jogo e voltarão aos seus níveis basais apenas em 48 h após o jogo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

A presente revisão de literatura foi dividida em tópicos referentes aos temas abordados na presente tese. Primeiramente, foram abordados os principais métodos utilizados para a análise de jogo, quanto aos parâmetros físicos e fisiológicos, durante a realização do mesmo, no âmbito das modalidades esportivas coletivas. Além disso, foram apresentados os marcados de fadiga neuromuscular e dano muscular mais utilizados para avaliação da recuperação muscular pós jogo em diferentes modalidades coletivas. Após, buscou-se caracterizar o futsal quanto às demandas do jogo, cardiometabólicas e físicas. E, por fim, foram apresentadas as respostas fisiológicas após jogos de futsal (simulados e oficiais) e após jogos de diferentes modalidades coletivas.

### **2.1 Marcadores físicos e fisiológicos no desempenho esportivo**

Nos últimos tempos, o desempenho esportivo quanto aos aspectos físicos em modalidades coletivas tem sido frequentemente objetivo de estudo nas pesquisas deste âmbito. Em relação ao desempenho e demandas físicas e fisiológicas durante partidas, diferentes variáveis são utilizadas para mensuração dos mesmos. Nas modalidades de campo, como rugby e futebol, o sistema global de posicionamento (GPS) tem sido utilizado para quantificar a distância percorrida pelos atletas durante jogos e/ou sessões de treino e as velocidades atingidas durante os mesmos (OXENDALE et al., 2016; OH; JOO, 2018).

Apesar de o GPS ser tempo-eficiente e permitir respostas em tempo real, em modalidades em que os jogos são disputados em ambientes fechados, como o futsal, as medidas extraídas do GPS podem conter erros quanto a distância percorrida e as velocidades atingidas, não sendo fidedignas devido às estruturas destes locais, tendo em vista que o sinal do GPS é obtido através de satélites (LARSSON, 2003). Assim, para obter medidas de distância e velocidade nestas modalidades (futsal, basquetebol, handebol), o sistema de rastreamento de vídeo tem sido a técnica utilizada por pesquisadores (CASTAGNA et al., 2009; ABDELKRIM et al., 2007;

MICHALSIK; AAGAARD, 2015). Tal técnica requer cuidados metodológicos a serem tomados durante a coleta de dados para que o erro das medidas seja o mínimo possível. O sistema de rastreamento leva em consideração as coordenadas do plano cartesiano para a determinação dos pontos dos sujeitos em quadra, projetados nas imagens e rastreados em um *software*.

No entanto, alguns modelos de GPS contam com acelerômetros triaxiais integrados a eles, captando movimentos nos três planos (X, Y e Z), e representados por um vetor de magnitude, expresso em força-g (BOYD et al., 2011). Essas medidas fornecidas pelos acelerômetros triaxiais (chamadas de carga corporal) podem ser importantes para as modalidades coletivas de contato, pois fornecem dados de colisões e contato entre os jogadores durante as partidas, além do fato de o GPS poder ser utilizado em modalidades disputadas em ambientes fechados (ginásios). Tais resultados de carga corporal obtidos podem apresentar um cenário mais completo das demandas do jogo, tendo em vista que contempla demais esforços, além das medidas de deslocamento (SCOTT et al., 2015).

Ainda durante as partidas e/ou sessões de treino, variáveis fisiológicas são utilizadas para quantificar a intensidade dos esforços realizados. Percentuais de frequência cardíaca (FC) e do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) referente aos valores máximos, obtidos pelos atletas em testes incrementais de esforço máximo, são utilizados para demonstrar a intensidade total realizada, além das diferentes faixas de intensidade ocorridas durante o esforço, bem como a quantidade de tempo dentro das mesmas (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009; SCARFONE; AMMENDOLIA, 2017). Porém, diferente da FC, que pode ser obtida de modo direto, tanto em jogos oficiais como em situações simuladas, utilizando frequencímetros que são equipamentos de baixo custo, além de ser simples e que não impede as atividades dos atletas, o  $VO_2$  não pode ser obtido de modo direto em jogos oficiais e é pouco utilizado em jogos simulados (devido ao equipamento utilizado para mensuração). Castagna et al. (2007) e Castagna et al. (2009) realizaram a medida de  $VO_2$  direto durante jogos simulados de futsal, utilizando analisador de gases portátil (K4b<sup>2</sup>, COSMED), mas, devido ao custo do equipamento e ao grande número de equipamentos necessários, poucos estudos são encontrados realizando tal medida. De modo indireto, o  $VO_2$  durante partidas (oficiais ou simuladas) tem sido estimado,

com base em equação utilizando a medida de FC (CROFT et al., 2010; MAKAJE et al., 2012).

Outra medida utilizada para quantificar o esforço durante o exercício é a concentração de lactato sanguíneo, que, apesar de ser uma medida realizada ao final do esforço, ou de intervalos de esforços, representa a contribuição do metabolismo glicolítico anaeróbio durante o exercício (MATTHEW; DELESTRAT, 2009). Porém, os valores da concentração de lactato no sangue representam o balanço entre o que é produzido e o que é removido de dentro do músculo. Neste contexto, os valores encontrados no sangue podem não representar o lactato produzido no músculo em esforços intermitentes, tendo em vista que a remoção do lactato é mais lenta do que sua produção (KRUSTUP et al., 2006) e seus valores devem ser utilizados com cautela. No entanto, durante partidas de futebol, rugby e basquetebol, a concentração de lactato sanguíneo observada tem sido de 2-10 mmol.l<sup>-1</sup> (BANGSBO et al., 2006; MATTHEW; DELESTRAT, 2009), com valores individuais mais elevados, entre 12 e 13 mmol.l<sup>-1</sup> (MATTHEW; DELESTRAT, 2009). Apesar dos valores da concentração de lactato sanguíneo não corresponderem ao lactato produzido no músculo, estudos tem utilizado essa variável como mais um marcador de intensidade durante o jogo em diferentes modalidades (COUTTS et al., 2003; MATTHEW; DELESTRAT, 2009; MILIONI et al., 2016).

Além dos marcadores de desempenho observados durante o jogo, variáveis que indicam a fadiga neuromuscular e o dano muscular gerados pela partida têm sido investigados em diferentes modalidades coletivas. A concentração sanguínea de creatina quinase (CK) tem sido frequentemente utilizada após partida como marcador bioquímico de dano muscular induzido pelo exercício (DOEVEN et al., 2018). Altos níveis de CK no sangue após exercício exaustivo podem indicar danos no tecido muscular, devido às mudanças na permeabilidade da membrana celular, permitindo a liberação de enzimas intracelulares (BRANCACCIO et al., 2007). Porém, os níveis de CK também podem ser alterados devido ao número de contatos ocorridos durante o esforço, sendo assim, os níveis de CK após partida em modalidades coletivas com alto contato físico entre os atletas devem ser observados com cautela, tendo em vista que tais aspectos também podem alterar os valores obtidos nesta variável (BRANCACCIO et al., 2007; DOEVEN et al., 2018). Deste modo, níveis sanguíneos de CK devem ser observados juntamente com outras variáveis, tanto de dano quanto

de fadiga neuromuscular, para obter-se conclusões quanto ao tempo de recuperação após o esforço (HAGSTROM; SHORTER, 2018).

Ainda no contexto de mensurar o dano muscular, pode-se utilizar de técnicas não-invasivas para tal análise. Medidas de espessura e qualidade muscular podem demonstrar o dano causado, analisado através de mudanças nestas variáveis. A espessura muscular pode ser afetada pelo edema gerado no tecido muscular, devido ao acúmulo de líquido que excede a capacidade de drenagem dos linfonodos (PROSKE; MORGAN, 2001). O acúmulo de marcadores inflamatórios no músculo observado, também pode afetar a qualidade muscular mensurada através de eco intensidade (NOSAKA; NEWTON, 2002). A eco intensidade é resultante de um número entre 0 (preto) e 255 (branco) obtido através da imagem coletada, sendo que valores elevados de eco intensidade representam maior quantidade de tecido não contrátil dentro do músculo, tendo uma relação inversa com a qualidade muscular (RADAELLI et al., 2013; WILHELM et al., 2014).

Fujikake et al. (2009) realizaram a infiltração de marcadores inflamatórios nas fibras musculares do tibial anterior em ratos e observaram a qualidade muscular até 336 h após o procedimento. Os autores observaram aumento nos valores de eco intensidade (ou seja, piora na qualidade muscular) até 24 h após a infiltração dos marcadores. Estudos observaram alterações nos valores de espessura muscular e eco intensidade nos músculos flexores de cotovelo, em homens e mulheres, até 72 h após protocolos de exercício de força nesta musculatura (RADAELLI et al., 2012; RADAELLI et al., 2014). No entanto, existe uma ausência de estudos com essas medidas após jogos de modalidades coletivas e em musculatura de membros inferiores. Apesar disso, devido aos parâmetros observados a partir da utilização da técnica de ultrassom, pode-se obter medidas de dano muscular e da recuperação da musculatura, sendo fator fundamental após jogos com esforço intenso.

Em relação a fadiga, pode-se descrevê-la como um declínio na força muscular, ou, no âmbito esportivo, considera-se fadiga como a diminuição no desempenho induzida pelo exercício (KNICKER et al., 2011). Essa perda da capacidade de produção de força ocorre devido a diminuição da regulação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático e pela perda da capacidade do córtex motor em comandar as ações motoras da musculatura periférica, caracterizando fadiga neuromuscular (GANDEVIA, 2001; GOODALL et al., 2017). Neste sentido, para

mensurar a fadiga neuromuscular, o salto com contramovimento (CMJ) tem sido uma das variáveis mais utilizadas, tendo em vista sua fácil aplicação (HANGSTROM; SHORTER, 2018). Ainda, outra variável comumente usada é o desempenho em *sprint*, variando distâncias entre 5 e 30 m, dependendo da modalidade esportiva avaliada (DOEVEN et al., 2018). Ambos os parâmetros de fadiga (CMJ e *sprint*) são bons marcadores para modalidades coletivas, tendo em vista a alta especificidade das medidas em questão com as modalidades, como por exemplo no futsal. Em diferentes modalidades coletivas, o desempenho no CMJ e em *sprint* tem sido relacionado com a perda de desempenho após partidas (DOEVEN et al. 2018; HANGSTROM; SHORTER, 2018). A altura de salto é o parâmetro mais utilizado nos estudos para identificar a fadiga e o tempo de recuperação dos atletas, e a duração da recuperação pode levar até 48 h, dependendo da modalidade (DOEVEN et al., 2018). Jogadores de basquetebol, por exemplo, levam até 96 h para voltar aos valores do *baseline* após jogo simulado (CHATZINIKOLAOU et al., 2014a; PLIAUGA et al., 2015). Como parâmetro de desempenho em *sprint*, o tempo de duração para percorrer determinada distância tem sido o indicador mais comum para fadiga e tempo de recuperação. Diferente do CMJ, a variabilidade na recuperação do tempo do *sprint* é maior, com valores alterados até períodos pós esforço, entre 24 h a 96 h, dependendo da modalidade (ISPIRLIDIS et al, 2008; CHATZINIKOLAOU et al., 2014b; PLIAUGA et al., 2015).

Além disso, medidas de força e torque musculares utilizando contrações isométricas ou isocinéticas voluntárias máximas são utilizadas para verificar a redução após esforço desses parâmetros em musculaturas específicas, normalmente sendo mensuradas as mais necessitadas ao longo de uma partida, dependendo da modalidade. Nas modalidades coletivas de contato, força e torque de extensores e flexores de joelho são usualmente avaliados, em contrações concêntricas e excêntricas, tendo em vista o alto número de deslocamentos e *sprints* envolvendo ambas as ações nas musculaturas citadas anteriormente (ANDERSSON et al., 2008; DAL PUPO et al., 2014), e, ainda as constantes acelerações e desacelerações ocorridas, aumentando o número de contrações excêntricas que geram fadiga prolongada (BYRNE et al., 2004).

## 2.2 Demandas cardiometabólicas do futsal

Alguns estudos têm avaliado variáveis cardiometabólicas para caracterizar a intensidade do jogo. Neste contexto, Barbero-Alvarez et al. (2008) analisaram a FC de atletas profissionais de futsal da Espanha durante jogos oficiais e observaram que a mesma atingiu valores acima de 90% da FC máxima durante 83% do tempo total de jogo.

Outros autores também investigaram a intensidade de esforço com base na FC e no  $VO_2$  em jogadores profissionais de futsal, porém durante jogos simulados. Castagna et al. (2009) avaliaram oito atletas profissionais da Espanha em jogo simulado de quatro períodos de 10 min cada. Os autores observaram que durante 52% do tempo de jogo os atletas se mantiveram em intensidade acima de 90% da FC máxima, atingindo valores médios de 169 bpm durante a partida, enquanto que para o  $VO_2$  foram encontrados durante o jogo valores médios de  $48,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , sendo que em 46% do tempo de jogo, o  $VO_2$  atingiu valores acima de 80% do máximo.

Com o mesmo protocolo de jogo simulado do estudo citado anteriormente, Makaje et al. (2012) analisaram e compararam as respostas de FC,  $VO_2$ , gasto energético e concentração de lactato sanguíneo entre atletas de elite e atletas universitários da Tailândia. Para a FC, os autores relataram que os atletas de elite atingiram valores acima de 85% da FC máxima durante 81% do jogo, enquanto que os atletas universitários se mantiveram nesta mesma intensidade por cerca de 74% da partida. O  $VO_2$  atingiu valores médios de 78 e 73% do máximo durante o jogo, para atletas de elite e universitários, respectivamente. Quanto ao gasto energético total do jogo e concentração de lactato, ao final da partida mostraram-se mais elevados nos atletas de elite em comparação aos universitários (595 vs. 543 kcal e  $5,5 \text{ mmol.l}^{-1}$  vs.  $5,1 \text{ mmol.l}^{-1}$ , respectivamente). Também com o mesmo protocolo de jogo simulado (4 x 10 min), Milioni et al. (2016) mensuraram a FC e a concentração de lactato sanguíneo e não encontraram alterações para ambas as variáveis quando comparadas na primeira metade de jogo (primeiros 20 min; 168 bpm,  $4,8 \text{ mmol.l}^{-1}$ ) com a segunda metade de jogo (20 min finais; 166 bpm,  $4,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ ).

### 2.3 Demandas físicas do futsal

Tendo em vista a alta exigência do condicionamento físico dos atletas, estudos têm sido realizados com o intuito de caracterizar os esforços físicos executados pelos jogadores durante partidas de futsal oficiais e em jogos simulados, utilizando técnica de rastreamento de vídeo.

Deste modo, Dogramaci e Watsford (2006) analisaram oito jogadores de elite durante um jogo da Liga Nacional Australiana e observaram que a distância total percorrida foi de  $4284 \pm 1033$  m, sendo  $3178 \pm 808$  m em baixa intensidade (abaixo de  $18 \text{ km.h}^{-1}$ ) e  $1105 \pm 384$  m em alta intensidade (acima de  $18 \text{ km.h}^{-1}$ ), com mudanças de atividades ocorrendo a cada 4 s, com uma média de 15 atividades por minuto. Neste mesmo contexto, porém analisando 10 jogadores durante quatro jogos da Liga Profissional Espanhola, Barbero-Álvarez et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes ao estudo citado anteriormente quanto a distância total percorrida ( $4313 \pm 2139$  m). Além disso, os autores apresentaram valores médios da distância percorrida por tempo de  $117,3 \pm 11,6 \text{ m.min}^{-1}$ . Do total dos deslocamentos durante os jogos, a maioria deles ocorreram em velocidades entre  $3,7$  e  $10,8 \text{ km.h}^{-1}$  ( $1762 \pm 935$  m) e 22,6% da distância total foi percorrida em velocidade acima de  $18 \text{ km.h}^{-1}$ .

Em estudo visando avaliar um maior número de atletas, Bueno et al. (2014) analisaram 93 atletas em cinco partidas da Liga Nacional do Brasil. Os autores observaram que os atletas percorreram 3133,2 m, com valores de 97,9 e 90,3  $\text{m.min}^{-1}$  no primeiro e no segundo tempo, respectivamente. Durante o primeiro tempo, 15,6% da distância percorrida foi acima de  $15,5 \text{ km.h}^{-1}$ , enquanto que no segundo tempo 14,7% da distância percorrida foi acima da mesma velocidade. Também em atletas brasileiros, Vieira et al. (2016) analisaram 10 atletas profissionais em um jogo oficial e em um jogo amistoso quanto à parâmetros de distância percorrida. Foram observados maiores valores de distância total percorrida e distância por minuto durante o jogo oficial em comparação ao amistoso (3191 vs. 2655 m e 104 vs. 95  $\text{m.min}^{-1}$ , respectivamente) e maiores distâncias percorridas em média intensidade no primeiro e segundo tempo e no jogo todo durante o jogo oficial. Ainda em relação a intensidade dos esforços realizados, foram obtidos valores de 5,3 e 6,2% da distância percorrida em velocidades acima de  $18,4 \text{ km.h}^{-1}$  (oficial vs. amistoso, respectivamente).

Para fins de caracterização das demandas do jogo e comparação entre diferentes níveis de atletas, Dogramaci et al. (2010) compararam atletas de elite e sub-elite da Austrália em oito jogos oficiais e observaram que os atletas de elite percorreram 42% a mais da distância do que os atletas de sub-elite ( $4277 \pm 1030$  m vs.  $3011 \pm 999$  m, respectivamente), porém o tempo total de jogo foi diferente entre as partidas disputadas pelas equipes (atletas de elite tiveram maior tempo de jogo em comparação aos de sub-elite). Ainda, aproximadamente 25% da distância total percorrida por ambos os grupos foi em velocidades acima de  $18 \text{ km.h}^{-1}$ . Também visando comparação, Makaje et al. (2012) avaliaram atletas tailandeses de níveis competitivos diferentes, sendo 15 jogadores profissionais e 15 jogadores universitários, porém durante jogos simulados ( $4 \times 10$  min), e observaram que os profissionais percorreram  $5087 \pm 1104$  m enquanto que os universitários percorreram  $4528 \pm 1248$  m, sendo que desta distância 21,7% e 13,3%, respectivamente, foi percorrida em velocidades acima de  $18 \text{ km.h}^{-1}$ .

Ainda, em jogos simulados com mesmo protocolo utilizado no estudo anterior, Castagna et al. (2009) avaliaram atletas da Liga Espanhola da segunda divisão e encontraram valores de distância percorrida por tempo de  $121 \text{ m.min}^{-1}$ , sendo que 17% da distância foi percorrida em velocidades acima de  $15,5 \text{ km.h}^{-1}$ .

Em relação ao número de esforços realizados, Caetano et al. (2015) caracterizaram os *sprints* realizados durante cinco jogos oficiais da Liga Nacional do Brasil, rastreando 97 jogadores profissionais e comparando as variáveis no primeiro e no segundo tempo, entre posições. Em média, 26 *sprints* foram realizados durante o jogo, com velocidade média de  $18,3 \text{ km.h}^{-1}$  e pico de  $21,2 \text{ km.h}^{-1}$ . Os *sprints* tiveram duração de 3,1 e 3,2 s, atingindo distâncias de 13,3 e 14,0 m por *sprint*, com tempo de intervalo entre os *sprints* de 55,3 e 63,2 s, ocasionando 0,9 e 0,8 *sprints.min}^{-1}, no primeiro e no segundo tempo, respectivamente. Apenas a duração dos *sprints* apresentou diferença entre os períodos de tempo, e nenhuma das variáveis apresentaram diferença por posição.*

Assim, pode-se destacar que atletas profissionais de elite do futsal mundial percorrem aproximadamente 1000 m a mais do que atletas profissionais brasileiros em jogos oficiais (DOGRAMACI; WAFSFORD, 2006; BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; DOGRAMACI et al., 2010; BUENO et al., 2014; VIEIRA et al., 2016). Tais divergências podem estar relacionadas às diferentes intensidades durante o jogo,

tendo em vista que no cenário mundial pode-se observar que os atletas se mantêm em intensidades altas por mais tempo ao longo do jogo quando comparados aos brasileiros (aproximadamente 23 vs. 8% do tempo total de jogo).

## 2.4 Respostas fisiológicas no futsal

Pelo fato de o futsal ser uma modalidade de alta intensidade, é de extrema importância que as alterações fisiológicas geradas pelo exercício sejam compreendidas. Deste modo, estudos foram realizados avaliando parâmetros fisiológicos após protocolos simulados de jogo e jogos oficiais.

Dal Pupo et al. (2014) avaliaram o efeito de um protocolo de jogo simulado sobre a fadiga neuromuscular em atletas de futsal sub-17 e sub-20. Os autores observaram que, ao final do protocolo, os picos de torque concêntrico e excêntrico dos extensores e flexores de joelho diminuíram quando comparados ao momento antes do protocolo, com diminuição mais acentuada no torque excêntrico. Em relação à parâmetros de desempenho e cinemática de membros inferiores, Dal Pupo et al. (2017), utilizando o mesmo protocolo de jogo simulado e mesma amostra, observaram aumento no tempo de *sprint* e piora na técnica de corrida após protocolo em comparação ao pré. Em outra situação de jogo simulado, Milioni et al. (2016) encontraram diminuição no pico de força de extensores de joelho e na ativação voluntária do músculo vasto lateral imediatamente após o jogo em atletas profissionais em comparação ao momento pré.

Arruda et al. (2016) avaliaram atletas sub-20 e compararam as respostas de testosterona, cortisol e a razão entre elas após dois jogos oficiais (um em casa e outro fora de casa) em relação ao fator local. Os resultados encontrados demonstraram que tanto testosterona quanto cortisol aumentaram no pós jogo, com um aumento mais elevado do cortisol após o jogo em casa, enquanto que a razão entre elas foi menor no pós jogo, com diminuição mais acentuada no jogo em casa.

Ainda no contexto de avaliar a fadiga em atletas de futsal, porém, diferente dos estudos citados anteriormente, Freitas et al. (2014) investigaram as respostas de quatro dias de jogos consecutivos em atletas profissionais sobre a potência muscular, estresse e recuperação percebida. Os autores observaram provável diminuição na

potência muscular de membros inferiores (mensurada através dos saltos CMJ e agachado) na manhã seguinte após cada jogo, e ao final dos quatro dias, os atletas apresentaram diminuição na percepção de recuperação física e aumento na percepção de lesões, avaliados mediante questionário.

## 2.5 Respostas fisiológicas em outras modalidades

Andersson et al. (2008) investigaram a fadiga neuromuscular e a recuperação em atletas profissionais de futebol feminino após jogo amistoso. Quanto as variáveis de fadiga neuromuscular, os autores observaram diminuição no tempo de percorrer 20 m imediatamente após o jogo, diminuição nos picos de torque concêntrico de extensores de joelho até 21 h e dos flexores de joelho até 27 h após o jogo, diminuição na altura de salto CMJ até 69 h após partida e maior percepção de dor muscular até 51 h após. Para a recuperação, verificada pela concentração sanguínea de CK, foi observado aumento nos valores em relação aos basais imediatamente após o jogo, com valor de pico em 21 h e mantendo-se elevado até 45 h após partida.

Verificando o efeito de um jogo de futebol simulado sobre a razão funcional de quadríceps e isquiotibiais em 14 jogadoras de futebol universitário, Delextrat et al. (2011) observaram que houve diminuição do pico de torque dos isquiotibiais quando relativizados pela massa corporal e na razão funcional imediatamente após o protocolo, sem diferença entre membros dominante e não-dominante. Durante o jogo simulado, os autores investigaram a FC, índice de esforço percebido (IEP) e concentração de lactato sanguíneo a cada 15 min, porém, não foram encontradas diferenças ao longo do protocolo em nenhuma das variáveis.

Em relação ao dano muscular e desempenho após jogo amistoso de basquetebol, Chatzinikolaou et al. (2014) avaliaram 20 atletas profissionais de elite da Grécia ao longo de uma semana após o jogo. Os autores observaram que, imediatamente após o jogo, a altura do salto CMJ e a força dinâmica máxima (1RM) de membros superiores e membros inferiores apresentaram queda de desempenho em relação ao *baseline*. Após 24 h e 48 h do jogo, CMJ e 1RM de membros inferiores ainda estavam com valores piores em comparação ao *baseline*, e nesses mesmos momentos, tempo para percorrer 10 m e agilidade também apresentaram queda de

desempenho. CMJ e agilidade somente retornaram aos seus valores basais 96 h após o jogo. Quanto ao marcador de dano muscular CK, os valores se mostraram mais elevados até 72 h após o jogo em relação ao *baseline*. Porém, pode-se destacar que na semana pós jogo (durante as avaliações), os atletas seguiram suas rotinas de treinamento habituais, sendo esta semana realizada com os mesmos treinamentos da semana antecedente ao jogo.

Ainda quanto ao dano muscular, Souglis et al. (2015) compararam concentração sanguínea de CK após jogo oficial de diferentes modalidades (basquetebol, futebol, handebol e voleibol) em atletas de elite imediatamente após o jogo e nas duas manhãs seguintes após o jogo. Quanto as respostas de dano muscular a partir da concentração de CK, os autores relataram que houve pico dos valores na manhã seguinte ao jogo, sem retornar aos valores basais após 37 h do jogo, com maiores valores observados para jogadores de futebol, seguidos de basquetebol, handebol e voleibol.

Em jogadores de rugby, a fadiga neuromuscular e o dano muscular foram avaliados após competições em dias consecutivos, com mais de um jogo por dia. Neste contexto, Johnston et al. (2013) verificaram os efeitos de cinco dias de competição (cinco jogos, dois no primeiro dia, dois no segundo dia e um no quarto dia) em jogadores juniores (sub-17) e observaram diminuição na potência muscular a partir do terceiro jogo até imediatamente pré quinto jogo e na sensação de bem-estar nos dias dois, três e quatro. Para o dano muscular, foram observados valores elevados de CK até 24 h após o quinto jogo. Clarke et al. (2015) avaliaram as mesmas variáveis em jogadoras de rugby sevens após jogos (cinco a seis) realizados em dois dias. Os autores observaram que a concentração de CK foi elevada ao final do primeiro e do segundo dias de competição, bem como a percepção de dor muscular. Para as respostas neuromusculares, não foram observadas alterações na altura do salto CMJ após a competição. Ainda, os autores compararam a distância percorrida durante os jogos realizados no primeiro e no segundo dia, sendo observada diminuição na distância percorrida por minuto no segundo dia de competição em comparação ao primeiro.

Nos diferentes estudos citados anteriormente, avaliando o dano muscular e a fadiga neuromuscular em diferentes modalidades, a concentração de CK e o salto CMJ são utilizados como parâmetros para tais respostas. Neste contexto, Hagstrom

e Shorter (2018) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise analisando tais variáveis pré e pós jogos de rugby *union* e *league*, futebol americano e futebol australiano. Os resultados da meta-análise demonstraram que a CK aumentou imediatamente, 24 e 48 h após jogo em relação ao pré, enquanto que o pico de potência mensurado a partir do salto CMJ diminuiu imediatamente e 24 h após jogo.

Apesar dos achados da literatura em diferentes modalidades coletivas demonstrarem resultados semelhantes quanto ao tempo de recuperação neuromuscular e ao dano muscular gerado após partidas, os estudos realizados com o futsal têm observado apenas a fadiga imediatamente após protocolos de jogo simulado, sem que os efeitos sejam observados nos dias subsequentes ao esforço. Tendo em vista as diferenças na intensidade durante partidas de diferentes modalidades (STONE; KILDING, 2009), as respostas de tempo de recuperação e dano muscular também podem diferir entre elas.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Delineamento do estudo**

O presente estudo se caracteriza por transversal observacional comparativo. Na sessão experimental, os sujeitos realizarão um jogo simulado de futsal (variável independente), conforme regras oficiais da modalidade. Durante o jogo serão mensuradas FC, concentração de lactato sanguíneo, aceleração, velocidade de deslocamento e distância percorrida pelos atletas (variáveis dependentes). Para determinar o tempo de recuperação após o período, serão realizadas coletas de CK, análise da qualidade e espessura muscular, testes de força e potência muscular conduzidos, IEP e dor muscular antes, imediatamente após, 24 e 48 horas após a partida (variáveis dependentes).

### **3.2 Amostra**

A amostra será composta por 12 atletas universitários de futsal masculino selecionados por conveniência. Os atletas universitários serão sujeitos que compõem a equipe de futsal da Universidade Federal de Pelotas, que realizam treinamento de duas a três vezes por semana nesta equipe há pelo menos um ano e participam de competições universitárias a nível estadual e nacional, além de competição amadora na cidade. Os jogadores têm experiência de prática na modalidade de aproximadamente oito anos.

#### **3.2.1 Critérios de inclusão**

Para fazer parte da amostra, os atletas deverão estar frequentando regularmente os treinamentos semanais, sendo selecionados apenas os jogadores de linha. Os atletas serão selecionados com base no desempenho obtido nos jogos e treinamentos antecedentes às coletas pelo treinador da equipe.

#### **3.2.2 Critérios de exclusão**

Os atletas não poderão ter histórico de lesão osteoarticular ou muscular que os tenham impedido de participar normalmente dos treinamentos nas duas semanas antecedentes aos testes. Os goleiros não farão parte da amostra, devido ao fato de apresentarem características específicas da posição, diferente dos demais atletas da equipe.

### **3.3 Procedimentos**

Os atletas serão avaliados em cinco sessões, sendo a primeira e a segunda sessão de caracterização da amostra, a terceira sessão de protocolo de jogo

simulado, contemplando as avaliações pré, durante e após o jogo, e a quarta e quinta sessões de avaliações 24 e 48h pós protocolo de jogo.

### **3.3.1 Caracterização da amostra**

#### **3.3.1.1 Primeira sessão**

##### *Teste incremental*

Será realizado teste incremental em esteira (Arktus, Santa Tereza do Oeste, Brasil) para a determinação do  $VO_2$  máximo ( $VO_{2max}$ ), da velocidade máxima atingida ao final do teste ( $V_{max}$ ) e da FC máxima ( $FC_{max}$ ). O aquecimento iniciará a uma velocidade de  $6 \text{ km.h}^{-1}$  durante 3 minutos, e após o teste iniciará a  $8 \text{ km.h}^{-1}$  com incrementos de  $1 \text{ km.h}^{-1}$  a cada minuto até a exaustão voluntária. Serão coletados gases respiratórios através de analisador de gases portátil tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA), com taxa de amostragem de uma amostra a cada 3 s, e será utilizado o *software* Aerograph para aquisição dos dados. A FC será coletada através de um cardiofrequencímetro (FT1, Polar, Kempele, Finlândia), com taxa de amostragem de uma amostra a cada 30 s. Os testes serão considerados válidos quando um dos seguintes critérios sejam alcançados: atingir a frequência cardíaca máxima estimada pela idade ( $220 - \text{idade}$ ), obter um valor de taxa de troca respiratória (RER) maior que 1,15 ou apresentar taxa respiratória máxima maior do que 35 respirações por minuto (HOWLEY et al., 1995). Prévio a realização do teste e imediatamente após ao final, serão coletadas medidas de lactato sanguíneo ( $15 \mu\text{L}$  de sangue) do lóbulo da orelha do participante, utilizando lancetas descartáveis. A análise será realizada em lactímetro portátil (Accutrend Plus®, Mannheim, Alemanha). Antes de cada coleta, o lóbulo do participante será higienizado com álcool e algodão, o material descartado em lixo próprio e objetos perfurantes em caixas descartáveis. Os pesquisadores responsáveis usarão luvas de látex descartáveis para os procedimentos.

##### *Teste de carga máxima*

Para mensuração da força dinâmica máxima será realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de agachamento. Prévio ao início do teste será

realizado um aquecimento específico no exercício de agachamento, com uma carga de 60% da massa corporal, sendo executada uma série de 15 repetições. Após o aquecimento, a carga para a primeira tentativa do teste será correspondente a 100% da massa corporal e o avaliado deverá realizar no máximo dez repetições. Após a primeira tentativa, de acordo com o número de repetições realizadas, a carga será redimensionada através dos coeficientes propostos por Lombardi (Lombardi, 1989). O teste será novamente realizado para a verificação da carga e se esta ainda não for equivalente ao máximo do sujeito, o mesmo procedimento será repetido até que a carga máxima do sujeito seja encontrada em, no máximo, cinco tentativas. Entre cada tentativa os sujeitos terão quatro minutos de intervalo. O valor de 1RM será considerado a máxima carga possível de se realizar uma repetição completa - fase concêntrica e excêntrica do exercício – dentro do ritmo de execução proposto. O ritmo de cada repetição será controlado com 2 s para cada fase do movimento através de um metrônomo (MA-30, KORGE, Tóquio, Japão). Somente serão validadas as repetições executadas no ritmo e na amplitude (até a marcação previamente estabelecida a aproximadamente 90° de flexão de joelho) determinados.

#### *Familiarização com procedimentos*

Nesta sessão também será realizada familiarização dos atletas com as avaliações de força isométrica máxima dos extensores e flexores de joelho. Os atletas serão informados sobre as instruções para a realização dos testes e realizarão três tentativas em cada uma das medidas (extensão e flexão de joelhos). Além disso, nesta sessão também será realizada familiarização com as escalas de IEP e dor muscular, que serão utilizadas nas sessões de coletas de dados.

#### *Medidas antropométricas*

Foram obtidas as medidas de massa corporal e estatura em uma balança digital (WELMY, Santa Bárbara d'Oeste, Brasil) e em um estadiômetro acoplado a mesma. Logo após serão realizadas medidas das dobras cutâneas tricipital, subescapular, peitoral, axilar-média, supra-ílica, abdominal e coxa por um plicômetro (CESCORF, Porto Alegre, Brasil). A partir dos dados coletados a densidade corporal será estimada através do protocolo proposto por Jackson e Pollock (1978) e na sequência, a composição corporal será calculada utilizando a fórmula de Siri (1993).

### 3.3.1.2 Segunda sessão

#### *Teste de agilidade*

Para mensuração da agilidade será utilizado o teste do quadrado que consiste em um quadrado com medidas de 4 m demarcadas através de cones (PROESP, 2018). Os atletas deverão se deslocar na maior velocidade possível durante todo o percurso demonstrado na figura abaixo (Figura 1). O tempo será controlado utilizando uma fotocélula (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) posicionada ao lado do cone correspondente ao ponto de partida e de chegada, conectada a um software para controle e armazenamento dos dados (MultiSprintFull). Cada atleta fará duas tentativas com um minuto de intervalo entre elas e será considerada a de menor tempo.

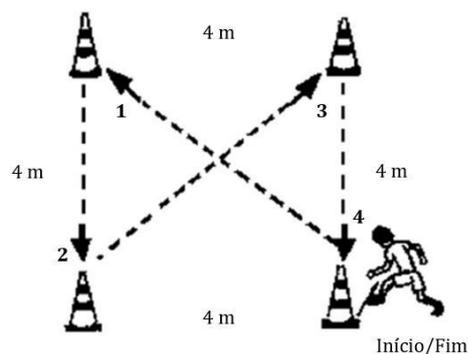


Figura 1. Teste do quadrado

#### *Teste de sprints repetidos*

Será realizado o teste *Repeated Shuttle Sprint Ability* (RSSA) para mensuração da capacidade anaeróbia, que consiste na execução de seis *sprints* de 40 m (20 m de ida e 20 m de volta), com intervalo de 20 s entre eles (IMPELLIZZERI et al., 2008). O tempo será controlado utilizando uma fotocélula (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) posicionada ao lado do cone correspondente ao ponto de partida e de chegada, conectada a um software para controle e armazenamento dos dados (MultiSprintFull). A média do tempo dos seis *sprints* ( $RSSA_{\text{médio}}$ ), o tempo do melhor *sprint* ( $RSSA_{\text{pico}}$ ) e o índice de fadiga ( $([RSSA_{\text{médio}}/RSSA_{\text{pico}}] \times 100) - 100$ ) serão considerados para as análises.

### *Teste de capacidade aeróbia de campo*

Será realizado o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level I* (YOYOIR1) como teste intermitente de campo (KRUSTUP et al., 2003). Durante o teste, o avaliado percorrerá 40 m (20 m de ida e 20 m de volta), com velocidade crescente controlada por aparelho sonoro. Entre cada corrida o atleta terá 10 s de pausa. O teste será encerrado quando o atleta atrasar a chegada aos pontos de 20 m em relação ao bip duas vezes consecutivas no mesmo estágio. O resultado final será a distância total percorrida.

### **3.3.2 Sessões três, quatro e cinco**

Será realizado um jogo simulado, com dois tempos de 30 min corridos, com intervalo de 5 min entre eles, na quadra da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas. O jogo será arbitrado por dois árbitros com formação no curso de arbitragem da Federação Gaúcha de Futsal e haverá premiação ao final da partida, para estimular que os jogadores atuem em esforço máximo durante toda a partida. A partida será disputada por 16 atletas (oito em cada equipe), sendo que os 12 atletas avaliados serão divididos nas duas equipes de forma que seis atletas farão parte de uma equipe e seis de outra. Cada atleta participará do jogo durante 30 min, divididos em 6 períodos de 5 min em quadra com intervalos de recuperação de 5 min fora de quadra e serão substituídos em blocos de quartetos.

Será realizado controle alimentar a partir das 24 h antecedentes ao jogo e até 48 h após o mesmo. A dieta para o controle alimentar será prescrita por uma nutricionista, sendo isocalórica nestes dias, com as devidas proporções de ingestão de carboidratos, proteínas e gorduras a serem consumidas pelos atletas após o esforço. Será solicitado aos sujeitos que mantenham a dieta e informem eventuais alterações.

A Figura 2 apresenta as variáveis que serão coletadas em cada momento de avaliação no estudo.

Pré	Jogo simulado	Imediatamente após	24h após	48h após
CK Ultrassom CIVM/EMG CMJ Sprint Dor	FC Carga corporal Distância percorrida Lactato	CIVM/EMG CMJ Sprint IEP Dor	CK Ultrassom CIVM/EMG CMJ Sprint Dor	CK Ultrassom CIVM/EMG CMJ Sprint Dor

Figura 2. Medidas a serem realizadas em cada momento das sessões durante e após protocolo.

CK = creatina quinase; CIVM = contração isométrica voluntária máxima; EMG = sinal eletromiográfico; CMJ = salto com contramovimento; FC = frequência cardíaca; IEP = índice de esforço percebido.

### 3.3.2.1 Avaliações durante o jogo

#### *Frequência cardíaca*

A FC será mensurada através de um cardiofrequencímetro (H7, Polar, Kempele, Finlândia) conectado via *bluetooth* à um *software* para aquisição dos dados. A FC será coletada de forma contínua para todos os participantes ao longo do jogo.

A FC será categorizada em três faixas de intensidade, conforme utilizado em estudo de Barbero-Alvarez et al. (2008): atividade muito intensa ( $> 85\% FC_{max}$ ), atividade moderada ( $65 - 85\% FC_{max}$ ) e atividade de baixa intensidade ( $< 65\% FC_{max}$ ). A partir dos dados armazenados, o tempo gasto em cada uma das categorias serão obtidos utilizando rotinas pré-estabelecidas no *software* Matlab.

#### *Lactato*

Medidas de lactato sanguíneo serão realizadas imediatamente após o final de cada tempo. Serão coletados 15  $\mu$ L de sangue do lóbulo da orelha dos jogadores, utilizando lancetas descartáveis. A análise será realizada em lactímetro portátil (Accutrend Plus®, Mannheim, Alemanha). Antes de cada coleta, o lóbulo dos participantes será higienizado com álcool e algodão, o material descartado em lixo próprio e objetos perfurantes em caixas descartáveis. Os pesquisadores responsáveis usarão luvas de látex descartáveis para os procedimentos.

### *Variáveis cinemáticas*

A velocidade de deslocamento e a distância percorrida serão mensuradas através de filmagem e posteriormente analisadas utilizando o *software* DVideo. Duas câmeras digitais (30 Hz) serão posicionadas em pontos elevados do ginásio para aquisição das imagens. Cada câmera deverá cobrir aproximadamente  $\frac{3}{4}$  da quadra, com uma região de sobreposição, para evitar a perda de qualquer ação realizada durante o jogo.

Antes da partida, serão obtidas as coordenadas de 16 pontos de controle da quadra e, posteriormente, as projeções correspondentes destes pontos nas imagens serão determinadas através do *software* DVideo. As imagens serão transferidas para o computador e serão sincronizadas identificando eventos comuns ocorridos na região sobreposta. Será realizado processo de segmentação automático para posterior rastreamento dos atletas pela posição em função do tempo durante toda a partida. Para a filtragem da trajetória dos atletas será utilizado filtro passa-baixa *Butterworth* de 5ª ordem, com frequência de corte de 0,4 Hz.

A distância percorrida será calculada como a soma do deslocamento entre dois *frames* consecutivos. A partir da curva de posição-tempo obtida para cada jogador, a curva velocidade-tempo será derivada numericamente, resultando na velocidade instantânea. Ainda, tais valores serão categorizados em diferentes faixas de velocidade (CASTAGNA et al., 2009) e apresentados em percentuais do total:  $V_1 \leq 6,0 \text{ km.h}^{-1}$ ;  $6,1 < V_2 \leq 12,0 \text{ km.h}^{-1}$ ;  $12,1 < V_3 \leq 15,4 \text{ km.h}^{-1}$ ;  $15,5 < V_4 \leq 18,2 \text{ km.h}^{-1}$ ; e  $V_5 > 18,3 \text{ km.h}^{-1}$ . A partir dos dados armazenados, as distâncias percorridas em cada uma das categorias serão obtidas utilizando rotinas pré-estabelecidas no *software* Matlab.

### *Aceleração e carga corporal*

A aceleração será mensurada utilizando GPS com sistema acelerômetro triaxial com frequência de amostragem de 100 Hz (SPI Elite, GPSports Systems, Austrália). O GPS será posicionado na parte superior das costas, utilizando um colete de neoprene.

A magnitude do vetor de aceleração (expresso em força g) em função do tempo (i) (AVM) será obtida a partir dos componentes do eixo x (lateral), y (anterior-posterior) e z (vertical) (i.e.,  $ac_x$ ,  $ac_y$  e  $ac_z$ , respectivamente) usando a seguinte equação:

$$AVM = \sqrt{(acx_{i+1} - acx_i)^2 + (acy_{i+1} - acy_i)^2 + (acz_{i+1} - acz_i)^2}$$

A carga corporal será calculada como a soma acumulada de todos os valores de magnitude do vetor de aceleração. O número de acelerações realizadas será apresentado nas seguintes categorias com base em forças g: <0,5 g; 0,5-1 g; 1-1,5 g; 1,5-2 g; > 2 g. Os valores em cada uma das categorias serão obtidos utilizando rotinas pré-estabelecidas no *software* Matlab.

### 3.3.2.2 Avaliações pré e pós jogo

No *baseline* serão realizadas coletas de amostras sanguíneas para verificar a concentração de CK, percepção de dor muscular, mensuração da espessura e qualidade muscular dos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio do membro inferior dominante, medidas de força isométrica dos extensores de joelho concomitantemente com medida de sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral e reto femoral e força isométrica dos flexores de joelho concomitantemente com medida de sinal eletromiográfico do músculo bíceps femoral do membro inferior dominante, altura do salto com CMJ e tempo de *sprint* de 10 e 20 m, respectivamente.

Entre 10 e 20 min após o jogo simulado serão realizadas coletas de percepção de dor muscular, medidas de força isométrica dos extensores de joelho concomitantemente com medida de sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral e reto femoral e força isométrica dos flexores de joelho concomitantemente com medida de sinal eletromiográfico do músculo bíceps femoral do membro inferior dominante. Após, serão realizadas coletas de altura do salto com CMJ e tempo de *sprint* de 10 e 20 m, respectivamente. O IEP será coletado 30 min após a partida utilizando a escala modificada de Borg de 0-10 pontos (FOSTER et al., 2001).

Nos momentos 24 e 48 horas após a realização do jogo serão coletadas amostras sanguíneas para verificar a concentração de CK, percepção de dor muscular, mensuração de espessura e qualidade muscular dos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio do membro inferior dominante, medidas de força isométrica dos extensores de joelho concomitantemente com medida de sinal

eletromiográfico dos músculos vasto lateral e reto femoral e força isométrica dos flexores de joelho concomitantemente com medida de sinal eletromiográfico do músculo bíceps femoral do membro inferior dominante. Após, serão realizadas coletas de altura do salto com CMJ e tempo de *sprint* de 10 e 20 m, respectivamente.

#### *Creatina Quinase*

As amostras sanguíneas serão coletadas no lóbulo da orelha dos participantes com lancetas descartáveis e serão coletados 25 µL de sangue, colocados em fitas próprias para análise de CK (Reflotron-CK, Roche, Brasil). As análises das amostras sanguíneas serão realizadas em um reflotron portátil (Reflotron Plus, Roche, Brasil). Antes de cada coleta, o lóbulo dos participantes será higienizado com álcool e algodão, o material descartado em lixo próprio e objetos perfurantes em caixas Descarbox. Os pesquisadores responsáveis usarão luvas de látex descartáveis para os procedimentos.

#### *Dor muscular*

Percepção de dor muscular será mensurada utilizando uma escala Likert de 7 pontos para membros inferiores, sendo 1 considerado muito muito bem, e 7 muita muita dor (MORGAN et al., 1988; ANDERSSON et al., 2008).

#### *Espessura e qualidade muscular*

A mensuração da espessura e da qualidade muscular será realizada por meio de imagens obtidas através de um aparelho de ultrassonografia em B-modo (Toshiba – Tosbee/SSA-240A, Japão). Prévio às medidas, os sujeitos serão mantidos em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos e relaxados durante 15 minutos para a estabilização do deslocamento dos fluídos. Após, um transdutor linear de 7,5 MHz será posicionado perpendicularmente ao músculo avaliado, sendo utilizado um gel condutor a base de água que promove aumento do contato acústico sem necessidade de causar pressão sobre a pele que pode ocasionar distorção da imagem. Serão avaliados os músculos reto femoral, vasto intermédio, vasto medial e vasto lateral do membro inferior dominante de cada sujeito. O posicionamento do transdutor para a coleta de cada músculo será realizado conforme indicações de Kumagai et al. (2000), Chilibeck et al. (2004) e Korhonen et al. (2009). Para garantir e

facilitar o mesmo posicionamento do transdutor nas medidas de *baseline*, 24 e 48 h será realizado um mapeamento em lâminas transparentes com o desenho das referências dos pontos anatômicos e marcas existentes na pele da coxa de cada indivíduo.

As imagens serão digitalizadas e analisadas no *software* Image J (National Institutes of Health, USA, versão 1.37). A qualidade muscular dos músculos avaliados será determinada a partir de valores de eco intensidade calculados por análise de escala de cinza realizada através de função padrão do *software*. Para calcular o valor de eco intensidade, será selecionada uma região de interesse de cada músculo, incluindo a maior quantidade de tecido musculoesquelético possível, evitando outros tecidos. O valor de eco intensidade da região de interesse será calculado resultando em um número entre 0 (preto) e 255 (branco), sendo que valores elevados de eco intensidade representam maior quantidade de tecido não contrátil dentro do músculo (RADAELLI et al., 2013; WILHELM et al., 2014). Será considerado para análise o valor médio de eco intensidade das três imagens coletadas para cada músculo. A espessura muscular será definida em cada imagem obtida como a distância entre a interface do tecido adiposo subcutâneo e o tecido musculoesquelético e a interface do tecido musculoesquelético e o tecido ósseo (ABE et al., 2000), sendo também considerado para análise o valor médio das três medidas coletadas para cada músculo.

#### *Força isométrica e sinal eletromiográfico*

As medidas de força isométrica dos extensores e flexores de joelho e sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos vasto lateral, reto femoral e bíceps femoral serão coletadas durante contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM). Para aquisição do sinal EMG será utilizado o eletromiógrafo (Miotool 400, MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) composto por quatro canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, enquanto que a medida de força isométrica será mensurada através de uma célula de carga (MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) com capacidade de 200 kgf, acoplada ao eletromiógrafo.

Previamente ao início das coletas, será realizada a preparação da pele e posicionamento dos eletrodos nos sujeitos. Será realizada a raspagem dos pelos da região dos músculos de interesse e abrasão das áreas com algodão umedecido em

álcool. Os eletrodos serão posicionados de acordo com as normas do projeto *Surface Electromyography of the Non-Invasive Assessment of Muscles* - SENIAM (2018). Após os procedimentos de preparação da pele e marcação das regiões, eletrodos bipolares (Meditrace, Kendall, USA) serão posicionados no ventre muscular com uma distância intereletrodos de 30 mm, no sentido das fibras musculares. Será posicionado um eletrodo de referência na tuberosidade da tíbia. Para garantir o mesmo posicionamento dos eletrodos em todas as coletas será realizado desenho dos eletrodos na pele com caneta preta (Acrilex, São Bernardo do Campo, Brasil) após cada dia de coleta.

Para a realização das CIVMs dos extensores de joelho, os sujeitos serão devidamente posicionados sentados em uma cadeira extensora, com a célula de carga fixada a mesma de forma perpendicular, com os quadris e coxas estabilizados, com aproximadamente 90° de flexão de quadril e 90° de extensão de joelhos. Para a realização das CIVMs dos flexores de joelho, os sujeitos serão devidamente posicionados em pé em uma cadeira flexora, com a célula de carga fixada a mesma de forma perpendicular, com tronco e coxa estabilizados, com aproximadamente 90° de flexão de quadril e 90° de flexão de joelho. Serão realizadas três CIVM para cada grupo muscular no *baseline*, com intervalo de 2 min entre cada tentativa (será selecionada a de maior valor), e uma CIVM em cada momento pós. Cada CIVM terá duração de cinco segundos cada, nos quais os participantes serão instruídos a realizar máxima força o mais rápido possível.

Para a aquisição dos dados de força isométrica e do sinal EMG será utilizado o *software* Miograph e após os arquivos serão exportados e analisados no *software* SAD32. Para a filtragem do sinal da força isométrica será utilizado filtro passa-baixa *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequência de corte de 9 Hz. O maior valor durante um segundo estável da força isométrica registrado durante as CIVMs será considerado o resultado da força isométrica máxima. Para a filtragem do sinal EMG será utilizado filtro passa-banda *Butterworth* de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. O sinal EMG das CIVMs (5 s de coleta) serão recortadas no período correspondente ao segundo mais estável da curva da força isométrica para a obtenção do valor *Root Mean Square* (RMS).

### *Salto vertical*

Para mensuração da altura em salto vertical, será realizado o salto com contramovimento (CMJ) sem o auxílio dos membros superiores. No CMJ, o indivíduo deverá se posicionar em pé sobre o tapete de contato, com as mãos na cintura e, a partir desta posição inicial, realizar flexão seguida de extensão de quadril e joelhos e saltar o mais alto possível. No *baseline*, cada sujeito terá três tentativas com 1 min de intervalo entre elas e será considerada a de maior altura em cada momento, enquanto que nos momentos pós jogo será realizado apenas um salto. Para coleta dos dados será utilizado um tapete de contato (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) conectado a um *software* para controle e armazenamento dos dados (MultiSprintFull).

### *Tempo de sprint*

Será realizado *sprint* em linha reta de 20 m para mensuração do tempo de deslocamento. No momento *baseline* cada sujeito terá duas tentativas com 1min de intervalo entre elas e será utilizada a de menor tempo, enquanto que nos momentos após o jogo será realizado um *sprint*. O tempo será controlado utilizando fotocélulas (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) posicionadas ao lado dos cones correspondentes aos pontos de partida, de 10 e de 20 m, conectadas a um *software* para controle e armazenamento dos dados (MultiSprint Full).

## **3.3 Análise estatística**

Os dados serão apresentados em estatística descritiva através de média  $\pm$  desvio padrão (DP). Para verificar a normalidade dos dados será utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Será utilizada ANOVA para medidas repetidas, com *post hoc* de Bonferroni, para comparação dos dados entre os momentos *baseline*, imediatamente após, 24 e 48 h após a partida. Caso a distribuição dos dados não seja normal, será utilizado teste de Friedman com correção de Bonferroni para comparação das mesmas variáveis. Será utilizado teste T pareado para comparação das variáveis coletadas durante o jogo entre o primeiro e o segundo tempo. Caso a distribuição dos dados não seja normal, será utilizado teste de Wilcoxon para a comparação das mesmas variáveis. Será utilizada ANOVA para medidas repetidas, com *post hoc* de

Bonferroni, para comparação da concentração de lactato entre os momentos durante o jogo. Caso a distribuição dos dados não seja normal, será utilizado teste de Friedman com correção de Bonferroni para comparação das mesmas variáveis. Será adotado um índice de significância de  $\alpha = 0,05$ . Todas as análises serão realizadas no pacote estatístico SPSS 20.0.

### **3.4 Aspectos éticos**

O projeto de pesquisa será enviado para análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPel), seguindo as normas de ética em investigação de seres humanos segundo a resolução CNS 196/96. Os sujeitos da pesquisa deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, somente após, serão submetidos ao protocolo experimental.

#### 4. ORÇAMENTO

O quadro abaixo apresenta o orçamento para a realização do projeto.

<b>Produto</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Álcool em gel	1	7,00	7,00
Algodão	4	5,00	20,00
Lâminas de barbear	20	1,00	20,00
Eletrodos de superfície	400	1,00	400,00
Fitas reagentes de CK	60	20,00	1200,00
Fitas de lactato	50	10,00	500,00
Caneta preta permanente	1	8,00	8,00
Lâminas transparentes	12	0,50	6,00
Gel a base d'água	1	25,00	25,00
		<b>Total</b>	<b>2186,00</b>



## **6. PLANO DE PUBLICAÇÕES**

- Análise de fadiga e tempo de recuperação após jogo simulado de futsal em atletas universitários.
- Demandas físicas e fisiológicas durante jogo simulado de futsal em atletas universitários.

## REFERÊNCIAS

ABDELKRIM, N. B.; FAZAA, S. E.; ATI, J. E. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, p. 69-75, 2007.

ABE, T.; DEHOYOS, D. V.; POLLOCK, M. L.; GARZARELLA, L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p.174-80, 2000.

ANDERSSON, H.; RAASTAD, T.; NILSSON, J.; PAULSEN, G.; GARTHE, I.; KADI, F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 2, p. 372-380, 2008.

ARRUDA, A. F.; AOKI M. S.; MILOSKI, B.; FREITAS, C. G.; MOURA, N. R.; MOREIRA, A. Playing match venue does not affect resting salivary steroids in elite Futsal players. **Physiology & Behavior**, v. 155, p. 77-82, 2016.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 7, p. 665-674, 2006.

BARBERO-ALVAREZ, J. C.; SOTO, V. M.; GRANDA-VERA, J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **Journal of Sports and Science**, v. 26, n. 1, p. 63-73, 2008.

BOYD, L. J.; BALL, K.; AUGHEY, R. J. The reliability of minimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, p. 311-321, 2011.

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**, v. 81-82, p. 209-230, 2007.

BUENO, M. J.; CAETANO, F. G.; PEREIRA, T. J.; SOUZA, N. L.; MOREIRA, G. D.; NAKAMURA, F. Y.; CUNHA, S. A.; MOURA, F. A. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. **Sports Biomechanics**, v. 0, n. o, p.1-11, 2014.

BYRNE, C.; TWIST, C.; ESTON, R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. **Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 49-69, 2004.

CAETANO, F. G.; BUENO, M. J. O.; MARCHE, A. L.; NAKAMURA, F. Y.; CUNHA, A. S.; MOURA, F. A. Characterization of the sprint and repeated-sprint sequences performed by professional futsal players, according to playing position, during official matches. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 31, p. 423-429, 2015.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; GRANDA-VERA, J.; BARBERO-ALVAREZ, J. C. Match demands of professional Futsal: a case study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 4, p. 490-494, 2009.

CASTAGNA, C.; BELARDINELLI, R.; IMPELLIZZERI, F. M.; ABT, G. A.; COUTTSE, A. J.; D'OTTAVIO, S. Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, p. 89-95, 2007.

CBFS. Confederação Brasileira de Futebol de Salão. Site oficial. Disponível em: <<http://www.cbfs.com.br/2009/cbfs/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

CHATZINIKOLAOU, A.; CHRISTOFORIDIS, C.; AVLONITI, A.; DRAGANIDIS, D.; JAMURTAS, A. Z.; STAMPOULIS, T.; ERMIDIS, G.; SOVATZIDIS, A.; PAPASSOTIRIOU, I.; KAMBAS, A.; FATOUROS, I. G. A microcycle of inflammation following a team handball game. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 7, p. 1981-1994, 2014.

CHATZINIKOLAOU, A.; DRAGANIDIS, D.; AVLONITI, A.; KARIPIDIS, A.; JAMURTAS, A. Z.; SKEVAKI, C. L.; TSOUKAS, D.; SOVATZIDIS, A.; THEODOROU, A.; KAMBAS, A.; PAPASSOTIRIOU, I.; TAXILDARIS, K.; FATOUROS I. The microcycle of inflammation and performance changes after a basketball match. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 9, p. 870-882, 2014.

CHILIBECK, P.D.; STRIDE, D.; FARTHING, J. P.; BURKE, D. G. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1781-8, 2004.

CLARKE, A. C.; ANSON, J. M.; PYNE, D. B. Neuromuscular fatigue and muscle damage after a women's rugby sevens tournament. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 6, p. 808-814, 2015.

COUTTS, A.; REABURN, P.; ABT, G. Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: case study. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, n. 2, p. 97-103, 2003.

CROFT, L.; DYBRUS, S.; LENTON, J.; GOOSEY-TOLFREY, V. A comparison of the physiological demands of wheelchair basketball and wheelchair tennis. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, p. 301-315, 2010.

DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; ACHE-DIAS, J.; SANTOS S. G. The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on sprint performance and kinematics of the lower limbs. **Journal of Sports Sciences**, v. 15, n. 1, p. 81-88, 2017.

DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; SANTOS, S. G. The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on isokinetic knee torque production. **Sports Biomechanics**, v. 13, n. 4, p. 332-340, 2014.

DELETRAT, A.; BAKER, J.; COHEN, D. D.; CLARKE, N. D. Effect of a simulated soccer match on the functional hamstrings-to-quadriceps ratio in amateur female players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 23, n. 4, p. 478-86, 2013.

DOEVEN, S. H.; BRINK, M. S.; KOSSE, S. J.; LEMMINK, K. A. P. M. Postmatch recovery of physical performance and biochemical markers in team ball sports: a systematic review. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 4, n. 1, p. e000264, 2018.

DOGRAMACI, S. N.; WATSFORD, M. L. A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 6, n. 1, p. 73-83, 2006.

DOGRAMACI, S. N.; WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 0, n. 0, p. 1-6, 2010.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FREITAS, V. H.; SOUZA, E. A.; OLIVEIRA, R. S.; PEREIRA, L. A.; NAKAMURA, F. Y. Efeito de quatro dias consecutivos de jogos sobre a potência muscular, estresse e recuperação percebida, em jogadores de futsal. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2014.

FUJIKAKE, T.; HART, R.; NOSAKA, K. Changes in B-mode ultrasound echo intensity following injection of bupivacaine hydrochloride to rat hind limb muscles in relation to histologic changes. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 35, n. 4, p. 687-696, 2009.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological Reviews**, v. 81, n. 4, p. 1725–1789, 2001.

GOODALL, S.; THOMAS, K.; HARPER, L. D.; HUNTER, R.; PARKER, P.; STEVENSON, E.; WEST, D.; RUSSELL, M.; HOWATSON, G. The assessment of neuromuscular fatigue during 120 min of simulated soccer exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 4, p. 687-697, 2017.

HAGSTROM, A. D.; SHORTER, K. A. Creatine kinase, neuromuscular fatigue, and the contact codes of football: A systematic review and meta-analysis of pre- and post-match differences. **European Journal of Sport Science**, v. 5, p. 1-11, 2018. DOI: 10.1080/17461391.2018.1480661.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.27, p. 1292-1301, 1995.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; BISHOP, D.; BRAVO, D. F.; TIBAUDI, A.; WISLOFF, U. Validity of a repeated-sprint test for football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 11, p. 899-905, 2008.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JOHNSTON, R. D.; GABBETT, T. J.; JENKINS, D. G. Influence of an intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, p. 460-465, 2013.

KNICKER, A. J.; RENSHAW, I.; OLDHAM, A. R.; CAIRNS, S. P. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 307-28, 2011.

KORHONEN, M. T.; MERO, A. A.; ALÉN, M.; SIPILÄ, S.; HÄKKINEN, K.; LIIKAVAINIO, T.; VIITASALO, J. T.; HAVERINEN, M. T.; SUOMINEN, H. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 4, p. 844-56, 2009.

KRUISTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENSBERG, A.; PEDERSEN, P. K.; BANGSBO, J. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 4, p. 697-705, 2003.

KRUISTRUP, P.; MOHR, M.; STEENSBERG, A.; BENCKE, J.; KJÆR, M.; BANGSBO, J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 6, p. 1165-1174, 2006.

KUMAGAI, K.; ABE, T.; BRECHUE, W. F.; RYUSHI, T.; TAKANO, S.; MIZUNO, M. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 811-816, 2000.

LARSSON, P. Global Positioning System and Sport-Specific Testing. **Sports Medicine**, v. 33, n. 15, p. 1093-1101, 2003.

LOMBARDI, V. P. **Beginning weight training: the safe and effective way.** Dubuque, 1989.

MAKAJE, N.; RUANGTHAI, R.; ARKARAPANTHU, A.; YOOPAT, P. Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 52, p. 366-374, 2012.

MATTHEW, D; DELETRAT, A. Heart rate, blood lactate concentration, and time–motion analysis of female basketball players during competition. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 8, p. 813-821, 2009.

MICHALSIK, L. B.; AAGAARD, P. Physical demands in elite team handball: comparisons between male and female players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, p. 878-891, 2015.

MILIONI, F.; VIEIRA, L. H.; BARBIERI, R. A.; ZAGATTO, A. M.; NORDSBORG, N. B.; BARBIERI, F. A.; DOS-SANTOS, J. W.; SANTIAGO, P. R.; PAPOTI, M. Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. **Frontiers in Physiology**, v. 7, p. 518, 2016.

MORGAN, W. P.; COSTILL, D. L.; FLYNN, M. G.; RAGLIN, J. S.; O'CONNOR, P. J. Mood disturbance following increased training in swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, n. 4, p. 408-414, 1988.

NOSAKA, K.; NEWTON, M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 16, n. 2, p. 202-208, 2002.

OH, S. H.; JOO, C. H. Comparison of technical and physical activities between 8 vs. 8 and 11 vs. 11 games in young Korean soccer players. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 2, p. 253-258, 2018.

OXENDALE, C. L.; TWIST, C.; DANIELS, M.; HIGHTON, J. The relationship between match-play characteristics of elite rugby league and indirect markers of muscle damage. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, p. 515-521, 2016.

PLIAUGA, V.; KAMANDULIS, S.; DARGEVIČIŪTĖ, G.; JASZCZANIN, J.; KLIZIENĖ, I.; STANISLOVAITIENĖ, J.; STANISLOVAITIS, A. The effect of a simulated basketball game on players' sprint and jump performance, temperature and muscle damage. **Journal of Human Kinetics**, v. 46, p. 167-175, 2015.

PROSKE, U.; MORGAN, D. L. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. **Journal of Physiology**, v. 537, n. 2, p. 333-345, 2001.

RADAELLI, R.; BOTTARO, M.; WAGNER, D. R.; WILHELM, E. N.; POMPERMAYER, M. G.; PINTO, R. S. Men and women experience similar muscle damage after traditional resistance training protocol. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 22, p. 47-54, 2014.

RADAELLI, R.; BOTTARO, M.; WILHELM, E. N.; WAGNER, D. R.; PINTO, R. S. Time course of strength and echo intensity recovery after resistance exercise in women. **Journal of Strength and Conditioning and Research**, v. 26, n. 9, p. 2577-2584, 2012.

RADAELLI, R.; WILHELM, E. N.; BOTTON, C. E.; BOTTARO, M.; CADORE, E. L.; BROWN, L. E.; PINTO, R. S. Effect of two different strength training volumes on muscle hypertrophy and quality in elderly women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, p. 6-11, 2013.

SCARFONE, R.; AMMENDOLIA, A. Match analysis of an elite beach soccer team. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 7-8, p. 953-959, 2017.

SCOTT, M. T. U.; SCOTT, T. J.; KELLY, V. G. The validity and reliability of Global Positioning Systems in team sport: a brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1470-1490, 2016.

SENIAM. Surface Electromyography for the non-invasive assessment of muscles. Disponível em: <<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-491, 1993.

SOUGLIS, A.; BOGDANIS, G. C.; GIANNOPOULOU, I.; PAPADOPOULOS, Ch.; APOSTOLIDIS, N. Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. **Research in Sports Medicine**, v. 23, n. 1, p. 59-72, 2015.

STONE, N.; KILDING, A. Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. **Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 615-642, 2009.

VIEIRA, L. H.; DOGRAMACI, S. N.; BARBIERI, R. A.; MOURA, F. A.; ANDRADE, V. L.; CESAR, G. M.; SANTIAGO, P. R. Preliminary results on organization on the court, physical and technical performance of Brazilian professional futsal players: comparison between friendly pre-season and official match. **Motriz**, v. 22, n. 2, p. 80-92, 2016.

WILHELM, E. N.; RECH, A.; MINOZZO, F.; RADAELLI, R.; BOTTON, C. E.; PINTO, R. S. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. **Age**, v. 36, n. 3, p. 1113-22, 2014.

## **APÊNDICES**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Pesquisador responsável:** Cristine Lima Alberton

**Instituição:** Escola Superior de Educação Física

**Endereço:** Rua Luís de Camões, 625

**Telefone:** (53) 3273-2752

---

Concordo em participar do estudo “Análise de desempenho e recuperação de jogo simulado em atletas de futsal universitário”. Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

**PROCEDIMENTOS:** Fui informado de que o objetivo do estudo será analisar o desempenho físico e fisiológico durante e o tempo de recuperação da fadiga neuromuscular e metabólica após jogo simulado de futsal em atletas universitários. Para tanto, serão realizadas cinco sessões: primeira e segunda sessões – serão realizados testes de  $VO_{2max}$ , 1RM, agilidade, *sprints* repetidos e aeróbio de campo, e, ainda nestas sessões, os atletas serão familiarizados com os procedimentos a serem realizados nas sessões seguintes; terceira sessão – será realizado jogo simulado, contemplando as avaliações pré, durante e após o jogo; quarta e quinta sessões – serão de avaliações 24 e 48h pós jogo. Para as avaliações pré e pós jogo, cada sujeito será submetido a uma preparação da pele (raspagem dos pelos na superfície muscular de interesse, limpeza da pele com algodão embebido em álcool) para o posicionamento dos eletrodos de superfície. Nesse procedimento de raspagem dos pelos serão utilizadas lâminas descartáveis para cada sujeito e a preparação da pele e posicionamento dos eletrodos será realizada no local de coleta de dados por um avaliador experiente com tais procedimentos. Ainda, nas sessões três, quatro e cinco, serão realizadas coletas de sangue no lóbulo da orelha (25  $\mu$ L), com lancetas descartáveis, nos momentos pré, durante e pós jogo. O pesquisador utilizará luvas de procedimento durante todas as coletas e os materiais serão descartados em lixo próprio para cada tipo de material. Estou ciente que os resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usados para fins de pesquisa.

**RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES:** Fui informado que os riscos dos procedimentos realizados podem envolver sintomas temporários, tais como: dor, cansaço muscular e alergia na pele. Todavia, a maioria dos testes fazem parte das rotinas de treinamento dos atletas. Na ocorrência de qualquer imprevisto, a SAMU (192) será imediatamente comunicada para proceder às devidas providências e os pesquisadores acompanharão os participantes até que os mesmos estejam sob atendimento médico e com membro da família.

**BENEFÍCIOS:** O benefício de participar da pesquisa relaciona-se ao fato de que os resultados poderão melhorar a prescrição do treinamento e poderá trazer respostas que ajudarão no embasamento científico da área. Receberei um relatório com todas as minhas informações individuais e resultados obtidos nos testes realizados.

**PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:** Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

**DESPESAS:** Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

**CONFIDENCIALIDADE:** Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

**CONSENTIMENTO:** Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré- Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:** Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPEL – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone:(53) 3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL \_\_\_\_\_

## ***Relatório do trabalho de campo***

## **1. INTRODUÇÃO**

Este relatório apresenta em detalhes como se deu o desenvolvimento da pesquisa realizada para a elaboração da Tese de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

Este espaço foi destinado para descrever aspectos do trabalho de campo e apresentar mudanças que foram necessárias a serem realizadas em relação ao projeto de pesquisa original do estudo.

## **2. AMOSTRA**

A seleção da amostra se deu por conveniência. A população-alvo deste estudo foram jogadores adultos de futsal do estado do Rio Grande do Sul.

O projeto de pesquisa foi realizado com o objetivo de avaliar atletas de futsal universitário, que faziam parte da equipe masculina da Universidade Federal de Pelotas. No entanto, no ano de 2019 a universidade realizou convênio com o Paulista Futebol Clube (clube tradicional de futsal da cidade de Pelotas) para disputar o campeonato adulto estadual da Federação Gaúcha de Futebol de Salão. Assim, a equipe que antes era composta apenas por universitários, passou a contar também com atletas não vinculados a instituição. Além disso, o número de sessões de treino e jogos realizados foi alterado, com o objetivo de montar uma equipe competitiva a nível estadual. Portanto, a amostra avaliada neste estudo foi composta por atletas semi-profissionais de futsal.

### 3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada em dois momentos: coletas para o artigo 1 no período de março de 2019, enquanto que as coletas para o artigo 2 foram no período de agosto de 2019.

Inicialmente, a coleta de dados seria realizada no mês de novembro de 2018, ainda com a equipe universitária. No entanto, devido a problemas técnicos em alguns equipamentos que seriam utilizados neste estudo, a data de coleta foi alterada para a pré-temporada do ano seguinte (2019).

Apesar da troca de data das coletas, o teste incremental em esteira não pode ser realizado, visto que a esteira capaz de suportar as velocidades atingidas pelos atletas ainda estava em manutenção e não foi encontrada outra esteira para realização dos testes na cidade. Assim, as medidas de lactato que seriam realizadas durante o jogo também não foram realizadas, pois a medida de lactato máximo para comparação dos resultados seria coletada juntamente com o teste incremental.

Os dados de acelerometria foram coletados em um segundo momento, já durante o período competitivo, pois devido a incompatibilidade de datas para o empréstimo do equipamento no mês de março, optou-se por coletar estes dados em jogos oficiais durante a competição.

Tanto o jogo simulado quanto os jogos oficiais foram filmados para posterior análise. Porém, os dados cinemáticos não estão apresentados nos estudos, visto que os arquivos de vídeo estão muito extensos e necessitam ser modificados para que consigam ser analisados no *software* DVideow, o que ainda não foi possível. Os dados ainda serão analisados para posteriormente serem publicados.

#### **4. PERDAS E RECUSAS**

Doze atletas foram selecionados para participar da amostra, considerando aqueles que estavam aptos fisicamente para participar do jogo simulado. A equipe na pré-temporada era composta por 15 atletas de linha, porém três deles estavam lesionados no momento da coleta ou ainda estavam em período de recuperação. Assim, outros cinco jogadores foram convidados a participar do jogo simulado para completar os 16 participantes (quatro para completar uma das equipes e um jogador reserva para possíveis incidentes). Durante o jogo, um dos doze atletas da equipe que estava em avaliação se lesionou, sendo substituído pelo jogador reserva que não foi avaliado. Deste modo, foram avaliados 11 atletas durante o jogo simulado e nas avaliações seguintes, tendo uma perda amostral no estudo.

No estudo com os GPS para os dados de acelerometria, os aparelhos foram colocados em nove atletas em cada jogo oficial (dois jogos foram avaliados). No entanto, em um dos jogos o número de atletas correspondeu a oito, pois um deles não participou do jogo. Durante o outro jogo, dois GPS apresentaram erro e os dados de dois atletas foram perdidos. Ainda, o número total de participantes do estudo com GPS foi de nove, visto que houve atletas que participaram dos dois jogos, sendo selecionado apenas a participação em um deles (de forma aleatória) para fazer parte do estudo, controlando para que houvesse equilíbrio entre o número de atletas monitorados em cada jogo.

## ***Artigo 1***

O artigo será submetido para a revista *Journal of Sports Sciences* e já se encontra nas normas da mesma (anexo 1).

## RECUPERAÇÃO DE FADIGA E DANO MUSCULAR APÓS JOGO SIMULADO EM ATLETAS DE FUTSAL

### RESUMO

O estudo objetivou avaliar a recuperação da fadiga neuromuscular e o dano muscular até 48h após jogo simulado em atletas de futsal. Onze atletas de futsal masculino ( $22,2 \pm 2,9$  anos) foram avaliados nas condições pré, imediatamente após, 24h após e 48h após jogo simulado ao final da pré-temporada. Concentração sanguínea de creatina quinase (CK), espessura e qualidade muscular, dor muscular, força isométrica máxima (FI) e sinal eletromiográfico (EMG) de extensores e flexores de joelho, salto com contramovimento (CMJ) e *sprints* de 10 e 20m foram mensurados nesses momentos. CK aumentou 24h pós jogo ( $p < 0,001$ ), enquanto qualidade muscular do vasto lateral ( $p = 0,005$ ) e reto femoral ( $p = 0,001$ ) pioraram 24h pós jogo; todos retornando aos níveis basais 48h pós jogo. Dor muscular aumentou imediatamente após o jogo ( $p < 0,001$ ), retornando aos valores pré 24h após. Tempo de desempenho em *sprint* de 10 e 20m aumentou e FI de extensores de joelho diminuiu imediatamente e 24h pós jogo, retornando aos valores pré 48h pós jogo. FI de flexores de joelho diminuiu somente 24h pós jogo, enquanto que EMG e CMJ não apresentaram diferença entre os momentos. Jogo simulado de futsal gera fadiga e dano muscular até 24h após partida, sendo que 48h pós jogo os atletas já estão recuperados física e metabolicamente.

**Palavras-chave:** esporte, desempenho físico, potência, força muscular.

## INTRODUÇÃO

O futsal é uma modalidade de caráter intermitente, disputado em alta intensidade, com *sprints*, acelerações, desacelerações e mudanças de direção, alta exigência física, técnica e tática<sup>1-3</sup>. Atletas profissionais de elite do futsal mundial percorrem de 3000 a 4000 m em jogos oficiais, sendo entre 13 e 25 % desta distância realizada em intensidades altas ( $15,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ )<sup>1,2,4-6</sup>. Ainda em relação a intensidade do jogo, autores analisaram a frequência cardíaca (FC) de atletas de futsal durante jogos oficiais e simulados<sup>1,3,7,8</sup>. Em jogos oficiais, atletas profissionais atingem valores acima de 90% da FC máxima durante a maior parte do jogo<sup>1</sup>. Durante jogos simulados, em estudo de Castagna et al.<sup>7</sup>, atletas profissionais se mantiveram em intensidade acima de 90% da FC máxima durante 52% do tempo de jogo.

Tendo em vista a alta intensidade de jogo exigida aos atletas, como observado nos estudos acima, torna-se fundamental a compreensão do desgaste fisiológico gerado após as partidas, bem como a recuperação desses atletas. Assim, alguns estudos têm investigado respostas de fadiga muscular e parâmetros fisiológicos imediatamente após protocolos simulados de jogo de futsal<sup>9-11</sup>. Em atletas das categorias sub-17 e sub-20, imediatamente após protocolo de jogo simulado, foi observada fadiga neuromuscular, com diminuição nos picos de torque para extensores e flexores de joelho<sup>9</sup>, aumento no tempo de *sprint*<sup>10</sup> e prejuízo na técnica de corrida<sup>10</sup>. Em outra situação de jogo simulado, também foram encontradas diminuição no pico de força de extensores de joelho e na ativação voluntária do músculo vasto lateral imediatamente pós jogo em atletas adultos profissionais<sup>11</sup>. Porém, ambos os estudos mensuraram apenas o desgaste do jogo, sem avaliar medidas de recuperação nos dias seguintes às partidas. Ainda neste contexto, porém após jogos oficiais realizados em dias consecutivos, atletas de futsal profissionais apresentaram fadiga neuromuscular, com diminuição da altura de saltos com contramovimento (CMJ) e agachado (SJ) após cada jogo, alterações na percepção da recuperação física e de lesões mensuradas através de questionário após os quatro dias de jogos<sup>12</sup>.

Por outro lado, estudos têm sido realizados a fim de mensurar a recuperação nos dias seguintes em atletas após jogos (oficiais, amistosos e/ou simulados) em diferentes modalidades<sup>13-20</sup>. Neste contexto, Hagstrom e Shorter<sup>14</sup> realizaram uma revisão sistemática com meta-análise avaliando o dano muscular e a fadiga neuromuscular pré e pós jogos de rugby *union* e *league*, futebol americano e futebol australiano. Os resultados da meta-análise demonstraram que a concentração de creatina quinase muscular (CK) aumentou até 48 h após

jogo em relação ao pré, enquanto que o pico de potência mensurado a partir do salto CMJ diminuiu até 24 h após jogo. Ainda, Doeven et al.<sup>13</sup>, também em uma revisão sistemática, com atletas de diferentes modalidades coletivas, encontraram fadiga neuromuscular, mensurada através do salto CMJ e *sprint*, e dano muscular, mesurado através de concentração de CK, até 48h após as partidas.

Porém, apesar dos achados em relação à fadiga gerada pelos jogos de futsal, os estudos encontrados na literatura com esta população apenas realizam medidas de fadiga imediatamente pós jogo (simulado). Além disso, tais estudos não apresentam respostas relacionadas a intensidade e demanda do jogo, visto que dependendo do esforço realizado durante o jogo as respostas de fadiga e recuperação podem apresentar respostas diferentes. Tendo em vista a frequência de jogos realizados em curtos períodos de tempo nessa modalidade, é de extrema importância que estudos sejam realizados a fim de investigar o tempo de recuperação da fadiga, utilizando protocolos que se assemelhem ao máximo de situações reais de jogo, como tempo de duração, substituições, e demais variáveis do jogo, bem como os níveis de desempenho e intensidade exercidos pelos atletas durante o mesmo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a recuperação da fadiga neuromuscular e o dano muscular até 48h após jogo simulado em atletas de futsal.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Delineamento do estudo**

O presente estudo se caracteriza por transversal observacional. Na sessão experimental, os sujeitos realizaram um jogo simulado de futsal, conforme regras oficiais da modalidade. Durante o jogo foi mensurada a FC dos atletas. Para avaliar a recuperação pós jogo, foram realizadas coletas de CK, análise da qualidade e espessura muscular, medida da circunferência da coxa, testes de força e potência muscular, Índice de Esforço Percebido (IEP) e dor muscular conduzidos antes, imediatamente após, 24 e 48 h após a partida.

## Participantes

A amostra foi composta por 11 atletas de futsal masculino ( $22,2 \pm 2,9$  anos) que disputaram a primeira divisão do campeonato estadual do Rio Grande do Sul em 2019. Os atletas fazem parte de uma equipe que realizava treinamento (físico e técnico-tático) cinco vezes por semana, cujas avaliações foram realizadas ao final da pré-temporada. Todos os atletas da equipe foram convidados para participarem do estudo e aqueles que estavam aptos para realizar as sessões foram incluídos na amostra. Foram excluídos do estudo aqueles que apresentaram histórico de lesão osteoarticular ou muscular que os tenham impedido de participar normalmente dos treinamentos nas duas semanas antecedentes aos testes. Os goleiros foram excluídos do estudo devido ao fato de apresentarem características de treinamento e demandas específicas da posição. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel sob o parecer 2.987.339.

## Procedimentos

Os atletas foram avaliados em seis sessões, sendo as três primeiras sessões de caracterização da amostra, a quarta sessão de protocolo de jogo simulado, contemplando as avaliações pré, durante e pós jogo, e a quinta e sexta sessões de avaliações 24 e 48h pós protocolo de jogo simulado, respectivamente.

A fim de caracterizar a amostra, foram realizadas as seguintes medidas: teste do quadrado<sup>21</sup>, para mensurar a velocidade com mudança de direção; *Repeated Shuttle Sprint Ability*<sup>22</sup> para a determinar a capacidade de repetir *sprints*; teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de agachamento<sup>23</sup> para avaliar a força dinâmica de membros inferiores; e

o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level I* (YOYOIR1) como teste indireto para estimativa da capacidade aeróbia<sup>24</sup>. Além disso, nas sessões de caracterização também foi realizada familiarização dos atletas com a medida de força isométrica máxima realizada nas sessões seguintes e com as escalas de índice de esforço percebido (IEP) e dor muscular.

Na quarta sessão foi realizado o jogo simulado, compreendendo dois tempos de 30 min corridos, com intervalo de 5 min entre eles. O jogo foi realizado em quadra de madeira com dimensões de 36 x 20 m e arbitrado seguindo as regras da CBFS<sup>25</sup>. Dezesesseis atletas participaram do jogo, sendo oito em cada equipe. Destes 16 atletas, 11 foram avaliados no presente estudo (membros de uma mesma equipe), sendo sete de uma equipe e quatro da outra. Para completar o número de participantes no jogo, cinco jogadores de mesmo nível de treinamento foram convidados a participar do jogo. Cada atleta participou do jogo durante um período total de 20 min, divididos em quatro períodos de 7min30s em quadra com intervalos de recuperação de 7min30s fora de quadra, substituídos em blocos de quartetos.

Foi realizado controle alimentar a partir das 24 h antecedentes ao jogo e até 48 h após o mesmo, com dieta prescrita por um nutricionista. A dieta foi prescrita de forma isocalórica nesses dias, com as devidas proporções de ingestão de carboidratos (50%), proteínas (20%) e gorduras (30%)<sup>26</sup> a serem consumidas pelos atletas após o esforço. Além disso, os atletas não praticaram nenhum tipo de exercício físico 24h pré e durante todo o período de avaliação.

### **Avaliações durante o jogo**

*Frequência cardíaca.* A FC foi coletada através de um cardiofrequencímetro (H7, Polar, Kempele, Finlândia) de forma contínua para os 11 sujeitos da amostra ao longo do jogo. A FC máxima (FC<sub>max</sub>) foi coletada durante o YOYOIR1, sendo considerada a FC pico atingida, para posterior categorização das FC atingidas durante o jogo. A FC foi categorizada em cinco zonas

de intensidade baseada na  $FC_{max}$ :  $>60\% FC_{max}$ ;  $60-70\% FC_{max}$ ;  $70-80\% FC_{max}$ ;  $80-90\% FC_{max}$ ; e  $>90\% FC_{max}$ . Os resultados de FC foram expressos de forma absoluta (bpm) e relativa (percentuais da  $FC_{max}$ ) e apresentados como FC em jogo, considerando todo o tempo de jogo, excluindo tempo de intervalo, e FC em quadra, considerando apenas o tempo em que o atleta participou efetivamente do jogo, excluindo tempo de intervalo e tempo em que o mesmo permaneceu no banco de reservas. A partir dos dados armazenados, o percentual de tempo gasto em cada uma das zonas em cada tempo de jogo foi obtido utilizando o *software* Matlab.

### **Avaliações pré e pós jogo**

As variáveis avaliadas a fim de mensurar a recuperação muscular foram previamente coletadas no *baseline*, imediatamente antes do jogo simulado. As coletas realizadas no pós jogo ocorreram entre 10 e 20 min após a participação no jogo simulado. Nos momentos 24 e 48 h pós jogo as coletas foram realizadas em um intervalo de 2h com todos os atletas (23-25 h e 47-49h, respectivamente). As avaliações foram realizadas na seguinte ordem, a fim de minimizar a interferência de uma avaliação na seguinte: percepção de dor muscular, creatina quinase, circunferência de coxa, espessura e qualidade muscular, força isométrica e sinal eletromiográfico de extensores e flexores de joelho, salto vertical e *sprints* de 10 e 20m.

*Creatina Quinase.* As amostras sanguíneas (25  $\mu$ l de sangue) foram coletadas na polpa digital dos participantes com lancetas descartáveis e colocadas em fitas reagentes de CK (Reflotron-CK, Roche, Brasil) e analisadas em um reflotron portátil (Reflotron Plus, Roche, Brasil).

*Dor muscular.* Percepção de dor muscular foi mensurada utilizando uma escala Likert de 7 pontos para membros inferiores, sendo 1 considerado muito muito bem, e 7 muita muita dor<sup>17,27</sup>, aplicada individualmente em cada atleta em uma sala apenas com o avaliador.

*Esforço percebido da sessão.* O IEP foi coletado 30 min após a partida utilizando a escala modificada de Borg de 0-10 pontos, sendo 0 considerado nenhum esforço e 10 considerado esforço máximo<sup>28</sup>, aplicada individualmente em cada atleta em uma sala apenas com o avaliador.

*Espessura e qualidade muscular.* A mensuração da espessura e da qualidade muscular foi realizada por meio de imagens obtidas através de um aparelho de ultrassonografia em B-modos (Toshiba – Tosbee/SSA-240A, Japão). Prévio às medidas, os sujeitos foram mantidos em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos e relaxados durante 15 min para a estabilização do deslocamento dos fluidos. Foram avaliados os músculos reto femoral (RF), vasto intermédio (VI), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) do membro inferior dominante de cada sujeito. O posicionamento do transdutor para a coleta de cada músculo foi realizado conforme indicações de Kumagai et al.<sup>29</sup> e Korhonen et al.<sup>30</sup>. Para garantir e facilitar o mesmo posicionamento do transdutor nas medidas de *baseline*, 24 e 48 h foi realizado desenho do transdutor na pele de cada indivíduo com caneta preta (Acrilex, São Bernardo do Campo, Brasil), reforçadas em cada momento de avaliação (i.e. 24 e 48h após). As imagens foram digitalizadas e analisadas no *software* Image J (National Institutes of Health, USA, versão 1.37). A qualidade muscular dos músculos avaliados foi determinada a partir de valores de eco intensidade calculados por análise de escala de cinza realizada através de função padrão do *software*. Para calcular o valor de eco intensidade, foi selecionada uma região de interesse de cada músculo, incluindo a maior quantidade de tecido musculoesquelético possível, evitando outros tecidos. O valor de eco intensidade da região de interesse foi calculado resultando em um número entre 0 (preto) e 255 (branco), sendo que valores elevados de eco intensidade representam maior quantidade de tecido não contrátil dentro do músculo<sup>31</sup>. Foi considerado para análise o valor médio de eco intensidade das cinco imagens coletadas para cada músculo. A espessura muscular foi definida em cada imagem obtida como a distância entre a interface

do tecido adiposo subcutâneo e o tecido musculoesquelético e a interface do tecido musculoesquelético e o tecido ósseo<sup>32</sup>, sendo também considerado para análise o valor médio das cinco medidas coletadas para cada músculo.

*Circunferência de coxa.* Foram realizadas medidas da maior circunferência da coxa e no ponto referente a metade da coxa no membro inferior dominante, utilizando fita métrica (Cescorf, Porto Alegre, Brasil), com os sujeitos mantidos em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos e relaxados após 10 min de repouso para a estabilização do deslocamento dos fluídos. Foi realizado desenho dos pontos medidos na pele de cada indivíduo com caneta preta (Acrilex, São Bernardo do Campo, Brasil), reforçadas em cada momento de avaliação (i.e. imediatamente após, 24 e 48h após).

*Força isométrica e sinal eletromiográfico.* As medidas de força isométrica dos extensores e flexores de joelho e sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos VL, RF e bíceps femoral (BF) foram coletadas durante contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM). Para aquisição do sinal EMG foi utilizado o eletromiógrafo (Miotool 400, MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) composto por quatro canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, enquanto que a medida de força isométrica foi mensurada através de uma célula de carga (MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) com capacidade de 200 kgf, acoplada ao eletromiógrafo. Previamente ao início das coletas, foi realizada a preparação da pele e posicionamento dos eletrodos nos sujeitos. Foi realizada a raspagem dos pelos da região dos músculos de interesse e abrasão das áreas com algodão umedecido em álcool. Os eletrodos foram posicionados de acordo com as normas do projeto *Surface Electromyography of the Non-Invasive Assessment of Muscles* - SENIAM<sup>33</sup>. Após os procedimentos de preparação da pele e marcação das regiões, eletrodos bipolares (Meditrace, Kendall, USA) foram posicionados no ventre muscular com uma distância intereletrodos de 30 mm, no sentido das fibras musculares e um eletrodo de referência na tuberosidade da tíbia. Para garantir o mesmo posicionamento dos eletrodos em

todas as coletas foi realizado desenho dos eletrodos na pele de cada indivíduo com caneta preta (Acrilex, São Bernardo do Campo, Brasil), reforçadas em cada momento de avaliação (i.e. imediatamente, 24 e 48h após). Para a realização das CIVMs dos extensores de joelho, os sujeitos foram devidamente posicionados sentados em uma cadeira extensora, com a célula de carga fixada a mesma de forma perpendicular, com os quadris e coxas estabilizados, com 90° de flexão de quadril e 90° de extensão de joelhos (extensão completa = 0°). Para a realização das CIVMs dos flexores de joelho, os sujeitos foram devidamente posicionados sentados em uma cadeira flexora, com a célula de carga fixada a mesma de forma perpendicular, com os quadris e coxas estabilizados, com 90° de flexão de quadril e 90° de extensão de joelhos (extensão completa = 0°). Foram realizadas três CIVM para cada grupo muscular no *baseline*, com intervalo de 2 min entre cada tentativa (selecionada a de maior valor), e uma CIVM em cada momento pós. Cada CIVM teve duração de 5 s, nos quais os participantes foram instruídos a realizar máxima força o mais rápido possível. Para a aquisição dos dados de força isométrica e do sinal EMG foi utilizado o *software* Miotec Suite (Porto Alegre, Brasil) e após os arquivos foram exportados e analisados no *software* LabView (MathWorks, Estados Unidos). Para a filtragem do sinal da força isométrica foi utilizado filtro passa-baixa *Butterworth*, de 5ª ordem, com frequência de corte de 9 Hz. O maior valor de 1 s estável da força isométrica registrado durante as CIVMs foi considerado o resultado da força isométrica máxima. Para a filtragem do sinal EMG foi utilizado filtro passa-banda *Butterworth* de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. O sinal EMG das CIVMs foi recortado no período correspondente ao 1 s mais estável da curva da força isométrica para a obtenção do valor *Root Mean Square* (RMS).

*Salto vertical.* Para mensuração da altura em salto vertical, foi utilizado o salto com contramovimento (CMJ) sem o auxílio dos membros superiores (mãos na cintura). Os sujeitos foram instruídos a saltar o mais alto possível. No *baseline*, cada sujeito realizou três tentativas com 1 min de intervalo entre elas e foi considerada a de maior altura, enquanto que nos

momentos pós jogo foram realizados apenas um salto. Para coleta dos dados foi utilizado um tapete de contato (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) conectado a um *software* para controle e armazenamento dos dados (MultiSprintFull, Belo Horizonte, Brasil).

*Tempo de sprint.* Foram realizados *sprints* em linha reta de 10 e 20 m para mensuração do tempo de deslocamento. No momento *baseline* cada sujeito realizou duas tentativas com 1 min de intervalo entre elas para cada distância e foi utilizada a de menor tempo para cada distância, enquanto que nos momentos pós jogo foi realizado um *sprint* para cada distância. O tempo foi controlado utilizando fotocélulas (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) posicionadas ao lado dos cones correspondentes aos pontos de partida e de chegada conectadas a um *software* para controle e armazenamento dos dados (MultiSprintFull, Belo Horizonte, Brasil).

### **Análise estatística**

Os dados estão apresentados em estatística descritiva através de média  $\pm$  desvio padrão (DP). Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. ANOVA para medidas repetidas, com *post hoc* de Bonferroni, foi utilizada para comparação dos dados entre os momentos *baseline*, imediatamente após, 24 e 48 h após a partida. Teste T pareado foi utilizado para comparação dos dados entre o primeiro e o segundo tempos de jogo. O índice de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$  e todas as análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS 20.0.

## **RESULTADOS**

A tabela 1 apresenta os dados de aptidão física para caracterização da amostra. Todos os dados dos desfechos do presente estudo apresentaram distribuição normal  $p > 0,05$ .

**Tabela 1.** Caracterização da amostra (n = 11).

Variáveis	Média	± DP
Idade (anos)	22,2	± 2,9
Massa corporal (kg)	76,8	± 9,2
Estatura (cm)	177,7	± 7,4
Gordura corporal (%)	12,7	± 4,5
FC <sub>max</sub> (bpm)	189,2	± 7,6
YOYOIR1 (m)	1141,8	± 310,5
VO <sub>2max</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	45,99	± 2,61
1RM agachamento (kg)	128,3	± 17,9
Sentar e alcançar (cm)	28,8	± 4,7
CMJ (cm)	39,0	± 3,8
<i>Sprint</i> 10 m (s)	1,79	± 0,13
<i>Sprint</i> 20 m (s)	3,14	± 0,09
SMD (s)	5,17	± 0,20
RSSA <sub>média</sub> (s)	7,45	± 0,27
RSSA <sub>pico</sub> (s)	7,03	± 0,20

1RM – uma repetição máxima; CMJ – salto com contramovimento;

FC<sub>max</sub> – frequência cardíaca máxima; RSSA – *Repeated Sprint Shuttle*

*Ability*; SMD – *sprint* com mudança de direção; VO<sub>2max</sub> – consumo

máximo de oxigênio; YOYOIR1 – *Yoyo Intermittent Recovery Test*

*Level 1*.

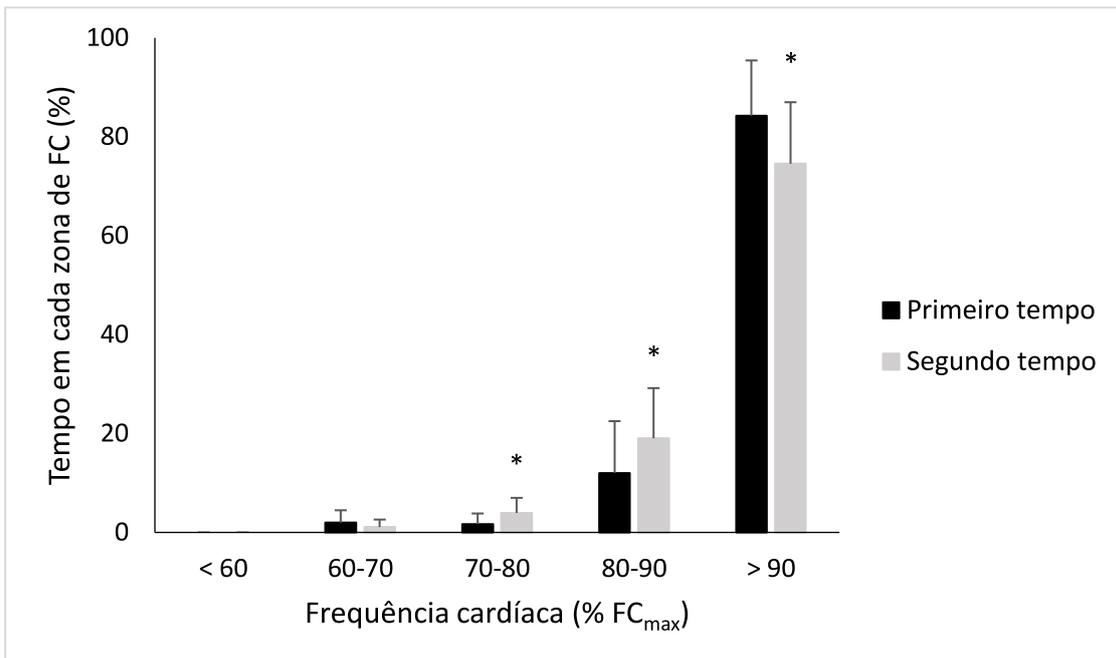
Valores de FC atingidos durante o jogo simulado estão apresentados na tabela 2. Tanto a FC relativa quanto a absoluta apresentaram diminuição significativa do primeiro para o segundo tempo ( $p = 0,003$ ), considerando o tempo dos atletas em quadra. Os valores atingidos durante o tempo de jogo não apresentaram diferença entre os tempos (FC absoluta:  $p = 0,087$ ; FC relativa:  $p = 0,081$ ). Em relação a média da FC absoluta e relativa atingida considerando o tempo total de jogo, apresentou diferença significativa comparando o tempo em jogo ( $147,7 \pm$

5,8 bpm,  $78,1 \pm 2,4$  %) com o tempo em quadra ( $175,9 \pm 5,1$  bpm,  $93,0 \pm 2,3$  %;  $p < 0,001$ ). Quanto às zonas de intensidade (Figura 1), o percentual de tempo nas zonas 70-80 ( $1,7 \pm 2,1$  % no primeiro tempo e  $3,4 \pm 3,1$  % no segundo tempo) e 80-90 % $FC_{max}$  ( $12,1 \pm 10,5$  % no primeiro tempo e  $19,0 \pm 10,1$  % no segundo tempo) aumentaram no segundo tempo em relação ao primeiro ( $p = 0,037$  e  $p = 0,012$ , respectivamente), enquanto que o percentual de tempo gasto na zona  $>90$  % $FC_{max}$  ( $84,2 \pm 11,2$  % no primeiro tempo e  $74,6 \pm 12,4$  % no segundo tempo) diminuiu no segundo tempo de jogo ( $p=0,012$ ). O IEP relatado pós jogo apresentou valores de  $4,1 \pm 1,0$ .

**Tabela 2.** Valores (média  $\pm$  DP) de frequência cardíaca (FC) absoluta e relativa atingidos durante o jogo simulado.

	Primeiro tempo	Segundo tempo
$FC_{média}$ (bpm) – em quadra	$178,1 \pm 5,0$	$173,7 \pm 5,9^*$
$FC_{média}$ (%) – em quadra	$94,2 \pm 2,6$	$91,9 \pm 2,4^*$
$FC_{média}$ (bpm) – em jogo	$148,7 \pm 6,1$	$146,7 \pm 6,0$
$FC_{média}$ (%) – em jogo	$78,7 \pm 3,0$	$77,6 \pm 2,1$

\*Diferença em relação ao primeiro tempo,  $p < 0,05$



**Figura 1.** Percentual de tempo em diferentes zonas de frequência cardíaca (FC) no primeiro e no segundo tempos de jogo. \*diferença significativa em relação ao primeiro tempo ( $p < 0,05$ )

Em relação aos parâmetros mensurados referente a dano muscular, a espessura muscular não apresentou diferença para os músculos RF, VL e VM em nenhum dos momentos pós jogo quando comparados ao pré, enquanto que o músculo VI apresentou diminuição significativa após 24 e 48h pós jogo em comparação ao momento pré. Em contrapartida, a eco intensidade apresentou aumento significativo no momento pós 24h o jogo para os músculos RF e VL, voltando aos valores basais 48h após, sem diferença entre os momentos para os músculos VI e VM. Ainda referente ao dano muscular, os valores sanguíneos de CK apresentaram aumento significativo 24h pós jogo, retornando aos valores basais 48h após. Estes resultados podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Comportamento das variáveis antes, 24 e 48 horas após jogo simulado em atletas de futsal.

	Pré	24h pós	48h pós	p
EM RF (cm)	2,49 ± 0,28 <sup>a</sup>	2,51 ± 0,31 <sup>a</sup>	2,48 ± 0,34 <sup>a</sup>	0,586
EM VI (cm)	1,80 ± 0,39 <sup>a</sup>	1,67 ± 0,27 <sup>b</sup>	1,68 ± 0,34 <sup>b</sup>	0,010
EM VL (cm)	2,62 ± 0,31 <sup>a</sup>	2,63 ± 0,33 <sup>a</sup>	2,66 ± 0,33 <sup>a</sup>	0,305
EM VM (cm)	3,30 ± 0,41 <sup>a</sup>	3,26 ± 0,36 <sup>a</sup>	3,25 ± 0,40 <sup>a</sup>	0,570
EI RF (u.a.)	94,14 ± 6,06 <sup>a</sup>	98,73 ± 6,92 <sup>b</sup>	95,46 ± 6,98 <sup>a</sup>	0,001
EI VI (u.a.)	88,08 ± 12,51 <sup>a</sup>	87,39 ± 10,78 <sup>a</sup>	88,30 ± 11,22 <sup>a</sup>	0,738
EI VL (u.a.)	95,96 ± 6,42 <sup>a</sup>	98,41 ± 6,32 <sup>b</sup>	96,89 ± 7,38 <sup>ab</sup>	0,005
EI VM (u.a.)	100,17 ± 5,27 <sup>a</sup>	99,64 ± 5,24 <sup>a</sup>	98,32 ± 6,44 <sup>a</sup>	0,124
CK (μL)	194,6 ± 125,8 <sup>a</sup>	405,2 ± 162,2 <sup>b</sup>	214,1 ± 108,1 <sup>a</sup>	<0,001

CK – creatina quinase; EI – eco intensidade; EM – espessura muscular; RF – reto femoral; VI – vasto intermédio; VL – vasto lateral; VM – vasto medial. Letras diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Em relação às medidas da circunferência de coxa do membro inferior dominante, ambas as medidas (maior e metade da circunferência) se mantiveram semelhantes em todos os momentos de avaliação (Tabela 4).

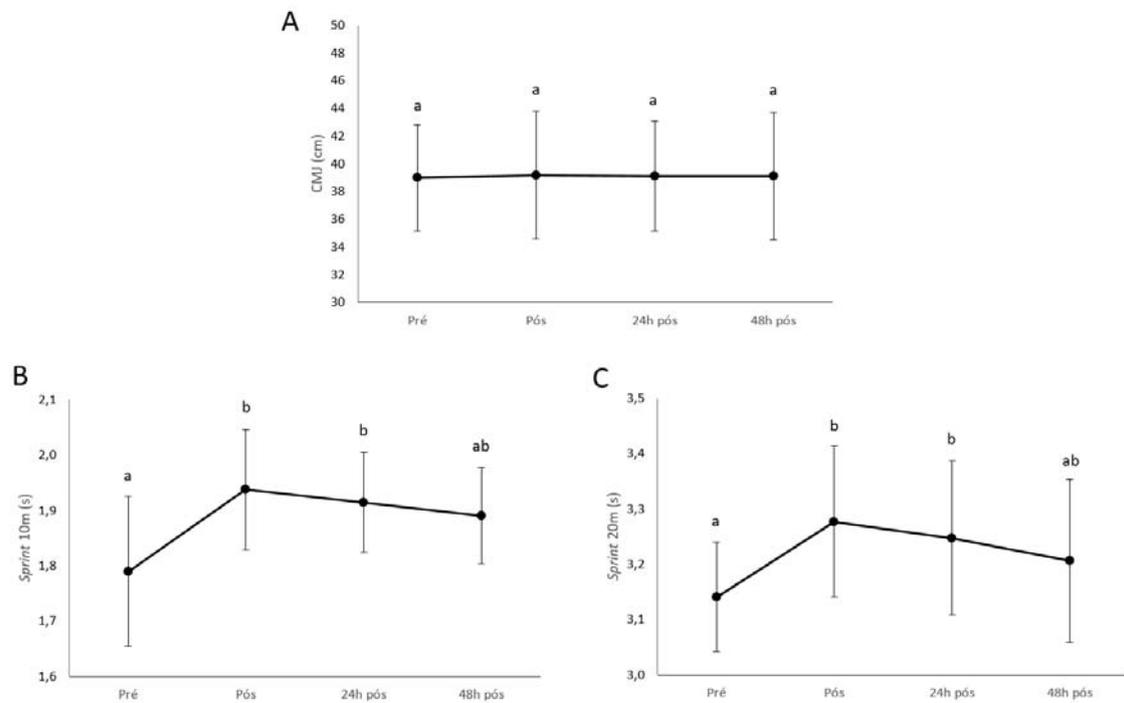
Quanto à percepção de dor muscular de membros inferiores (Tabela 4), foi observado aumento na percepção imediatamente após jogo em comparação ao pré, retornando aos valores basais 24h após ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 4.** Comportamento das variáveis antes, imediatamente após, 24 e 48 horas após jogo simulado em atletas de futsal.

	Pré	Imediatamente pós	24h pós	48h pós	p
Maior cir. coxa (cm)	58,8 ± 3,3 <sup>a</sup>	58,5 ± 3,4 <sup>a</sup>	58,9 ± 3,3 <sup>a</sup>	58,6 ± 3,4 <sup>a</sup>	0,468
Metade cir. coxa (cm)	55,0 ± 3,5 <sup>a</sup>	55,1 ± 3,3 <sup>a</sup>	55,5 ± 3,5 <sup>a</sup>	55,3 ± 3,7 <sup>a</sup>	0,298
Percepção de dor (u.a.)	1,9 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,8 ± 0,9 <sup>b</sup>	2,6 ± 1,2 <sup>abc</sup>	1,8 ± 1,1 <sup>ac</sup>	<0,001

Cir. – circunferência. Letras diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

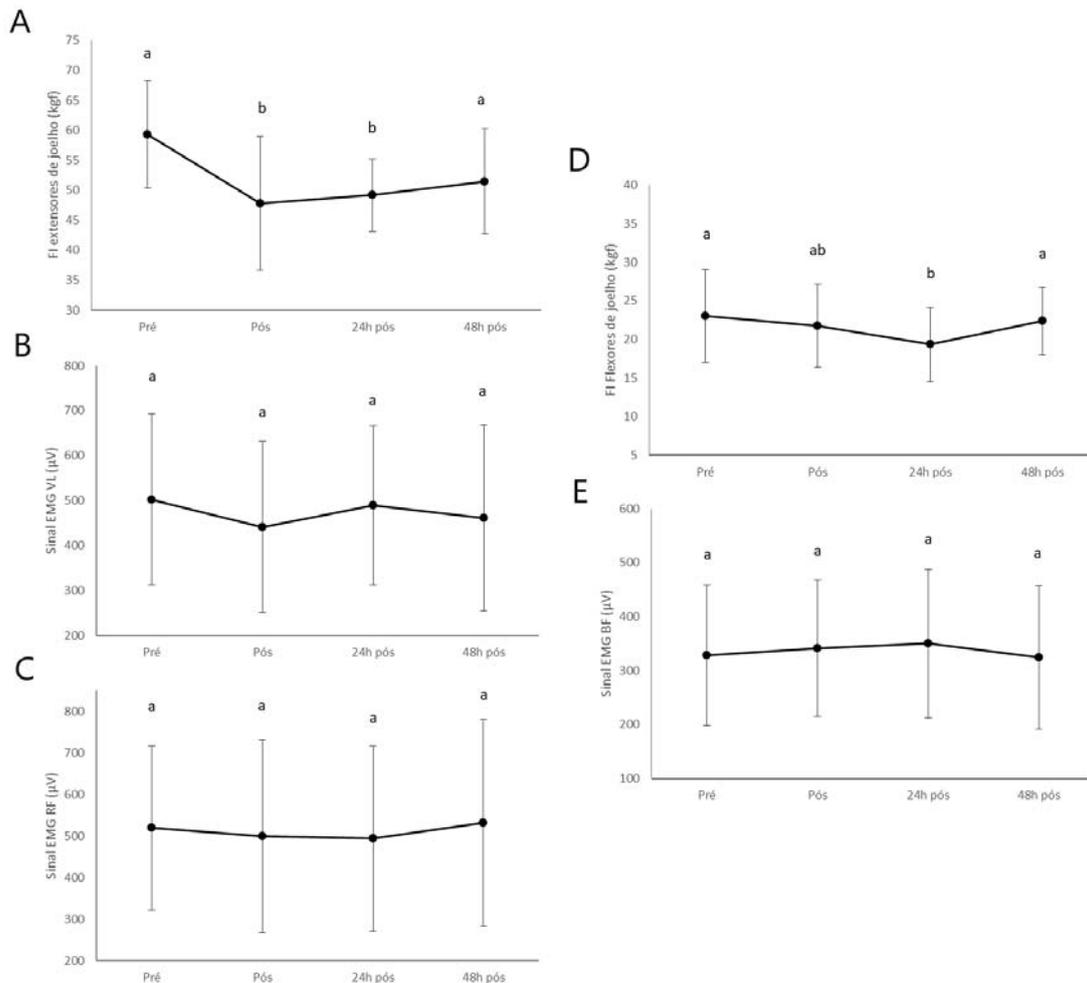
A Figura 2 apresenta os resultados de desempenho ao longo dos momentos de avaliação. A altura no salto vertical não apresentou alterações em nenhum dos momentos pós jogo em comparação ao momento pré ( $p = 0,992$ ). Em contrapartida, os tempos para percorrer *sprints* de 10 e 20 m aumentaram significativamente ( $p = 0,001$  e  $p = 0,002$ , respectivamente) imediatamente após e 24h pós, retornando aos valores basais 48h pós jogo.



**Figura 2.** Comportamento do desempenho em salto com contramovimento (A), *sprints* de 10 (B) e 20 m (C) até 48h após jogo de futsal simulado. Letras diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Quanto à força muscular, a força isométrica de extensores de joelho (Figura 3A) apresentou diminuição significativa imediatamente e 24h pós jogo, retornando aos valores pré em 48h ( $p = 0,001$ ), enquanto que a força isométrica de flexores de joelho (Figura 3D)

apresentou redução significativa apenas 24h após e retornou aos valores pré em 48h pós jogo ( $p = 0,054$ ). Em relação a ativação eletromiográfica, os músculos VL (Figura 3B), RF (Figura 3C) e BF (Figura 3E) não apresentaram alterações em nenhum momento pós jogo em comparação ao momento pré ( $p = 0,256$ ,  $p = 0,899$  e  $p = 0,747$ , respectivamente).



**Figura 3.** Comportamento da força isométrica (FI) de extensores (A) e flexores (D) de joelho, bem como do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos vasto lateral (B), reto femoral (C) e bíceps femoral (E) até 48h após jogo de futsal simulado. Letras diferentes representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi avaliar a recuperação da fadiga neuromuscular e o dano muscular após jogo simulado em atletas de futsal. Os principais achados demonstraram que até 24h após esforço, os atletas ainda apresentaram dano muscular e fadiga neuromuscular, mesmo com ausência de dor muscular. Quanto à intensidade da partida, a FC atingiu 93% da  $FC_{max}$  durante os momentos em que os atletas estavam em quadra, havendo redução significativa dos valores do primeiro para o segundo tempo. Além disso, durante maior parte do jogo os atletas mantiveram valores de FC acima de 90%  $FC_{max}$ .

Em relação ao dano muscular, a concentração sanguínea de CK e a eco intensidade do RF e do VL apresentaram alteração em seus valores, quando comparados aos valores basais, 24h pós jogo. Tais achados corroboram os resultados de estudos avaliando o dano muscular com medidas de CK em atletas profissionais de diferentes modalidades, que também observaram aumento nos valores 24h após jogos oficiais<sup>16,19,34</sup> e simulado<sup>15</sup>, porém, a concentração de CK continuou elevada por mais tempo nestes estudos. No entanto, McLellan et al.<sup>16</sup> e Oxendale et al.<sup>34</sup> avaliaram jogadores de *rugby league* após jogos oficiais, encontrando valores mais elevados e por mais tempo, devido ao alto número de colisões na modalidade e sua relação com altos valores de CK<sup>34</sup>. Ainda, o aumento na eco intensidade, o que indica uma piora da qualidade muscular, pode estar relacionado ao aumento de elementos não contráteis infiltrados na musculatura<sup>35</sup> e aos processos inflamatórios gerados pelo exercício causando edema no tecido muscular<sup>36</sup>.

Por outro lado, a espessura muscular, a dor muscular auto-relatada e as medidas de circunferência da coxa, que também são consideradas marcadores de dano muscular apresentaram resultados distintos dos demais. Houve aumento na percepção de dor muscular apenas imediatamente pós jogo, enquanto que a espessura muscular e a circunferência da coxa

não apresentaram alterações em nenhum momento de avaliação. Em contraste aos achados de outros estudos<sup>37,38</sup>, medidas de circunferência não foram sensíveis para detectar o dano muscular após jogo simulado de futsal, possivelmente pelas alterações no metabolismo, como por exemplo, a perda de líquidos gerado pelo exercício de alta intensidade realizado<sup>39</sup>. Neste sentido, o presente estudo inova este aspecto na literatura, visto que buscou mensurar diferentes variáveis para analisar a recuperação da fadiga, devido ao fato de algumas delas parecerem ser menos sensíveis para essa população e delineamento. Portanto, estudos que avaliem apenas alguns desfechos podem não ser capazes de detectar esse prejuízo neuromuscular até 48h.

Quanto às medidas utilizadas como marcadores da fadiga neuromuscular, o desempenho em *sprints* de 10 e 20m, a força muscular isométrica de extensores e flexores de joelho apresentaram redução imediatamente após que persistiu até 24h pós jogo, enquanto que a altura no CMJ e o sinal eletromiográfico dos músculos VL, RF e BF não apresentaram alterações ao longo de 48h pós jogo simulado. O desempenho em *sprints* e CMJ tem sido utilizado como medida para avaliar a fadiga neuromuscular após jogos (simulados e oficiais) em diferentes modalidades esportivas. Doeven et al.<sup>13</sup>, em uma meta-análise realizada com estudos em diferentes modalidades coletivas que avaliaram a recuperação do desempenho físico pós jogo, encontraram perda de desempenho no tempo para percorrer *sprint* e altura do CMJ até 60h em relação ao pré jogo. Ainda, Hagstrom e Shorter<sup>14</sup> em outra meta-análise avaliando a recuperação muscular, porém em esportes coletivos de contato (rugby *union* e *league*, futebol americano e australiano), observaram queda no pico de potência no CMJ imediatamente e 24h após jogos. Os achados do presente estudo divergem em partes dos estudos previamente citados, tendo em vista que, devido a especificidade das ações de jogo os *sprints* foram capazes de detectar a presença de fadiga, em contraste ao CMJ. Porém, não há consenso na literatura sobre qual a variável coletada durante o salto (i.e. altura de salto, tempo de voo, pico de potência, taxa de desenvolvimento de força) pode melhor identificar alterações no desempenho e detectar a

fadiga<sup>40</sup>. Além disso, é observado que há aumento na altura do CMJ após protocolo de aquecimento quando comparado a medida pré aquecimento<sup>15</sup>, o que também pode ter interferido nos valores obtidos, visto que no presente estudo foi utilizado apenas um aquecimento de 5 min em cicloergômetro visando diminuir a interferência de outros fatores (i.e. estímulos de exercício) nos valores das variáveis analisadas. No entanto, a realização de múltiplos saltos em determinado período de tempo pode ser uma medida mais adequada para avaliar o desempenho de potência em situação de fadiga. Porém, tal avaliação possivelmente iria interferir nas demais variáveis analisadas, tendo em vista que o estímulo gerado acarretaria em um acúmulo de fadiga nas avaliações seguintes.

No presente estudo, apesar da manutenção da atividade eletromiográfica durante a contração voluntária em todos os momentos de avaliação pré versus pós jogo em todos os músculos, observou-se queda na produção de força de extensores e flexores de joelho até 24h pós jogo. Medidas de força isométrica e torque máximas de extensores e flexores de joelho também foram utilizadas para mensurar a recuperação da fadiga neuromuscular em outros estudos e demonstraram que há redução dessas medidas imediatamente<sup>18,20</sup>, 24 e 48h<sup>20,41</sup> pós jogo em diferentes modalidades, em conformidade com os achados do presente estudo (diminuição até 24h após). Em atletas de futsal, Dal Pupo et al.<sup>9</sup> observaram diminuição nos picos de torque concêntrico e excêntrico de extensores e flexores de joelho imediatamente após protocolo de jogo simulado. Tal redução apresentada no presente estudo, assim como na literatura, pode ser justificada pelo fato de a alta intensidade exigida durante a partida (93%FC<sub>max</sub> no presente estudo) pode ocasionar a perda da capacidade de produção de força devido a diminuição da regulação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático e pela perda da capacidade do córtex motor em comandar as ações motoras da musculatura periférica<sup>42,43</sup>.

Em relação ao esforço realizado durante o jogo simulado, valores de FC demonstraram que os atletas mantiveram alta intensidade durante toda a partida, com valores absolutos de

175,9 ± 5,1 bpm, correspondendo a 93 % da  $FC_{max}$ , e o IEP relatado pós jogo (4,1 ± 1,0) corresponde a esforço considerado “um pouco difícil” na escala utilizada<sup>28</sup>. Tais achados indicam que o protocolo de jogo simulado aproxima-se de uma partida oficial, tendo em vista que os valores de FC encontrados durante jogos oficiais na literatura foram de 174 bpm, correspondente a 90% da  $FC_{max}$  em estudo de Barbero-Alvarez et al.<sup>1</sup>, e 199 bpm, correspondente a 86% da  $FC_{max}$  em estudo de Rodrigues et al.<sup>8</sup>. Ainda, tanto a FC absoluta quanto a relativa apresentaram redução significativa do primeiro para o segundo tempo, quando considerado o tempo que os atletas passaram em quadra, corroborando os achados de Barbero-Alvarez et al.<sup>1</sup>. Além disso, o presente estudo comparou os valores de FC considerando apenas o momento em que os atletas estavam em quadra e o tempo de jogo (30 min de cada tempo), e foi observada diferença significativa entre eles, visto que os valores atingidos considerando o tempo de jogo foram de 147,7 ± 5,8 bpm e 78,1 ± 2,4% da  $FC_{max}$ . Deste modo, pode-se destacar que, apesar de atingir valores próximos da  $FC_{max}$  durante o período em que estavam em quadra, os períodos de recuperação mantiveram a intensidade total da partida moderada com base na  $FC$ <sup>1,7</sup>.

Como limitações do presente estudo pode-se salientar o pequeno tamanho da amostra utilizada. Porém, para que a logística das avaliações pudesse ser realizada, um maior número de participantes poderia tornar algumas avaliações inviáveis. Além disso, considerando que uma equipe de futsal é composta por 14 a 16 atletas incluindo os goleiros, o número de participantes envolvidos no presente estudo envolveu cerca de 90% dos atletas de linha da equipe. Ademais, a coleta de dados do presente estudo ocorreu no momento de final de pré-temporada dos atletas e não no momento de pico de desempenho físico planejado pela comissão técnica, restringindo estes achados para esse período de temporada.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, jogo simulado de futsal gerou fadiga neuromuscular e dano muscular até 24 h após a partida, com queda de desempenho físico, mantendo alta intensidade de esforço. No entanto, com base nos dados do presente estudo, 48 h pós jogo os atletas de futsal já estão recuperados física e metabolicamente.

Considerando os resultados encontrados no presente estudo, treinadores e membros da comissão técnica podem planejar programas de treinamento visando a recuperação muscular durante períodos competitivos. Além disso, diferentes estratégias de utilização dos atletas durante o jogo podem ser utilizadas afim de minimizar a fadiga gerada pela partida.

## REFERÊNCIAS

1. Barbero-Alvarez JC, Soto VM, Barbero-Alvarez V, et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci* 2008; 26: 63–73.
2. Dogramaci SN, Watsford ML, Murphy AJ. Time-motion analysis of international and national level futsal. *J Strength Cond Res* 2011; 25: 646–651.
3. Makaje N, Ruangthai R, Arkarapanthu A, et al. Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. *J Sports Med Phys Fitness* 2012; 52: 366–374.
4. Bueno MJO, Caetano FG, Pereira TJC, et al. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomech* 2014; 13: 230–240.
5. Dogramaci NS, Watsford LM. A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. *Int J Perform Anal Sport* 2006; 6: 73–83.
6. Vieira LHP, Dogramaci SN, Barbieri RA, et al. Preliminary results on organization on the court, physical and technical performance of Brazilian professional futsal players:

- comparison between friendly pre-season and official match. *Motriz: Rev Educ Fis* 2016; 22: 80–92.
7. Castagna C, D'Ottavio S, Vera JG, et al. Match demands of professional Futsal: A case study. *J Sci Med Sport* 2009; 12: 490–494.
  8. Rodrigues VM, Ramos GP, Mendes TT, et al. Intensity of official futsal matches: *J Strength Cond Res* 2011; 25: 2482–2487.
  9. Pupo JD, Detanico D, Santos SGD. The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on isokinetic knee torque production. *Sports Biomech* 2014; 13: 332–340.
  10. Dal Pupo J, Detanico D, Ache-Dias J, et al. The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on sprint performance and kinematics of the lower limbs. *J Sports Sci* 2017; 35: 81–88.
  11. Milioni F, Vieira LHP, Barbieri RA, et al. Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. *Front Physiol*; 2016; 7: 518.
  12. Freitas VH, Souza EA de, Oliveira RS, et al. Efeito de quatro dias consecutivos de jogos sobre a potência muscular, estresse e recuperação percebida, em jogadores de futsal. *Rev Bras Educ Fis Esporte* 2014; 28: 23–30.
  13. Doeven SH, Brink MS, Kosse SJ, et al. Postmatch recovery of physical performance and biochemical markers in team ball sports: a systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2018; 4: e000264.
  14. Hagstrom AD, Shorter KA. Creatine kinase, neuromuscular fatigue, and the contact codes of football: A systematic review and meta-analysis of pre- and post-match differences. *Eur J Sport Sci* 2018; 18: 1234–1244.

15. Pliauga V, Kamandulis S, Dargevičiūtė G, et al. The effect of a simulated basketball game on players' sprint and jump performance, temperature and muscle damage. *J Hum Kinet* 2015; 46: 167–175.
16. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. Markers of post-match fatigue in professional Rugby League players: *J Strength Cond Res* 2011; 25: 1030–1039.
17. Andersson H, Raastad T, Nilsson J, et al. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 372–380.
18. Duffield R, Murphy A, Snape A, et al. Post-match changes in neuromuscular function and the relationship to match demands in amateur rugby league matches. *J Sci Med Sport* 2012; 15: 238–243.
19. Silva JR, Ascensão A, Marques F, et al. Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur J Appl Physiol* 2013; 113: 2193–2201.
20. Magalhães J, Rebelo A, Oliveira E, et al. Impact of Loughborough Intermittent Shuttle Test versus soccer match on physiological, biochemical and neuromuscular parameters. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 39–48.
21. Projeto Esporte Brasil. Projeto Esporte Brasil, <https://www.ufrgs.br/proesp/> (2018).
22. Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, et al. Validity of a repeated-sprint test for football. *Int J Sports Med* 2008; 29: 899–905.
23. Panissa VLG, Tricoli VAA, Julio UF, et al. Acute effect of high-intensity aerobic exercise performed on treadmill and cycle ergometer on strength performance. *J Strength Cond Res* 2015; 29: 1077–1082.
24. Krustup P, Mohr M, Amstrup T, et al. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological response, reliability, and validity: *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 697–705.

25. CBFS. Confederação Brasileira de Futebol de Salão, <http://www.cbfs.com.br/2015/futsal/regras/livronacional.html> (2019).
26. Institute of Medicine (U.S.), Institute of Medicine (U.S.) (eds). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington, D.C: National Academies Press, 2005.
27. Morgan WP, Costill DL, Flynn MG, et al. Mood disturbance following increased training in swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20: 408–414.
28. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res* 2001; 15: 109–115.
29. Kumagai K, Abe T, Brechue WF, et al. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *J Appl Physiol* 2000; 88: 811–816.
30. Korhonen MT, Mero AA, Alén M, et al. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging: *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 844–856.
31. Wilhelm EN, Rech A, Minozzo F, et al. Relationship between quadriceps femoris echo intensity, muscle power, and functional capacity of older men. *AGE* 2014; 36: 9625.
32. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81: 0174.
33. SENIAM. Surface Electromyography for the non-invasive assessment of muscles, <http://www.seniam.org/> (2018).
34. Oxendale CL, Twist C, Daniels M, et al. The relationship between match-play characteristics of elite Rugby League and indirect markers of muscle damage. *Int J Sports Physiol Perform* 2016; 11: 515–521.

35. Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, et al. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112: 1519–1525.
36. Fujikake T, Hart R, Nosaka K. Changes in B-mode ultrasound echo intensity following injection of bupivacaine hydrochloride to rat hind limb muscles in relation to histologic changes. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35: 687–696.
37. Nosaka K, Newton M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading: *J Strength Cond Res* 2002; 16: 202–208.
38. Radaelli R, Bottaro M, Wilhelm EN, et al. Time course of strength and echo intensity recovery after resistance exercise in women: *J Strength Cond Res* 2012; 26: 2577–2584.
39. Ali A, Williams C. Isokinetic and isometric muscle function of the knee extensors and flexors during simulated soccer activity: Effect of exercise and dehydration. *J Sports Sci* 2013; 31: 907–916.
40. Taylor K-L, Chapman DW, Cronin JB, et al. Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *J Aust Strength Cond* 2012; 20: 12–23.
41. Nedelec M, McCall A, Carling C, et al. The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match: *J Strength Cond Res* 2014; 28: 1517–1523.
42. Goodall S, Thomas K, Harper LD, et al. The assessment of neuromuscular fatigue during 120 min of simulated soccer exercise. *Eur J Appl Physiol* 2017; 117: 687–697.
43. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001; 81: 1725–1789.

## ***Artigo 2***

O artigo será submetido para a revista *Sports Biomechanics* e já se encontra nas normas da mesma (anexo 2).

## **Demandas físicas e cardiovasculares durante jogos oficiais em atletas de futsal**

### **Resumo**

O estudo objetivou determinar as demandas físicas utilizando acelerômetro triaxial e caracterizar a demanda cardiovascular durante jogo oficial de futsal, assim como compará-las entre o primeiro e o segundo tempo. Nove atletas de futsal masculino ( $23,0 \pm 3,1$  anos) foram monitorados em dois jogos oficiais durante a temporada, sendo um jogo fora e um jogo em casa. A carga corporal (CC) e número de colisões ocorridas ao longo do jogo foram mensurados utilizando acelerômetro triaxial, com coleta simultânea da frequência cardíaca (FC). Valores de CC e FC foram divididos entre primeiro e segundo tempo. Durante maior parte do jogo as ações ocorreram nas faixas de CC de 0,5-1 g ( $41 \pm 8\%$  e  $42 \pm 9\%$  no primeiro e segundo tempos) e 1-1,5 g ( $34 \pm 7\%$  no e  $34 \pm 7\%$  no primeiro e segundo tempos). O maior número de colisões durante o jogo ocorreu na faixa entre 6-8g ( $182,0 \pm 82,2$ ). A maior parte do jogo ocorreu na faixa  $>90\%$ FC de pico tanto no primeiro ( $69 \pm 13\%$ ) quanto no segundo ( $60 \pm 16\%$ ) tempo. Conclui-se que os atletas realizam constantes mudanças de direção em curto espaço de tempo e distância durante a partida, além de acelerações e desacelerações, com valores de CC entre 0,5-1,5g. Adicionalmente, sofrem alto número de colisões com os adversários, em zonas de FC correspondentes a atividade de alta intensidade.

**Palavras-chave:** análise de jogo, esporte, acelerometria, desempenho.

## **Introdução**

A análise de jogo tem fundamental importância nas modalidades esportivas coletivas, tendo em vista que traz informações referentes a caracterização dos esforços ocorridos durante o jogo, além de auxiliar treinadores e preparadores físicos a desenvolver programas de treinamento específicos para suprir as necessidades referentes as demandas do jogo em cada modalidade (Boyd, Ball, & Aughey, 2011; Gabbett, Jenkins, & Abernethy, 2012; Larsson, 2003). Para realização da análise de jogo relacionada às demandas físicas, diferentes métodos têm sido utilizados, como monitoramento da frequência cardíaca (FC)(Rodrigues et al., 2011), filmagem e rastreamento de vídeo (Bueno et al., 2014) e sistema global de posicionamento (GPS)(Modric, Versic, Sekulic, & Liposek, 2019).

Em modalidades coletivas de campo, como rugby e futebol, o GPS tem sido utilizado para quantificar a distância percorrida pelos atletas durante jogos oficiais e sessões de treino e as velocidades atingidas durante os mesmos (McLellan & Lovell, 2012; Modric et al., 2019; Oxendale, Twist, Daniels, & Highton, 2016; Strauss, Sparks, & Pienaar, 2019). Apesar de o GPS ser tempo-eficiente e permitir respostas em tempo real, em modalidades em que os jogos são disputados em ambientes fechados, como o futsal, as medidas extraídas do GPS podem conter erros quanto a distância percorrida e as velocidades atingidas. Nesse sentido, esse método pode não ser fidedigno devido às estruturas destes locais, tendo em vista que o sinal do GPS é obtido através de satélites (Larsson, 2003).

No entanto, alguns modelos de GPS dispõem de acelerômetros triaxiais integrados, captando movimentos nos três planos de movimento (X, Y e Z), e representados por um vetor de magnitude, expresso em força-g (Boyd et al., 2011). Essas medidas fornecidas pelos acelerômetros triaxiais (chamadas de carga corporal) podem ser importantes para as modalidades coletivas de contato, pois fornecem dados de colisões e contato entre os jogadores

durante as partidas. Além disso, esse modelo de GPS pode ser utilizado em modalidades disputadas em ambientes fechados (ginásios)(Scott, Scott, & Kelly, 2016), tal como o futsal.

Por outro lado, na modalidade de futsal, as demandas físicas da partida têm sido avaliadas utilizando sistema de rastreamento de vídeo (Barbero-Alvarez, Soto, Barbero-Alvarez, & Granda-Vera, 2008; Bueno et al., 2014; Vieira et al., 2016) e cardiofrequencímetros (Barbero-Alvarez et al., 2008; Rodrigues et al., 2011). Durante jogos oficiais, a média da frequência cardíaca (FC) corresponde a  $86,4 \pm 3,8$  % FC máxima (Rodrigues et al., 2011). Ainda, Barbero-Alvarez et al. (2008) observaram que 83% do tempo de jogo ocorreu em intensidade correspondente a atividade muito vigorosa (acima de 85% da FC máxima). No entanto, devido às características específicas da modalidade, com constantes acelerações, desacelerações e mudanças de direção, os dados de carga corporal obtidos pelos acelerômetros podem acrescentar novas informações e apresentar um cenário mais completo das demandas do jogo, tendo em vista que contempla demais esforços, além das medidas de deslocamento (Scott et al., 2016). Deste modo, o objetivo do presente estudo foi determinar as demandas físicas durante jogo oficial de futsal utilizando acelerômetro triaxial e comparar entre o primeiro e o segundo tempo. Além disso, objetivou-se caracterizar a demanda cardiovascular durante o jogo e comparar entre o primeiro e o segundo tempo.

## **Materiais e métodos**

### **Amostra**

A amostra foi composta por nove atletas de futsal masculino ( $23,0 \pm 3,1$  anos;  $77,5 \pm 7,3$  kg;  $177,1 \pm 7,7$  cm;  $11,9 \pm 2,4$  % gordura corporal) que disputaram a primeira divisão do campeonato estadual do Rio Grande do Sul em 2019. A equipe era formada por 14 atletas (12

jogadores de linha e dois goleiros) que realizava treinamento cinco vezes por semana. Foram incluídos neste estudo aqueles atletas que participaram das partidas analisadas, com exceção dos goleiros, devido as diferentes exigências físicas durante a partida para estes atletas. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel sob o parecer 2.987.339.

### Procedimentos

Os jogadores foram monitorados em dois jogos oficiais durante a temporada (ambos no mês de agosto), sendo um jogo fora e um jogo em casa. Devido à logística de materiais, cinco jogadores foram monitorados durante um jogo e quatro em outro, sendo que não foram considerados os dados daqueles atletas que participaram dos dois jogos. Os dados coletados foram considerados quando o atleta participou efetivamente do jogo por no mínimo 10 min, (excluindo intervalo, tempo técnico e tempo em que o atleta permaneceu no banco de reservas).

### *Aceleração e carga corporal*

A aceleração foi mensurada utilizando GPS com sistema de acelerometria triaxial com frequência de amostragem de 100 Hz (SPI Elite, GPSports Systems, Austrália). O GPS (76g; 48mm × 20mm × 87mm) foi posicionado na parte superior das costas, utilizando um colete de neoprene.

A magnitude do vetor de aceleração (expresso em força g) em função do tempo (i) (AVM) foi obtida a partir dos componentes do eixo x (lateral), y (anterior-posterior) e z (vertical) (i.e.,  $ac_x$ ,  $ac_y$  e  $ac_z$ , respectivamente) usando a seguinte equação:

$$AVM = \sqrt{(acx_{i+1} - acx_i)^2 + (acy_{i+1} - acy_i)^2 + (acz_{i+1} - acz_i)^2}$$

A carga corporal foi calculada como a soma acumulada de todos os valores de magnitude do vetor de aceleração. O número de acelerações realizadas em cada tempo de jogo foi apresentado nas seguintes categorias com base em forças g: <0,5 g; 0,5-1 g; 1-1,5 g; 1,5-2 g; 2-3 g; 3-4 g; > 4 g. Os valores em cada uma das categorias foram obtidos utilizando rotinas pré-estabelecidas no *software* Matlab (MathWorks, Estados Unidos) com base no estudo de Pereira et al. (2016) e adaptadas para o futsal.

Além disso, o número de colisões a qual os jogadores foram expostos durante o jogo foi determinado utilizando através do acelerômetro e apresentados em força g. Uma colisão foi caracterizada por um valor de carga corporal maior do que 6 g (McLellan & Lovell, 2012). As zonas de classificação de impacto foram analisadas de acordo com as faixas estabelecidas pelo software Team AMS (GPSports, Austrália) e divididas em: 6-8 g – leve a moderado impacto; 8-10 g – forte impacto; 10-12 g – severo impacto; 12-30 g – muito severo impacto. O número de impactos foi definido como o número de vezes em que o sujeito alcançou um frame superior a 6 g, de acordo com as zonas. As características das zonas de impacto foram determinadas com base nos estudos de McLellan e Lovell (2012) e Gabbet et al. (2012) realizados com rugby e adaptadas para o futsal.

### *Frequência cardíaca*

A FC foi mensurada de forma contínua para todos os participantes ao longo do jogo através de um cardiofrequencímetro (H7, Polar, Kempele, Finlândia) conectado via *bluetooth* ao sistema de acelerometria para coleta e aquisição dos dados. A FC pico (FC<sub>pico</sub>) foi considerada como o valor mais alto de FC atingido durante o jogo. A partir disso, os valores obtidos foram categorizados em cinco faixas de intensidade, com base no estudo de Castagna

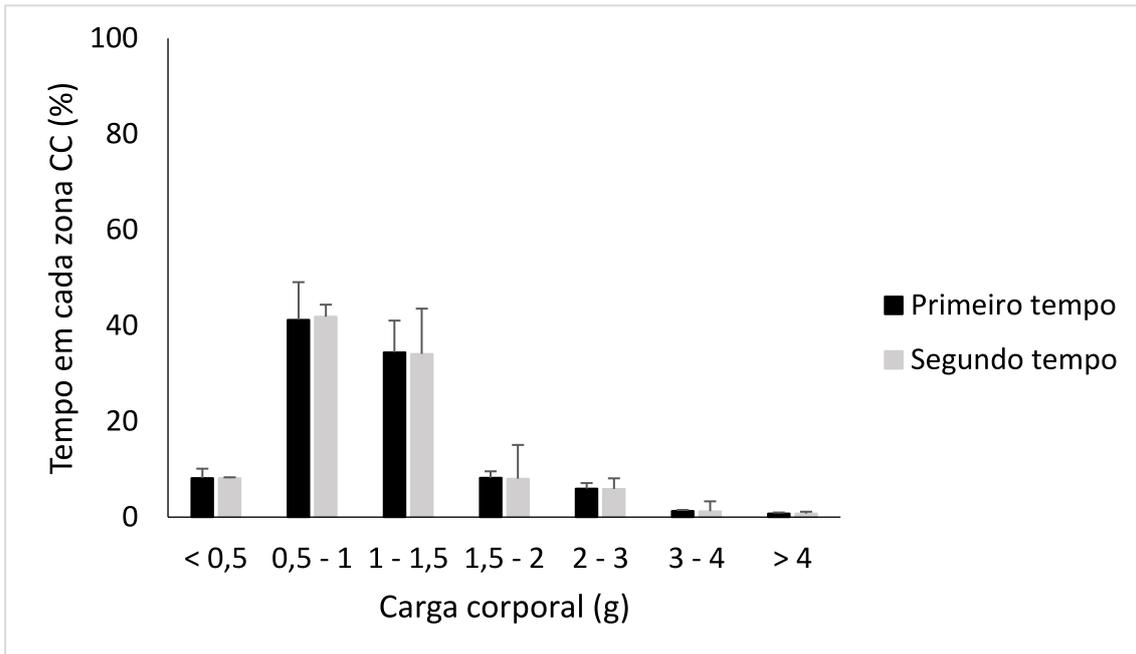
et al. (2009):  $>60\%$   $FC_{pico}$ ;  $60-70\%$   $FC_{pico}$ ;  $70-80\%$   $FC_{pico}$ ;  $80-90\%$   $FC_{pico}$ ; e  $>90\%$   $FC_{pico}$ . A partir dos dados armazenados, o percentual de tempo em cada uma das faixas de intensidade foi obtido utilizando o *software* Matlab (MathWorks, Estados Unidos).

### Análise estatística

Os dados estão apresentados em estatística descritiva através de média  $\pm$  desvio padrão (DP). Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Foi utilizado teste T pareado para comparação das variáveis coletadas durante o jogo entre o primeiro e o segundo tempo. ANOVA para medidas repetidas com *post-hoc* de Bonferroni foi utilizada para comparação de colisões entre as zonas de intensidade. Foi adotado um índice de significância de  $\alpha = 0,05$  e todas as análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS 20.0.

### Resultados

Quanto aos resultados de acelerometria (Figura 1), o % do tempo de jogo nas diferentes zonas de carga corporal não apresentou diferença entre o primeiro e o segundo tempo. Durante maior parte do jogo as ações ocorreram nas faixas de carga corporal de 0,5-1 g ( $41,2 \pm 7,9\%$  do tempo de jogo no primeiro tempo e  $41,7 \pm 9,4\%$  do tempo de jogo no segundo tempo) e 1-1,5 g ( $34,4 \pm 6,6\%$  do tempo de jogo no primeiro tempo e  $34,1 \pm 7,1\%$  do tempo de jogo no segundo tempo).



**Figura 1.** Percentual de tempo de jogo em diferentes zonas de carga corporal (CC) no primeiro e no segundo tempos.

A tabela 1 apresenta o número de impactos ocorridos durante o jogo. Os valores estão expressos em número total e por minuto de jogo. Todas as zonas de carga corporal apresentaram diferença significativa entre elas quando analisados o número total de impactos ( $p < 0,001$ ), enquanto que para o número de impactos por minuto, todas as zonas apresentaram diferença entre elas ( $p < 0,001$ ), com exceção da zona entre 10-12 e 12-30 g. O tempo total de jogo foi de  $32,6 \pm 13,0$  min. O máximo valor de carga corporal atingido durante o jogo foi de  $11,6 \pm 0,8$  g.

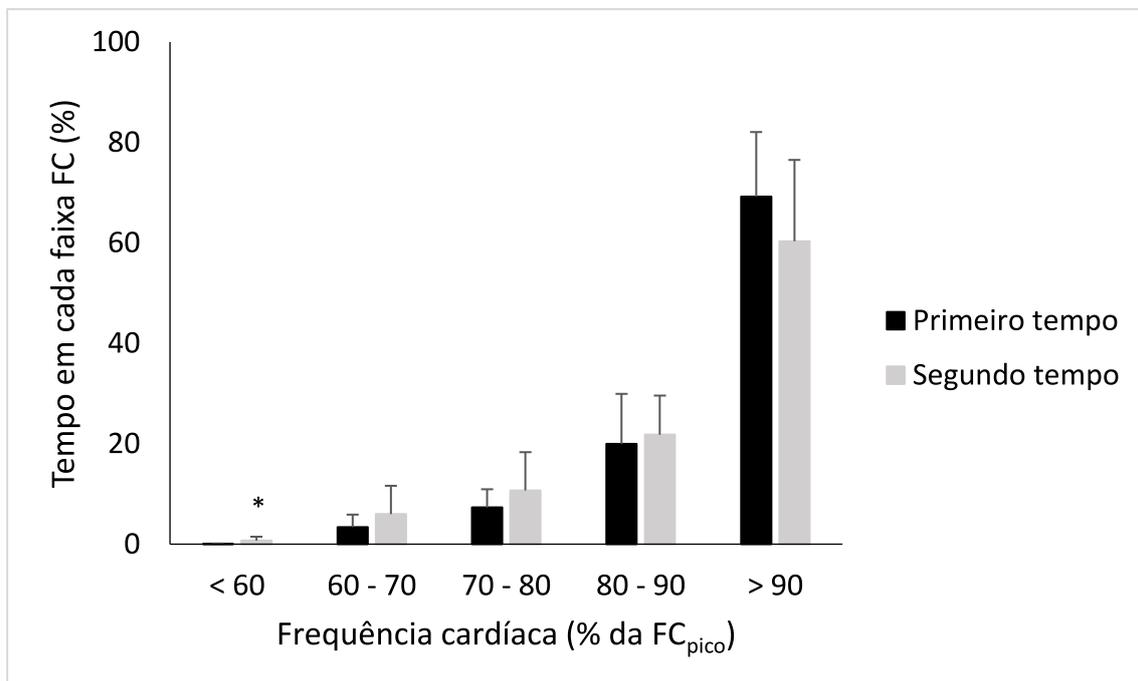
**Tabela 1.** Número de colisões total e por minuto ocorridas durante jogo de futsal em diferentes zonas de intensidade (n = 9 atletas de futsal).

	Colisões	Colisões/min
6-8 g (n)	$182,0 \pm 82,2$	$5,74 \pm 1,52$
8-10 g (n)	$49,1 \pm 20,9^*$	$1,64 \pm 0,81^*$
10-12 g (n)	$4,7 \pm 2,4^{*#}$	$0,19 \pm 0,15^{*#}$
12-30 g (n)	$0,7 \pm 1,1^{*#\dagger}$	$0,02 \pm 0,03^{*#}$

\*diferença significativa em relação a 6-8 g ( $p < 0,05$ ); #diferença significativa em relação a 8-10 g

( $p < 0,05$ ); †diferença significativa em relação a 10-12 g ( $p < 0,05$ )

Quanto aos resultados de FC, o máximo valor atingido durante o jogo foi de  $189,4 \pm 5,2$  bpm, enquanto a média da partida foi de  $170,5 \pm 5,9$  bpm (correspondendo a  $90,0 \pm 1,9\%$   $FC_{pico}$ ). Conforme observado na Figura 2, o % de tempo de jogo na faixa de  $<60\%$   $FC_{pico}$  foi maior no segundo tempo em relação ao primeiro ( $0,06 \pm 0,08\%$  para  $0,7 \pm 0,7\%$ , respectivamente;  $p = 0,033$ ). Os valores nas demais faixas de intensidade não apresentaram diferença entre os tempos. Observa-se que a maior parte do tempo foi na faixa de  $>90\%$   $FC_{pico}$  tanto no primeiro ( $69,2 \pm 12,9\%$ ) quanto no segundo ( $60,3 \pm 16,2\%$ ) tempo.



**Figura 2.** Percentual de tempo de jogo em diferentes faixas de frequência cardíaca (FC) no primeiro e no segundo tempos. \*diferença significativa em relação ao primeiro tempo ( $p < 0,05$ ).

## Discussão

O presente estudo buscou determinar as demandas físicas utilizando dados de acelerometria e caracterizar o comportamento cardiovascular durante jogo oficial de futsal. Como principais achados, observou-se que durante a maior parte do tempo de jogo os valores de carga corporal ocorreram entre 0,5 e 1,5 g, tanto no primeiro quanto no segundo tempo de jogo. Quanto ao número de colisões (total e por minuto), a maior ocorrência foi na zona de intensidade entre 6-8 g. Além disso, tanto no primeiro quanto no segundo tempo, mais de 60% do jogo ocorreu acima de 90%  $FC_{pico}$  e o percentual de tempo de jogo gasto abaixo de 60%  $FC_{pico}$  foi maior no segundo tempo em comparação ao primeiro.

Estudos investigando carga corporal têm sido realizados com rugby (McLellan & Lovell, 2012; Oxendale et al., 2016) e mais recentemente com tênis (Pereira et al., 2016). Os achados do presente estudo corroboram aos achados de Pereira et al. (2016), que compararam a carga corporal de tenistas em diferentes solos (saibro e cimento) e também observaram um maior número de ações de carga corporal entre 0,5 e 1,5 g, independente do piso. Apesar das diferenças entre as modalidades (por exemplo, individual vs. coletiva, níveis de demanda física, entre outras), ambas exigem dos atletas alto número de acelerações e desacelerações e mudanças de direção em pequenos espaços de tempo e distância (Barbero-Alvarez et al., 2008; Caetano et al., 2015; Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, & Mendez-Villanueva, 2009; Pereira et al., 2016), aumentando as ações de carga corporal nessas faixas de intensidade. No entanto, ressalta-se a escassez de estudos apresentando análise de carga corporal nas zonas utilizadas no presente estudo em partidas oficiais de modalidades esportivas coletivas, o que dificulta a discussão dos dados com a literatura. Por outro lado, destaca-se a originalidade do presente

estudo, visto que este parece ser o primeiro estudo realizado a apresentar tais análises com o intuito de caracterizar as ações de carga corporal nestas zonas de intensidade.

Outra medida realizada com a utilização dos acelerômetros é o número de colisões que ocorrem durante partidas. Valores obtidos acima de 6g são caracterizados possíveis colisões com um oponente (McLellan & Lovell, 2012), tendo em vista que a aceleração do indivíduo dificilmente atingirá valores superiores a esse sem contato com outro elemento (como por exemplo, um oponente, o solo, a bola). Neste contexto, estudos têm sido realizados com jogadores de rugby para verificar o número de colisões durante jogos oficiais por meio de acelerometria (Gabbett et al., 2012; Johnston, Gabbett, & Jenkins, 2013; McLellan & Lovell, 2012; Oxendale et al., 2016). No presente estudo, maior número de colisões foram observados entre 6 e 8 g (182 colisões), indo ao encontro dos achados de McLellan e Lovell (2012) em estudo com jogadores de rugby, que encontraram alto número de colisões na mesma faixa de intensidade (178 colisões em 6,1-6,5 g, 199 colisões em 6,5-7,0 g e 142 colisões em 7,1-8,0 g). Entretanto, o número total de colisões ocorridas nos jogos oficiais de rugby foi maior quando comparado ao presente estudo. Tal resultado pode ser atribuído pelo rugby ser uma modalidade coletiva que se utiliza do contato e tais ações ocorrem com mais frequência, pelo fato de que durante o jogo os atletas de rugby sofrem ações do adversário e ainda, necessitam se deslocar contra o oponente em algumas situações (Cunniffe, Proctor, Baker, & Davies, 2009; Kempton, Sirotic, & Coutts, 2017). Já no futsal, os jogadores podem realizar ações em contato com o adversário (para uma disputa da bola, por exemplo), mas contatos mais fortes são caracterizados como falta, fazendo com que o número de colisões de alta intensidade seja menor nessa modalidade. Além disso, ressalta-se que os resultados acerca das colisões não são claros na literatura, visto que uma queda no solo durante o jogo também pode gerar um valor de força-g elevado, não estando diretamente relacionado com o contato entre jogadores. Ainda, não é

possível identificar as ações ocorridas durante o jogo que correspondam a cada zona de colisão, tendo em vista que este é o primeiro estudo a mensurar tal variável em jogos de futsal.

Além da carga corporal, a FC durante a partida foi mensurada a fim de caracterizar respostas cardiovasculares durante o jogo. Os achados do presente estudo corroboram os resultados de Barbero-Alvarez et al. (2008) e Rodrigues et al. (2011), que encontraram como valores médios de FC 90 e 86% da  $FC_{max}$  durante partidas oficiais de futsal, respectivamente, e o presente estudo apresentou 90% da  $FC_{pico}$ . Ainda, quanto ao tempo de jogo demandado em diferentes faixas de intensidade, os resultados encontrados foram semelhantes aos observados por Barbero-Alvarez et al. (2008), visto que os autores observaram que durante 83% do tempo de jogo os atletas atingiram valores acima de 85% da  $FC_{max}$ , enquanto que no presente estudo, 65% do tempo de jogo foi disputado acima de 90% da  $FC_{pico}$  e 21% entre 80 e 90% da  $FC_{pico}$ . Tais resultados demonstram que, durante grande parte do jogo de futsal, os atletas realizam atividades em alta intensidade com curtos períodos de recuperação, tendo em vista a alta ocorrência de *sprints* (acima de  $18,3 \text{ km.h}^{-1}$ ) que acontecem durante uma partida, com períodos de recuperação entre 15 e 30 s (Caetano et al., 2015).

Apesar da modalidade ter caráter intermitente, torna-se importante para os atletas ter bom condicionamento aeróbio, considerando que grande parte dos esforços realizados na partida ocorrem em alta intensidade e que os períodos de recuperação não são suficientes para diminuir os valores de FC para zonas de intensidade mais leves. Ainda, os atletas realizam constantemente ações corporais de alta intensidade (dribles e curtas trocas de direção, com e sem bola) para obter vantagem sobre os adversários. Assim, a partir dos dados do presente estudo, torna-se possível avaliar as demandas do jogo tanto no âmbito biomecânico, quanto fisiológico, destacando que, além dos deslocamentos que ocorrem em alta intensidade (Bueno et al., 2014; Caetano et al., 2015; Vieira et al., 2016), os movimentos corporais e curtas trocas de direção também exigem dos atletas alta demanda metabólica. Neste sentido, programas de

treinamento devem ser planejados contemplando atividades com mudanças de direção em diferentes contextos, e também devem considerar ganhos na aptidão aeróbia para que os atletas consigam permanecer na alta intensidade ao longo de todo o jogo, minimizando a queda na intensidade no segundo tempo de partida. Além disso, a partir do elevado número de colisões observados, destaca-se a importância do treinamento de força para que os jogadores sejam fortes o suficiente para que consiga suportar ações de contato com o adversário, sem o risco de sofrer lesão devido ao alto impacto gerado.

Entretanto, a extrapolação dos achados deve ser realizada com parcimônia, tendo em vista as limitações do presente estudo, como a coleta de dados ter sido realizada em duas partidas diferentes, sendo uma em casa e outra fora. Ainda, ressalta-se que os dados referentes ao número de colisões não são claros quanto às ações que geram esses valores, não permitindo maiores discussões sobre o tema. Deste modo, sugere-se que mais estudos sejam realizados mensurando a carga corporal e o número de colisões durante partidas oficiais de futsal, contemplando maior número de jogos e atletas, para que sejam estabelecidas demandas de jogo referente a estas variáveis. Além disso, futuros estudos podem estabelecer relação entre as cargas corporais referentes às colisões e ações do jogo correspondentes a essas cargas, para que a partir de *scouts* com ações das partidas seja possível identificar as cargas ocorridas durante as mesmas.

## **Conclusão**

A partir dos achados do presente estudo, pode-se concluir que, durante uma partida os atletas realizam constantes mudanças de direção em curto espaço de tempo e distância, além de acelerações e desacelerações ao longo da partida, com valores de carga corporal variando entre 0,5 e 1,5g, e sofrem alto número de colisões com os adversários. Além disso, durante a maior

parte do tempo de jogo os atletas permanecem em zonas de FC correspondentes a atividade de alta intensidade ( $> 90\%$  FC<sub>pico</sub>) tanto no primeiro quanto no segundo tempo de jogo.

## Referências

- Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63–73. <https://doi.org/10.1080/02640410701287289>
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 311–321. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.3.311>
- Bueno, M. J. D. O., Caetano, F. G., Pereira, T. J. C., De Souza, N. M., Moreira, G. D., Nakamura, F. Y., ... Moura, F. A. (2014). Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomechanics*, 13(3), 230–240. <https://doi.org/10.1080/14763141.2014.958872>
- Caetano, F. G., de Oliveira, M. J., Marche, A. L., Nakamura, F. Y., Cunha, S. A., & Moura, F. A. (2015). Characterization of the sprint and repeated-sprint sequences performed by professional futsal players, according to playing position, during official matches. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(6), 423–429. <https://doi.org/10.1123/jab.2014-0159>
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J. G., & Álvarez, J. C. B. (2009). Match demands of professional Futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490–494. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.02.001>
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. S., & Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using Global Positioning System tracking software: *Journal*

- of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1195–1203.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3928b>
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play: *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 15–26. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181ada1cb>
- Gabbett, T. J., Jenkins, D. G., & Abernethy, B. (2012). Physical demands of professional rugby league training and competition using microtechnology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.07.004>
- Johnston, R. D., Gabbett, T. J., & Jenkins, D. G. (2013). Influence of an intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 460–465. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.10.009>
- Kempton, T., Sirotic, A. C., & Coutts, A. J. (2017). A comparison of physical and technical performance profiles between successful and less-successful professional Rugby League teams. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 520–526. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0003>
- Larsson, P. (2003). Global Positioning System and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33(15), 1093–1101. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333150-00002>
- McLellan, C. P., & Lovell, D. I. (2012). Neuromuscular responses to impact and collision during elite Rugby League match play: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1431–1440. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231a627>
- Modric, Versic, Sekulic, & Liposek. (2019). Analysis of the association between running performance and game performance indicators in professional soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 4032. <https://doi.org/10.3390/ijerph16204032>

- Oxendale, C. L., Twist, C., Daniels, M., & Highton, J. (2016). The relationship between match-play characteristics of elite Rugby League and indirect markers of muscle damage. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*(4), 515–521. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0406>
- Pereira, L. A., Freitas, V., Arruda Moura, F., Saldanha Aoki, M., Loturco, I., & Yuzo Nakamura, F. (2016). The activity profile of young tennis athletes playing on clay and hard courts: preliminary data. *Journal of Human Kinetics*, *50*(1), 211–218. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0158>
- Rodrigues, V. M., Ramos, G. P., Mendes, T. T., Cabido, C. E., Melo, E. S., Condessa, L. A., ... Garcia, E. S. (2011). Intensity of official futsal matches: *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(9), 2482–2487. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fb4574>
- Scott, M. T. U., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of Global Positioning Systems in team sport: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(5), 1470–1490. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001221>
- Strauss, A., Sparks, M., & Pienaar, C. (2019). The use of GPS analysis to quantify the internal and external match demands of semi-elite level female soccer players during a tournament. *Journal of Sports Science & Medicine*, *18*(1), 73–81.
- Vieira, L. H. P., Doğramaci, S. N., Barbieri, R. A., Milioni, F., Moura, F. A., Andrade, V. L. de, ... Santiago, P. R. P. (2016). Preliminary results on organization on the court, physical and technical performance of Brazilian professional futsal players: Comparison between friendly pre-season and official match. *Motriz: Revista de Educação Física*, *22*(2), 80–92. <https://doi.org/10.1590/S1980-6574201600020011>

***Considerações finais***

A partir da realização dos dois estudos, pode-se destacar que o jogo simulado utilizado no primeiro estudo foi semelhante a um jogo oficial, considerando o tempo total em que os atletas participam do jogo efetivamente e da intensidade em que o jogo oficial ocorre. Durante o jogo oficial o tempo médio de jogo dos atletas foi de  $32,6 \pm 13,0$  min, enquanto que no jogo simulado o tempo estipulado para cada atleta participar foi de 30 min. Quanto a intensidade mensurada através da frequência cardíaca (FC), a FC média do jogo oficial foi de  $170,5 \pm 5,9$  bpm (correspondente a 90% da FC de pico) e do simulado foi de  $175,9 \pm 5,4$  bpm (correspondente a 93% da FC máxima).

Portanto, os resultados do segundo estudo, o qual avaliou os atletas durante o jogo, podem complementar os achados do primeiro estudo, respondendo ao objetivo geral desta tese (analisar o desempenho físico e fisiológico durante e o tempo de recuperação da fadiga neuromuscular e o dano muscular após jogo simulado em atletas de futsal).

Assim, a partir dos resultados dos estudos, pode-se concluir que, durante um jogo de futsal a intensidade de esforço encontra-se elevada, atingindo valores acima de 90% da FC máxima na maior parte do tempo, com ações de alta intensidade em curto espaço de tempo e distância, com valores entre 0,5 e 1,5 g e alto número de colisões em altas zonas de impacto. Além disso, quanto a recuperação da fadiga e dano muscular após a partida, há perda de força de extensores e flexores de joelho e de desempenho em *sprints* imediatamente após e 24h pós jogo, diminuição da qualidade muscular do reto femoral e vasto lateral e aumento da concentração de creatina quinase 24h pós jogo, retornando aos valores basais 48h pós jogo em situação de descanso e alimentação ideais.

Deste modo, tais achados podem auxiliar treinadores e membros de comissão técnica a planejar e avaliar os treinamentos de acordo com os esforços ocorridos no jogo e com o tempo no qual os atletas demoram para estarem recuperados após uma partida. Visto as exigências físicas da partida, com alta demanda da capacidade aeróbia e desgaste muscular de membros inferiores, sugere-se que os treinamentos físicos sejam voltados para a aptidão cardiorrespiratória e força muscular de membros inferiores, devido ao desgaste da partida e ao número de impactos ocorridos, a fim de que os atletas mantenham o bom desempenho durante a partida, minimizando o risco de ocorrência de lesões em membros inferiores e possibilitando uma recuperação adequada.

Ressalta-se que a extrapolação destes dados pode ser feita para atletas que participam de competições a nível regional. No entanto, respostas diferentes podem ser encontradas em atletas profissionais que disputam competições no âmbito nacional e internacional.

***Relatório de trabalhos***

## RELATÓRIO DE TRABALHOS APRESENTADOS REFERENTES À TESE

**Apresentação de trabalho oral:** Recuperação de fadiga muscular e estresse metabólico após jogo simulado em atletas de futsal – X Simpósio de Neuromecânica Aplicada, setembro de 2019.

**Premiação:** Recuperação de fadiga muscular e estresse metabólico após jogo simulado em atletas de futsal – Menção honrosa de melhores trabalhos orais no X Simpósio de Neuromecânica Aplicada, setembro de 2019.

***Anexos***

## ANEXO 1

### Normas para submissão – *Journal of Sports Sciences*

#### **Instructions for authors**

Thank you for choosing to submit your paper to us. These instructions will ensure we have everything required so your paper can move through peer review, production and publication smoothly. Please take the time to read and follow them as closely as possible, as doing so will ensure your paper matches the journal's requirements.

#### Author Services

For general guidance on every stage of the publication process, please visit our Author Services website.

#### Editing Services

For editing support, including translation and language polishing, explore our Editing Services website

#### Editorial Manager

This journal uses Editorial Manager to peer review manuscript submissions. Please read the guide for Editorial Manager authors before making a submission. Complete guidelines for preparing and submitting your manuscript to this journal are provided below.

This title utilises format-free submission. Authors may submit their paper in any scholarly format or layout. References can be in any style or format, so long as a consistent scholarly citation format is applied. For more detail see the format-free submission section below.

#### **About the Journal**

Journal of Sports Sciences is an international, peer-reviewed journal publishing high-quality, original research. Please see the journal's Aims & Scope for information about its focus and peer-review policy. Please note that this journal only publishes manuscripts in English.

Journal of Sports Sciences accepts the following types of article: Original Articles, Case Studies, Letters to the Editor, Systematic Reviews and Meta-analysis.

The Journal of Sports Sciences is published on behalf of the British Association of Sport and Exercise Sciences, in association with the International Society for Advancement of Kinanthropometry. The emphasis is on the human sciences applied to sport and exercise. Topics covered also include technologies such as design of sports equipment, research into training, and modelling and predicting performance; papers evaluating (rather than simply presenting) new methods or procedures will also be considered.

#### **Peer Review and Ethics**

Taylor & Francis is committed to peer-review integrity and upholding the highest standards of review. Once your paper has been assessed for suitability by the editor, it will then be double blind peer reviewed by independent, anonymous expert referees. Find out more about what to expect during peer review and read our guidance on publishing ethics.

### **Preparing Your Paper**

All authors submitting to medicine, biomedicine, health sciences, allied and public health journals should conform to the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, prepared by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE).

### **Structure**

Your paper should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text introduction, materials and methods, results, discussion; acknowledgments; declaration of interest statement; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figures; figure captions (as a list).

### **Word Limits**

Please include a word count for your paper.

A typical paper for this journal should be approximately 4000 words, this is a guideline and not a limit; this guideline does not include tables, references, figure captions.

### **Format-Free Submission**

Authors may submit their paper in any scholarly format or layout. Manuscripts may be supplied as single or multiple files. These can be Word, rich text format (rtf), open document format (odt), or PDF files. Figures and tables can be placed within the text or submitted as separate documents. Figures should be of sufficient resolution to enable refereeing.

There are no strict formatting requirements, but all manuscripts must contain the essential elements needed to evaluate a manuscript: abstract, author affiliation, figures, tables, funder information, and references. Further details may be requested upon acceptance.

References can be in any style or format, so long as a consistent scholarly citation format is applied. Author name(s), journal or book title, article or chapter title, year of publication, volume and issue (where appropriate), page numbers and continuous line numbers are essential. All bibliographic entries must contain a corresponding in-text citation. The addition of DOI (Digital Object Identifier) numbers is recommended but not essential.

The journal reference style will be applied to the paper post-acceptance by Taylor & Francis.

Spelling can be US or UK English so long as usage is consistent.

Note that, regardless of the file format of the original submission, an editable version of the article must be supplied at the revision stage.

## Taylor & Francis Editing Services

To help you improve your manuscript and prepare it for submission, Taylor & Francis provides a range of editing services. Choose from options such as English Language Editing, which will ensure that your article is free of spelling and grammar errors, Translation, and Artwork Preparation. For more information, including pricing, visit this website.

### Checklist: What to Include

**Author details.** Please ensure everyone meeting the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) requirements for authorship is included as an author of your paper. All authors of a manuscript should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. Where available, please also include ORCIDiDs and social media handles (Facebook, Twitter or LinkedIn). One author will need to be identified as the corresponding author, with their email address normally displayed in the article PDF (depending on the journal) and the online article. Authors' affiliations are the affiliations where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer-review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after your paper is accepted. Read more on authorship.

Should contain an unstructured abstract of 200 words.

**Graphical abstract (optional).** This is an image to give readers a clear idea of the content of your article. It should be a maximum width of 525 pixels. If your image is narrower than 525 pixels, please place it on a white background 525 pixels wide to ensure the dimensions are maintained. Save the graphical abstract as a .jpg, .png, or .tiff. Please do not embed it in the manuscript file but save it as a separate file, labelled GraphicalAbstract1.

You can opt to include a video abstract with your article. Find out how these can help your work reach a wider audience, and what to think about when filming.

Between 3 and 6 keywords. Read making your article more discoverable, including information on choosing a title and search engine optimization.

**Funding details.** Please supply all details required by your funding and grant-awarding bodies as follows:

For single agency grants

This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx].

For multiple agency grants

This work was supported by the [Funding Agency #1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency #2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency #3] under Grant [number xxxx].

**Disclosure statement.** This is to acknowledge any financial interest or benefit that has arisen from the direct applications of your research. Further guidance on what is a conflict of interest and how to disclose it.

**Data availability statement.** If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). Templates are also available to support authors.

**Data deposition.** If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a recognized data repository prior to or at the time of submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.

**Geolocation information.** Submitting a geolocation information section, as a separate paragraph before your acknowledgements, means we can index your paper's study area accurately in JournalMap's geographic literature database and make your article more discoverable to others. More information.

**Supplemental online material.** Supplemental material can be a video, dataset, fileset, sound file or anything which supports (and is pertinent to) your paper. We publish supplemental material online via Figshare. Find out more about supplemental material and how to submit it with your article.

**Figures.** Figures should be high quality (1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour, at the correct size). Figures should be supplied in one of our preferred file formats: EPS, PS, JPEG, TIFF, or Microsoft Word (DOC or DOCX) files are acceptable for figures that have been drawn in Word. For information relating to other file types, please consult our Submission of electronic artwork document.

**Tables.** Tables should present new information rather than duplicating what is in the text. Readers should be able to interpret the table without reference to the text. Please supply editable files.

**Equations.** If you are submitting your manuscript as a Word document, please ensure that equations are editable. More information about mathematical symbols and equations.

**Units.** Please use SI units (non-italicized).

### **Using Third-Party Material in your Paper**

You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold copyright, and which is not covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on requesting permission to reproduce work(s) under copyright.

### **Disclosure Statement**

Please include a disclosure statement, using the subheading "Disclosure of interest." If you have no interests to declare, please state this (suggested wording: The authors report no conflict of interest). For all NIH/Wellcome-funded papers, the grant number(s) must be included in the declaration of interest statement. Read more on declaring conflicts of interest.

### **Clinical Trials Registry**

In order to be published in a Taylor & Francis journal, all clinical trials must have been registered in a public repository at the beginning of the research process (prior to patient enrolment). Trial registration numbers should be included in the abstract, with full details in the methods section. The registry should be publicly accessible (at no charge), open to all prospective registrants, and managed by a not-for-

profit organization. For a list of registries that meet these requirements, please visit the WHO International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP). The registration of all clinical trials facilitates the sharing of information among clinicians, researchers, and patients, enhances public confidence in research, and is in accordance with the ICMJE guidelines.

### **Complying With Ethics of Experimentation**

Please ensure that all research reported in submitted papers has been conducted in an ethical and responsible manner, and is in full compliance with all relevant codes of experimentation and legislation. All papers which report in vivo experiments or clinical trials on humans or animals, involve the analysis of data already in the public domain (e.g. from the internet), or involve retrospective analysis of in vivo data (e.g. historical player performance data from a professional soccer team) must include a statement that the study received institutional ethics approval. Studies involving no primary data collection such as systematic reviews or meta-analyses do not require ethics committee approval. The ethics approval statement should explain that all work was conducted with the formal approval of the local human or animal care committees (institutional and national), and that clinical trials have been registered as legislation requires.

### **Consent**

All authors are required to follow the ICMJE requirements on privacy and informed consent from patients and study participants. Please confirm that any patient, service user, or participant (or that person's parent or legal guardian) in any research, experiment, or clinical trial described in your paper has given written consent to the inclusion of material pertaining to themselves, that they acknowledge that they cannot be identified via the paper; and that you have fully anonymized them. Where someone is deceased, please ensure you have written consent from the family or estate. Authors may use this Patient Consent Form, which should be completed, saved, and sent to the journal if requested.

### **Health and Safety**

Please confirm that all mandatory laboratory health and safety procedures have been complied with in the course of conducting any experimental work reported in your paper. Please ensure your paper contains all appropriate warnings on any hazards that may be involved in carrying out the experiments or procedures you have described, or that may be involved in instructions, materials, or formulae.

Please include all relevant safety precautions; and cite any accepted standard or code of practice. Authors working in animal science may find it useful to consult the International Association of Veterinary Editors' Consensus Author Guidelines on Animal Ethics and Welfare and Guidelines for the Treatment of Animals in Behavioural Research and Teaching. When a product has not yet been approved by an appropriate regulatory body for the use described in your paper, please specify this, or that the product is still investigational.

### **Submitting Your Paper**

This journal uses Editorial Manager to manage the peer-review process. If you haven't submitted a paper to this journal before, you will need to create an account in Editorial Manager. Please read the guidelines above and then submit your paper in the relevant Author Centre, where you will find user guides and a helpdesk.

Please note that Journal of Sports Sciences uses Crossref™ to screen papers for unoriginal material. By submitting your paper to Journal of Sports Sciences you are agreeing to originality checks during the peer-review and production processes.

On acceptance, we recommend that you keep a copy of your Accepted Manuscript. Find out more about sharing your work.

### **Data Sharing Policy**

This journal applies the Taylor & Francis Basic Data Sharing Policy. Authors are encouraged to share or make open the data supporting the results or analyses presented in their paper where this does not violate the protection of human subjects or other valid privacy or security concerns.

Authors are encouraged to deposit the dataset(s) in a recognized data repository that can mint a persistent digital identifier, preferably a digital object identifier (DOI) and recognizes a long-term preservation plan. If you are uncertain about where to deposit your data, please see this information regarding repositories.

Authors are further encouraged to cite any data sets referenced in the article and provide a Data Availability Statement.

At the point of submission, you will be asked if there is a data set associated with the paper. If you reply yes, you will be asked to provide the DOI, pre-registered DOI, hyperlink, or other persistent identifier associated with the data set(s). If you have selected to provide a pre-registered DOI, please be prepared to share the reviewer URL associated with your data deposit, upon request by reviewers.

Where one or multiple data sets are associated with a manuscript, these are not formally peer reviewed as a part of the journal submission process. It is the author's responsibility to ensure the soundness of data. Any errors in the data rest solely with the producers of the data set(s).

### **Publication Charges**

There are no submission fees, publication fees or page charges for this journal.

Colour figures will be reproduced in colour in your online article free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply.

Charges for colour figures in print are £300 per figure (\$400 US Dollars; \$500 Australian Dollars; €350). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$75 US Dollars; \$100 Australian Dollars; €65). Depending on your location, these charges may be subject to local taxes.

### **Copyright Options**

Copyright allows you to protect your original material, and stop others from using your work without your permission. Taylor & Francis offers a number of different license and reuse options, including Creative Commons licenses when publishing open access. Read more on publishing agreements.

### **Complying with Funding Agencies**

We will deposit all National Institutes of Health or Wellcome Trust-funded papers into PubMedCentral on behalf of authors, meeting the requirements of their respective open access policies. If this applies to you, please tell our production team when you receive your article proofs, so we can do this for you. Check funders' open access policy mandates here. Find out more about sharing your work.

### **Open Access**

This journal gives authors the option to publish open access via our Open Select publishing program, making it free to access online immediately on publication. Many funders mandate publishing your research open access; you can check open access funder policies and mandates here.

Taylor & Francis Open Select gives you, your institution or funder the option of paying an article publishing charge (APC) to make an article open access. Please contact [openaccess@tandf.co.uk](mailto:openaccess@tandf.co.uk) if you would like to find out more, or go to our Author Services website.

For more information on license options, embargo periods and APCs for this journal please go here.

### **My Authored Works**

On publication, you will be able to view, download and check your article's metrics (downloads, citations and Altmetric data) via My Authored Works on Taylor & Francis Online. This is where you can access every article you have published with us, as well as your free eprints link, so you can quickly and easily share your work with friends and colleagues.

We are committed to promoting and increasing the visibility of your article. Here are some tips and ideas on how you can work with us to promote your research.

### **Article Reprints**

You will be sent a link to order article reprints via your account in our production system. For enquiries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at [reprints@tandf.co.uk](mailto:reprints@tandf.co.uk). You can also order print copies of the journal issue in which your article appears.

#### **Queries**

Should you have any queries, please visit our Author Services website or contact us here.

Updated 103-09-2019

## ANEXO 2

### Normas para submissão – *Sports Biomechanics*

#### **Instructions for authors**

Thank you for choosing to submit your paper to us. These instructions will ensure we have everything required so your paper can move through peer review, production and publication smoothly. Please take the time to read and follow them as closely as possible, as doing so will ensure your paper matches the journal's requirements.

#### Author Services

For general guidance on every stage of the publication process, please visit our Author Services website.

#### Editing Services

For editing support, including translation and language polishing, explore our Editing Services website ScholarOne Manuscripts

This journal uses ScholarOne Manuscripts (previously Manuscript Central) to peer review manuscript submissions. Please read the guide for ScholarOne authors before making a submission. Complete guidelines for preparing and submitting your manuscript to this journal are provided below.

#### **About the Journal**

Sports Biomechanics is an international, peer-reviewed journal publishing high-quality, original research. Please see the journal's Aims & Scope for information about its focus and peer-review policy. Please note that this journal only publishes manuscripts in English.

Sports Biomechanics accepts the following types of article: original articles.

#### **Peer Review and Ethics**

Taylor & Francis is committed to peer-review integrity and upholding the highest standards of review. Once your paper has been assessed for suitability by the editor, it will then be single blind peer reviewed by independent, anonymous expert referees. Find out more about what to expect during peer review and read our guidance on publishing ethics.

#### **Preparing Your Paper**

##### Structure

Your paper should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text introduction, materials and methods, results, discussion; acknowledgments; declaration of interest statement; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figures; figure captions (as a list).

### Word Limits

Please include a word count for your paper. There are no word limits for papers in this journal.

### Style Guidelines

Please refer to these quick style guidelines when preparing your paper, rather than any published articles or a sample copy.

Please use British (-ise) spelling style consistently throughout your manuscript.

Please report all p values to 3 decimal places.

All affiliations should be in English.

Please use single quotation marks, except where 'a quotation is "within" a quotation'. Please note that long quotations should be indented without quotation marks.

### Formatting and Templates

Papers may be submitted in Word format. Figures should be saved separately from the text. To assist you in preparing your paper, we provide formatting template(s).

Word templates are available for this journal. Please save the template to your hard drive, ready for use.

If you are not able to use the template via the links (or if you have any other template queries) please contact us [here](#).

### References

Please use this reference guide when preparing your paper.

Taylor & Francis Editing Services

To help you improve your manuscript and prepare it for submission, Taylor & Francis provides a range of editing services. Choose from options such as English Language Editing, which will ensure that your article is free of spelling and grammar errors, Translation, and Artwork Preparation. For more information, including pricing, visit [this website](#).

### Checklist: What to Include

**Author details.** All authors of a manuscript should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. Where available, please also include ORCIDiDs and social media handles (Facebook, Twitter or LinkedIn). One author will need to be identified as the corresponding author, with their email address normally displayed in the article PDF (depending on the journal) and the online article. Authors' affiliations are the affiliations where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer-review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after your paper is accepted. Read more on [authorship](#).

Should contain an unstructured abstract of 200 words.

You can opt to include a video abstract with your article. Find out how these can help your work reach a wider audience, and what to think about when filming.

Between 3 and 5 keywords. Read making your article more discoverable, including information on choosing a title and search engine optimization.

Funding details. Please supply all details required by your funding and grant-awarding bodies as follows:

For single agency grants

This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx].

For multiple agency grants

This work was supported by the [Funding Agency #1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency #2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency #3] under Grant [number xxxx].

Disclosure statement. This is to acknowledge any financial interest or benefit that has arisen from the direct applications of your research. Further guidance on what is a conflict of interest and how to disclose it.

Data availability statement. If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). Templates are also available to support authors.

Data deposition. If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a recognized data repository prior to or at the time of submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.

Supplemental online material. Supplemental material can be a video, dataset, fileset, sound file or anything which supports (and is pertinent to) your paper. We publish supplemental material online via Figshare. Find out more about supplemental material and how to submit it with your article.

Figures. Figures should be high quality (1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour, at the correct size). Figures should be supplied in one of our preferred file formats: EPS, PS, JPEG, TIFF, or Microsoft Word (DOC or DOCX) files are acceptable for figures that have been drawn in Word. For information relating to other file types, please consult our Submission of electronic artwork document.

Tables. Tables should present new information rather than duplicating what is in the text. Readers should be able to interpret the table without reference to the text. Please supply editable files.

Equations. If you are submitting your manuscript as a Word document, please ensure that equations are editable. More information about mathematical symbols and equations.

Units. Please use SI units (non-italicized).

Using Third-Party Material in your Paper

You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold copyright, and which is not covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on requesting permission to reproduce work(s) under copyright.

### **Submitting Your Paper**

This journal uses ScholarOne Manuscripts to manage the peer-review process. If you haven't submitted a paper to this journal before, you will need to create an account in ScholarOne. Please read the guidelines above and then submit your paper in the relevant Author Centre, where you will find user guides and a helpdesk.

Please note that Sports Biomechanics uses Crossref™ to screen papers for unoriginal material. By submitting your paper to Sports Biomechanics you are agreeing to originality checks during the peer-review and production processes.

On acceptance, we recommend that you keep a copy of your Accepted Manuscript. Find out more about sharing your work.

### **Data Sharing Policy**

This journal applies the Taylor & Francis Basic Data Sharing Policy. Authors are encouraged to share or make open the data supporting the results or analyses presented in their paper where this does not violate the protection of human subjects or other valid privacy or security concerns.

Authors are encouraged to deposit the dataset(s) in a recognized data repository that can mint a persistent digital identifier, preferably a digital object identifier (DOI) and recognizes a long-term preservation plan. If you are uncertain about where to deposit your data, please see this information regarding repositories.

Authors are further encouraged to cite any data sets referenced in the article and provide a Data Availability Statement.

At the point of submission, you will be asked if there is a data set associated with the paper. If you reply yes, you will be asked to provide the DOI, pre-registered DOI, hyperlink, or other persistent identifier associated with the data set(s). If you have selected to provide a pre-registered DOI, please be prepared to share the reviewer URL associated with your data deposit, upon request by reviewers.

Where one or multiple data sets are associated with a manuscript, these are not formally peer reviewed as a part of the journal submission process. It is the author's responsibility to ensure the soundness of data. Any errors in the data rest solely with the producers of the data set(s).

### **Publication Charges**

There are no submission fees, publication fees or page charges for this journal.

Colour figures will be reproduced in colour in your online article free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply.

Charges for colour figures in print are £300 per figure (\$400 US Dollars; \$500 Australian Dollars; €350). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$75 US Dollars; \$100 Australian Dollars; €65). Depending on your location, these charges may be subject to local taxes.

### **Copyright Options**

Copyright allows you to protect your original material, and stop others from using your work without your permission. Taylor & Francis offers a number of different license and reuse options, including Creative Commons licenses when publishing open access. Read more on publishing agreements.

### **Complying with Funding Agencies**

We will deposit all National Institutes of Health or Wellcome Trust-funded papers into PubMedCentral on behalf of authors, meeting the requirements of their respective open access policies. If this applies to you, please tell our production team when you receive your article proofs, so we can do this for you. Check funders' open access policy mandates here. Find out more about sharing your work.

### **Open Access**

This journal gives authors the option to publish open access via our Open Select publishing program, making it free to access online immediately on publication. Many funders mandate publishing your research open access; you can check open access funder policies and mandates here.

Taylor & Francis Open Select gives you, your institution or funder the option of paying an article publishing charge (APC) to make an article open access. Please contact [openaccess@tandf.co.uk](mailto:openaccess@tandf.co.uk) if you would like to find out more, or go to our Author Services website.

For more information on license options, embargo periods and APCs for this journal please go [here](#).

### **My Authored Works**

On publication, you will be able to view, download and check your article's metrics (downloads, citations and Altmetric data) via My Authored Works on Taylor & Francis Online. This is where you can access every article you have published with us, as well as your free eprints link, so you can quickly and easily share your work with friends and colleagues.

We are committed to promoting and increasing the visibility of your article. Here are some tips and ideas on how you can work with us to promote your research.

### **Article Reprints**

You will be sent a link to order article reprints via your account in our production system. For enquiries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at [reprints@tandf.co.uk](mailto:reprints@tandf.co.uk). You can also order print copies of the journal issue in which your article appears.

#### Queries

Should you have any queries, please visit our Author Services website or contact us [here](#).

Updated 12-11-2019