

Felipe Ribeiro Pereira

**ANÁLISES COMPARATIVA ENTRE ATLETAS DE FUTSAL COM E SEM LESÃO
MUSCULAR – ESTUDO SOBRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS E CARGA DE
TRABALHO**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG
2021

Felipe Ribeiro Pereira

ANÁLISES COMPARATIVA ENTRE ATLETAS DE FUTSAL COM E SEM LESÃO MUSCULAR – ESTUDO SOBRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS E CARGA DE TRABALHO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do esporte.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Mendonça Pimenta

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG
2021

P436a Pereira, Felipe Ribeiro
2021 Análises comparativa entre atletas de futsal com e sem lesão muscular – estudo sobre variáveis biomecânicas e carga de trabalho. [manuscrito] / Felipe Ribeiro Pereira – 2021.

69 f., enc.: il.

Orientador: Eduardo Mendonça Pimenta
Coorientadora: Natália Franco Neto Bittencourt

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 63-69

1. Biomecânica – Teses. 2. Atletas – ferimentos e lesões – Teses. 3. Traumatismos em atletas – Teses. 4. Futebol de salão – Teses. I. Pimenta, Eduardo Mendonça. II. Bittencourt, Natália Franco Neto. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612.76

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISES COMPARATIVA ENTRE ATLETAS DE FUTSAL COM E SEM LESÃO MUSCULAR – ESTUDO SOBRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS E CARGA DE TRABALHO

FELIPE RIBEIRO PEREIRA

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

Aprovada em 30 de março de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque – UFMG

Prof. Dr. Eduardo Mendonça Pimenta (orientador) – UFMG

Prof. Dr. Renan Alves Resende – UFMG

Prof. Dr. Vinicius Cunha de Oliveira - UFVJM

Belo Horizonte, 30 de março de 2021.



Documento assinado eletronicamente por Maicon Rodrigues Albuquerque, Professor do Magistério Superior, em 20/04/2021, às 19:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Vinicius Cunha de Oliveira, Usuário Externo, em 21/04/2021, às 10:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Eduardo Mendonça Pimenta, Servidor(a), em 22/04/2021, às 10:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Renan Alves Resende, Professor do Magistério Superior, em 27/04/2021, às 09:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0686204 e o código CRC 3B12BCFA.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares pelo suporte durante todo o processo. Desde os incentivos ao esporte na infância, incentivo às aulas de inglês e a importância do estudo durante toda minha vida acadêmica. Tudo foi importante para desenvolver meu senso crítico, meus valores e meu caráter. Agradeço especialmente à minha mãe por todo apoio, ao meu pai pelo companheirismo e a minha irmã, Renata, pelo carinho e amizade. Obrigado família Ribeiro e obrigado família Pereira.

Obrigado Laíssa, pelo carinho, compreensão, ajuda e incentivo. Amo você.

Aos fisioterapeutas e colegas de trabalho do Minas Tênis Clube, muito obrigado pela convivência e por serem fonte de conhecimento. Aos colegas do futsal: Obrigado atletas por participarem, a Comissão Técnica por permitir a pesquisa e pelas conversas diárias que me incentivam a continuar estudando. Agradeço também aos residentes que passaram pelo setor de fisioterapia durante esses anos, obrigado.

Aos estatísticos que me orientaram ao longo do processo, especialmente ao professor André Gustavo.

E aos meus orientadores, Eduardo Pimenta e Natália Bittencourt, por serem inspiração, auxiliarem e me guiarem no processo, meu muito obrigado. Eterna gratidão.

RESUMO

Introdução: Existem poucos estudos sobre lesões no futsal. Não se sabe quais variáveis são associadas com lesão. Neste estudo comparou-se as características biomecânicas e das cargas de trabalho dos atletas com e sem lesão muscular. Foi analisado, o comportamento das variáveis biomecânicas durante uma temporada e realizado uma análise descritiva de cada lesão.

Objetivo: Comparar diferenças biomecânicas e de carga de trabalho entre atletas de futsal com e sem lesão (com afastamento acima de 7 dias)

Amostra: Participaram do estudo 16 atletas profissionais de futsal.

Métodos: Foram realizadas avaliações biomecânicas no início, metade e final da temporada. Avaliação no dinamômetro isocinético no início e na metade da temporada. Foi coletado a percepção subjetiva de esforço e multiplicado pelo tempo de treino. Em seguida calculou-se a carga total, monotonia, relação agudo/crônico e strain das semanas.

Estatística: Foi realizado test t para comparar as médias entre os grupos de atletas com e sem lesão. Para comparar as médias das avaliações clínicas, nas três avaliações, utilizou-se da ANOVA e o teste de Fischer como post hoc. Também foi utilizado a ANOVA para comparar as cargas de trabalho das 4 semanas anteriores a lesão.

Resultados: Ocorreram 5 lesões com afastamento acima de 7 dias. Na comparação das avaliações biomecânicas, foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre os grupos de atletas com e sem lesão para: ADM de dorsiflexão, ADM de rotação interna de quadril e assimetria de função dos extensores do quadril. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das duas avaliações no dinamômetro isocinético. Não houve diferença significativa entre os grupos para as variáveis da carga de trabalho. Em nenhuma, das duas semanas anteriores a lesão, foram encontradas diferenças significativas para dados da carga de trabalho entre os grupos. Na análise do comportamento das variáveis biomecânicas, houve diferença estatisticamente significativa nos testes: ADM de dorsiflexão, RRE do quadril e função de extensores do quadril entre duas avaliações. Para as variáveis do dinamômetro isocinético, foi encontrado redução estatisticamente significativa na assimetria de trabalho dos flexores do joelho entre as avaliações. Na comparação das cargas das 4 últimas semanas antes da lesão, não houve diferença

significativa entre os valores de carga de trabalho entre as semanas. A análise descritiva mostrou que cada lesão apresentou uma característica diferente.

Discussão: Existem diferenças entre atletas com e sem lesão principalmente para mobilidade de quadril e tornozelo. Atletas de alto rendimento passam por variações de desempenho ao longo de uma temporada, devemos acompanhar as mudanças das capacidades físicas e as variações no treinamento de forma individual. Além disso, é importante acompanhar mais de uma variável para monitorar o estado atual do atleta.

Conclusão: Lesões são inerentes ao esporte, entretanto existem algumas diferenças, principalmente de mobilidade, entre atletas de futsal com e sem lesão. Os atletas que não se lesionaram apresentaram maior ADM de dorsiflexão, maior RI do quadril e melhor função de extensores do quadril quando comparados com atletas que se lesionaram. Esses achados podem servir como indicativo para pesquisas com maior número de participantes.

Palavras-chave: Futsal; Lesão Muscular; Carga de Trabalho.

ABSTRACT

Introduction: There are few studies on futsal injuries. It is not known which variables are associated with injury. In this study, the biomechanical characteristics and workloads of athletes with and without muscle injuries were compared. The behavior of biomechanical variables during a season was analyzed and a descriptive analysis of each lesion was performed.

Objective: To compare biomechanical and workload differences between futsal athletes with and without injury (with more than 7 days off)

Sample: 16 professional futsal athletes participated in the study.

Methods: Biomechanical evaluations were carried out at the beginning, middle and end of the season. Evaluation on the isokinetic dynamometer at the beginning and in the middle of the season. The subjective perception of effort was collected and multiplied by the training time. Then the total load, monotony, acute / chronic workload ratio and strain of the weeks were calculated.

Statistics: A t-test was performed to compare the averages between groups of athletes with and without injury. To compare the averages of clinical evaluations, in the three evaluations, ANOVA and the Fischer test were used as post hoc. ANOVA was also used to compare the workloads of the 4 weeks prior to the injury.

Results: There were 5 injuries with absences over 7 days. When comparing biomechanical assessments, a statistically significant difference was found between groups of athletes with and without injury for: dorsiflexion ROM, hip internal rotation, and asymmetry of single leg bridge test. No significant differences were found between the groups in either of the two assessments on the isokinetic dynamometer. There was no significant difference between groups for workload variables. In none of the two weeks prior to the injury, significant differences were found for workload data between the groups. In the analysis of the behavior of the biomechanical variables, there was a statistically significant difference in the tests: dorsiflexion ROM, hip internal rotation and single leg bridge between two assessments. For the isokinetic dynamometer variables, a statistically significant reduction was found in the work asymmetry of the knee flexors between assessments. When comparing the loads of the last 4 weeks before the injury, there was no significant difference between the workload values

between the weeks. The descriptive analysis showed that each injury had a different characteristic.

Discussion: There are differences between athletes with and without injury, mainly for hip and ankle mobility. High-performance athletes experience variations in performance over the course of a season; we must monitor changes in physical capabilities and variations in training individually. In addition, it is important to track more than one variable to monitor the athlete's current state.

Conclusion: Injuries are inherent to the sport, however there are some differences, mainly in mobility, between futsal athletes with and without injury. Athletes who were not injured had greater dorsiflexion ROM, greater hip IR and better performance on single leg bridge when compared with athletes who were injured. These findings can serve as an indication for research with a larger number of participants.

Keywords: Futsal; Muscle strain; Workload

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivos.....	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivo secundário	18
1.2. Hipóteses	18
2. MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.1. Cuidados éticos.....	19
2.2. Amostra.....	19
2.3. Delineamento.....	19
2.4. Instrumentos.....	22
2.4.1. Função dos Extensores do Quadril.....	22
2.4.2 Hop Test (Teste do salto horizontal)	22
2.4.3 Flexibilidade Dos Isquiotibiais.	23
2.4.4 Amplitude De Movimento De Dorsiflexão Do Tornozelo.....	23
2.4.5 Rigidez de Rotadores Externo do Quadril.....	23
2.4.6 Função Articulação Do Joelho Com Dinamômetro Isocinético.....	23
2.4.7 Percepções Subjetivas de Esforço.....	23
2.5. Análise Estatística.....	24
3. RESULTADOS	27
3.1 Amostra.....	27
3.2 Lesões.....	27
3.3 Comparação entre atletas lesionados e não lesionados.....	27
3.4 Comparação da carga de trabalho entre atletas com e sem lesão nas 2 semanas precedentes a lesão.....	31
3.5 Comportamento das variáveis biomecânicas.....	32
3.6 Análise da carga de trabalho entre as semanas dos atletas	36
3.7 Carga de trabalho descritiva.....	39
4. DISCUSSÃO	45
4.1 Comparação entre atletas lesionados e não lesionados.....	45
4.2 Comparação da carga de trabalho entre atletas com e sem lesão nas 2 semanas precedentes a lesão.....	49
4.3 Comportamento das variáveis biomecânicas.....	51
4.4 Análise da carga de trabalho entre as semanas dos atletas lesionados.....	54
4.5 Análise descritiva das lesões.....	54
4.6 Carga interna.....	58
4.7 Lesões musculares.....	59
4.8 Limitações.....	60
5. CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O futsal é uma das modalidades esportivas mais praticadas no mundo e vem crescendo anualmente seu número de participantes, apesar disso, existem poucos estudos sobre as lesões deste esporte, principalmente no alto rendimento (NASER; ALI; MACADAM, 2017). As competições organizadas pela FIFA (Federation Internationale de Football Association) são disputadas em uma quadra de 40x20 metros, em 2 tempos cronometrados de 20 minutos cada e são permitidas substituições ilimitadas o que mantém a intensidade do jogo alta durante todo o tempo. É um esporte caracterizado por múltiplos sprints, em maior quantidade que outros esportes coletivos como futebol, basquete ou handebol (BARBERO-ALVAREZ *et al.*, 2008; NASER; ALI; MACADAM, 2017) e com frequentes mudanças de direção, 1 a cada 3 segundos (DOGRAMACI; WATSFORD; MURPHY, 2011). Atletas de futsal percorrem mais de 50% da distância total em velocidades acima de 10km/h e alcança valores de 80% da frequência cardíaca máxima durante 80% do tempo de jogo, demonstrando a alta intensidade do esporte (BARBERO-ALVAREZ *et al.*, 2008). Devido à alta intensidade e outros fatores, espera-se que no futsal ocorram 2,7 vezes mais lesões no futsal quando comparado ao futebol segundo Schmikli (SCHMIKLI *et al.*, 2009).

Durante um jogo de futsal os atletas precisam desempenhar diversas funções como realizar passes, chutes, controlar a bola e correr em alta velocidade. Muitas destas funções exigem potência e capacidade de recuperação rápida (NASER; ALI; MACADAM, 2017).

Riaza (MARTINEZ-RIAZA *et al.*, 2016) apresentou dados epidemiológicos no futsal na Espanha e apontou que quase 70% das lesões ocorreram sem que houvesse contato físico. Foi demonstrado também que músculos, foram às estruturas mais frequentemente lesionadas, estando presente em 57% dos casos, semelhante ao futebol profissional. Outro estudo (ANGOORANI *et al.*, 2014) sobre incidência de lesões no futsal apontou 6.27 lesões por 1000 horas de jogo, sendo a maioria não traumática o que vai de acordo com o estudo de Riaza (2016).

Lesões musculoesqueléticas causam grande impacto no esporte e deixam atletas afastados de treinos e jogos causando prejuízos econômico e de desempenho para clubes e atletas (DRAWER; FULLER, 2002; DVORAK; JUNGE, 2000). No futebol profissional espera-se que a cada 1000 horas de exposição ocorram 8 lesões e que cada atleta apresente em média 2 lesões por temporada e um total de 50 lesões em

uma equipe(EKSTRAND, J.; HÄGGLUND; WALDÉN, 2011; LÓPEZ-VALENCIANO *et al.*, 2020). Estudos apontam um gasto financeiro de aproximadamente 30 bilhões de dólares com custos diretos para lesões no futebol, o que inclui tratamento, cirurgias e equipamentos(DVORAK; JUNGE, 2000). No futebol inglês, estima-se que as lesões gerem um custo direto de aproximadamente 70 milhões de dólares por ano e tenham relação direta com o desempenho da equipe, ou seja, quanto mais lesões pior o rendimento da equipe. Dessa forma, é provável que a equipe torne-se menos atrativa para receber patrocínios e diminui as chances de premiações em campeonatos o que aumenta mais ainda o custo indireto da lesão (DRAWER; FULLER, 2002).

O impacto da lesão, um conceito desenvolvido por Bahr (BAHR; CLARSEN; EKSTRAND, 2018), utiliza o valor arbitrário da incidência multiplicada pelo tempo médio de afastamento de cada tipo de lesão. Desta forma classificando as lesões quanto ao grau de impacto. O impacto é específico de cada esporte, idade e nível de profissionalismo(BAHR; CLARSEN; EKSTRAND, 2018). Por exemplo, na Liga Europeia de Futebol, foi constatado que lesões de ligamento cruzado de joelhos tem baixa incidência (0,1 por 1000 horas de exposição), mas tem alta severidade deixando o atleta afastado por um longo período (200 dias em média) e conseqüentemente causando um impacto alto. Por outro lado, estiramento muscular em Isquiossurais também apresentam um alto impacto, neste caso pela alta incidência (0,9 por 1000 horas de exposição) apesar da baixa severidade (afastamento de 20 dias em média) (EKSTRAND, J.; HÄGGLUND; WALDÉN, 2011; ROBERTSON; BARTLETT; GASTIN, 2017).

Devido ao alto impacto que as lesões têm no esporte, a prevenção delas torna-se necessária, podendo ser realizada de várias formas: uso obrigatório de equipamentos, mudanças nas regras do jogo, incentivo ao jogo limpo (*Fair play*), implantação de programas preventivos, melhor entendimento das causas das lesões, controle de carga e seleção de atletas melhores preparado são alguns exemplos.

Um dos primeiro autores a propor um método para prevenção de lesões esportivas foi Mechelen que propôs quatro passos para a prevenção (VAN MECHELEN; HLOBIL; KEMPER, 1992). O primeiro, identificar a severidade e a incidência das lesões no esporte que se deseja prevenir. O segundo passo, entender os mecanismos. Em seguida, elaborar um plano de ação com atividades preventivas e por último reavaliar a severidade e a incidência de lesões para confirmar a efetividade das ações preventivas. Apesar de ser uma boa forma de prevenção, essa

metodologia é incompleta. Um dos problemas é a análise linear onde um fator de risco é associado com um tipo de lesão, principalmente de fatores biomecânicos. Outra falha é não considerar a evolução da carga de trabalho nem as associações entre fatores de risco.

Os estiramentos musculares em Isquiotibiais, apesar de serem a lesão mais frequente no futebol profissional, ainda não possuem seus fatores de risco bem delimitados (MENDIGUCHIA; ALENTORN-GELI; BRUGHELLI, 2012). Por exemplo, Van Dyk (VAN DYK *et al.*, 2017) acompanhou 413 jogadores de futebol durante 2 temporadas e não encontrou diferença de altura, histórico de lesão e força muscular entre os grupos de atletas com e sem lesão. Uma das conclusões que se pode ter é que nenhum dos fatores analisados isoladamente podem ser considerados como fatores de risco para lesões musculares em Isquiossurais.

Atualmente o modelo de prevenção de lesões no contexto esportivo mais aceito é o da abordagem de diversos fatores na prevenção. Muitos estudos (BITTENCOURT *et al.*, 2016; COLES, 2018; GABBETT *et al.*, 2018; STERN; HEGEDUS; LAI, 2020) compactuam com o conceito complexo da interação entre variáveis para o surgimento das lesões. Ou seja, a lesão é causada por diversos fatores e suas interações. Fator biomecânicos e de carga de trabalho. Acredita-se que Esses fatores podem ser: psicológicos (EKSTRAND, JAN *et al.*, 2018), genéticos (DEL COSO *et al.*, 2019), hormonais (URBAN, 2011), sociais (COLES, 2018), baseados na variação e quantidade de carga (VERHAGEN; GABBETT, 2019), biomecânicos (RABIN; PORTNOY; KOZOL, 2016), de acordo com o histórico de lesão (GREEN *et al.*, 2020), força muscular (TIMMINS *et al.*, 2016), de acordo com as características dos atletas (COLES, 2018), dentre outros.

De acordo com a demanda do esporte que exige sprints repetidos, grande quantidade de mudança de direção, elevada quantidade de passes e chutes e alta capacidade aeróbica (NASER; ALI; MACADAM, 2017), acredita-se que as lesões no futsal ocorrem: pela carga de treino, desequilíbrios de forças entre lados, baixa mobilidade articular de quadril e tornozelo.

Partindo do pressuposto que lesões esportivas e condições de saúde em geral, são multifatoriais e determinadas pela interação entre fatores, o estudo da causalidade de uma condição de saúde não deve ser linear e sim, utilizar-se de uma abordagem de sistemas complexos (BITTENCOURT *et al.*, 2016; MENDIGUCHIA; ALENTORN-GELI; BRUGHELLI, 2012; MENNIN, 2010; TORO-PALACIO; OCHOA-JARAMILLO,

2012). Além disso, as variáveis estão conectadas de forma que cada ação de uma variável pode interferir na expressão de outra variável. Podendo, desta forma, exacerbar ou reduzir a influência de uma variável no desfecho (MENNIN, 2010).

Tal relação foi demonstrada no estudo de Timmins (TIMMINS *et al.*, 2016), no qual foi possível demonstrar que: Atletas com força excêntrica elevada, independente do histórico de lesão, tinham menor chance de se lesionar do que atletas sem histórico de lesão porém muito mais fracos. Além disso, quanto maior a força muscular, menor era a diferença do risco de lesão entre atletas com e sem histórico de lesão. Desta forma, a força muscular exerce uma ação protetora para atletas com histórico de lesão. Além dessa relação, o estudo mostrou também que existe um fator protetor em relação ao comprimento de fascículo, quanto maior o comprimento, menor a influência da idade na probabilidade de lesão. Foi possível demonstrar que a presença de um fascículo muscular mais longo e maior força excêntrica de flexores reduziam o risco de lesão em indivíduos mais velhos e com histórico de lesão demonstrando a interação entre os fatores de risco. Este estudo questiona a correlação linear entre idade e histórico de lesão com aumento do risco para estiramento muscular em Isquiotibiais, corroborando com outras pesquisas recentes (GREEN *et al.*, 2020; HÄGGLUND; WALDÉN; EKSTRAND, 2006) . É provável que a idade e o histórico de lesão interfiram no desfecho lesão, mas são influenciadas (protegidas ou exacerbadas) por outros fatores. A pesquisa de Timmins (2016) analisou a interação entre esses fatores relacionados a capacidade do atleta, porém, não foi analisado carga de trabalho.

Outro estudo recente de Rossi (ROSSI *et al.*, 2018), partiu da mesma premissa da interações entre fatores e utilizou a árvore de regressão e classificação para analisar a interação entre um grande número de variáveis de atletas de futebol. Para tentar prever quais estariam em maior risco de lesão durante a temporada, foram consideradas 55 variáveis, dentre estas, idade, histórico de lesões, distância total percorrida, distância percorrida em alta velocidade, número de acelerações. Foram calculados valores da relação agudo/crônico e monotonia¹ de algumas variáveis. Os resultados mostraram que duas interações melhor apontam os atletas em risco. A primeira foi: presença de lesão prévia associada com a média móvel ponderada da distância total percorrida em alta velocidade abaixo de 112 metros. A segunda

¹ Monotonia é definida como o resultado da carga de treino semanal dividido pelo desvio padrão da carga diária. (FOSTER, 1998)

interação foi: associação de lesão previa, com distância percorrida em alta velocidade acima de 112 metros e com monotonia da distância total abaixo de 1.78. As duas interações foram capazes de explicar 42% e 30% das lesões sem contato, respectivamente. Com esse estudo pode-se inferir que o histórico de lesão associado a alta demanda para percorrer grandes distâncias em altas velocidades estão relacionados com o aumento do risco de lesão. Também pode-se inferir que, o fator lesão progressiva isoladamente não é capaz de prever quais atletas estão em risco, mas quando associado a uma alta demanda pode aumentar o risco.

Partindo do pressuposto da complexidade das lesões musculoesqueléticas, Gabbett (GABBETT *et al.*, 2018) propôs que o entendimento sobre a capacidade do atleta é importante, isto é, a tolerância à carga. Histórico de lesão, força muscular, capacidade aeróbica e fatores biomecânicos são relevantes para determinar a tolerância a carga (capacidade) e conseqüentemente propor uma carga de treino adequada (demanda). Com a demanda aplicada dentro da capacidade do atleta, sendo respeitado o tempo de recuperação, este tende a aumentar sua tolerância a carga (capacidade), conseqüentemente melhorar seu desempenho e reduzir o risco de lesão. Gabbett chamou esse ciclo de causalidade circular, onde a carga de treino apropriada, leva ao aumento das qualidades físicas, reduzindo o risco de lesão.

Proposta que vai de acordo com o estudo de Pol (POL *et al.*, 2018) que defende que uma interação entre fatores são responsáveis para o surgimento de uma lesão muscular. Por exemplo, a ação excêntrica dos isquiotibiais na fase final de balanço durante a corrida não pode ser considerada a responsável por estiramento muscular sendo que essa ação ocorre milhares de vezes durante treinos e jogos sem estiramento. No estudo, Pol propõe, baseando-se na teoria dos sistemas dinâmicos, que: caso o sistema esteja equilibrado, uma força excêntrica durante a corrida não será capaz de gerar uma lesão, pois o sistema estará resistente a perturbações e voltará ao seu estado normal rapidamente. Em um sistema equilibrado, adaptações funcionais ocorrem de várias formas, por exemplo, alteração no recrutamento de fibras musculares. Por isso, é importante analisar diferentes capacidades do sistema musculoesquelético e identificar o elo fraco do sistema. O editorial de Cook (COOK, 2016) enfatiza a natureza dinâmica das lesões esportivas ressaltando a importância de fatores como força, equilíbrio e flexibilidade assim como a carga aplicada nesse atleta. Também seguindo essa mesma linha de interações entre fatores, Stern (STERN; HEGEDUS; LAI, 2020) inclui a mudança constante ao longo do tempo das

variáveis de força, potência e dano muscular. Além disso, demonstra que existem características dos atletas que podem mudar ao longo do dia ou semanas e serem determinísticas para o surgimento de uma lesão. Por exemplo se o atleta teve uma noite de sono ruim, está estressado/preocupado e/ou doente, mesmo recebendo uma carga “normal” de treino ele pode estar mais susceptível a uma injúria. Por isso, Stern preconiza o monitoramento constante do atleta tanto quanto à suas capacidades (qualidade do sono, recuperação, humor, força dentre outros) quanto à carga imposta para ele (carga interna, acúmulo de carga, monotonia dentre outros).

Carga de trabalho também é associada com lesões esportivas em diversos estudos (DREW; FINCH, 2016; JONES; GRIFFITHS; MELLALIEU, 2017). Carga de trabalho representa o estresse aplicado ao corpo pela atividade realizada. Engloba carga interna e externa, onde a interna é o esforço imposto ao organismo (percepção subjetiva de esforço, consumo de oxigênio e frequência cardíaca) e externa o estímulo aplicado ao atleta (distância percorrida e número de repetições) (FOSTER, 1998).

Na revisão sistemática de Jones (JONES; GRIFFITHS; MELLALIEU, 2017) foram analisados estudos longitudinais que encontraram alguma relação entre carga de treino e lesão. Os principais achados da revisão foram: (1) períodos de intensificação de carga como pré-temporada, aumento das competições e retorno ao esporte pós-lesão foram relacionados com o aumento do risco de lesão. (2) Aumentos acentuados (acima de 10%) na carga aguda, estão relacionados com aumento do risco de lesão. (3) Acúmulo de carga de treino a longo prazo, excesso de jogos e redução do tempo de férias tiveram relação com o aumento da incidência de lesão. (4) Parece existir um paradoxo sobre aumento/ quantidade de carga com aumento do risco de lesão, onde essa relação aparenta não ser linear. É provável que exista um ponto ótimo de carga específico de cada esporte e dependente do parâmetro mensurado. (5) Monotonia e *Strain*² parecem ser melhores preditores pois levam em conta variabilidade da carga ao longo da semana. (6) A relação agudo-crônica (A/C)³ foi relacionada ao surgimento de lesões, sendo que esta, também parece ter um ponto ótimo e não ser linear.

Em outra revisão sistemática (DREW; FINCH, 2016) sobre a correlação do aumento da carga de treino com aumento incidência de lesão em diferentes esportes,

² *Strain* é definido como monotonia x carga total semanal (FOSTER, 1998).

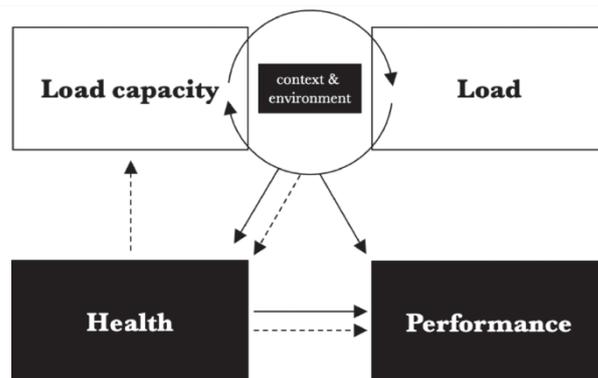
³ Definida como a relação entre a carga da semana atual (aguda) dividida pela média das cargas das últimas 4 semanas (crônica)(HULIN *et al.*, 2016).

avaliou 31 estudos, desses, 28 encontraram correlação positiva do aumento da carga de treino com aumento da incidência de lesões.

Diversos estudos utilizaram-se da relação A/C para demonstrar a correlações com lesões como demonstrou Andrade (ANDRADE *et al.*, 2020). Apesar de existirem diversas formas de calcular a relação A/C, é uma ferramenta capaz de indicar aumento do risco de lesão e é útil pois classifica a intensidade da carga de acordo com a capacidade atual do atleta. Valores da relação A/C entre 0.8 e 1.3 são recomendados como uma forma de reduzir o risco de lesão de atletas, sendo que valores de 1.5 podem aumentar entre 2 e 4 vezes o risco de lesão (DREW; FINCH, 2016; GABBETT, 2016; HULIN *et al.*, 2016). Ou seja, aumentos na carga aguda muito acima da capacidade atual do atleta elevam o risco para lesões.

Encontrar o equilíbrio ideal de carga de trabalho para cada atleta é tarefa árdua para a comissão técnica, ela envolve diversos fatores e por isso é um grande desafio para clubes esportivos. A carga de trabalho e a capacidade do atleta de suportar essa carga, assim como o equilíbrio entre eles, sofrem influência do contexto, do ambiente e são temporais (VERHAGEN; GABBETT, 2019). Atletas melhores preparados tanto no aspecto biomecânico, aeróbico e psicológico tem maior capacidade de suportar aumentos de carga sem se lesionarem (MALONE *et al.*, 2017; MØLLER *et al.*, 2017; VERHAGEN; GABBETT, 2019)

Figura 1- Modelo de capacidade e demanda



Fonte - Verhagen, 2019

Entretanto, determinar quais são os melhores indicadores para determinar a capacidade do atleta e quais os melhores parâmetros para analisar a carga imposta aos atletas ainda é uma barreira para a prevenção de lesões. A complexidade, adaptabilidade, relações entre fatores de risco e mudanças constantes do ser humano dificultam o processo.

Um estudo recente de Malone (MALONE *et al.*, 2019) mostrou que atletas mais fortes toleram melhor a variação de carga entre uma semana e outra, toleram mais carga em uma semana e valores mais elevados da relação agudo/crônico. Demonstrando assim que a força muscular pode exercer proteção para lesões e capacitar os atletas a suportar maior carga de treino, melhorando suas capacidades. Pois, como foi dito acima, sabemos que variações acentuadas da carga de treino aumentam o risco de lesão para atletas. Portanto, a análise biomecânica e controle da carga de trabalho, devem ser realizadas em conjunto (MALONE *et al.*, 2017; WINDT *et al.*, 2017).

Assim como constatou Bahr (BAHR, 2016), é provável que nunca encontraremos um teste que seja capaz de identificar atleta com risco de lesão. O tipo de análise realizada, a necessidade de alto número de desfechos, a natureza complexa das lesões, a variação contextual de equipes esportivas e diferenças entre atletas dificultam o processo. Entretanto, não podemos descartar algumas associações e avaliações clínicas podem trazer informações importantes sobre o risco de lesões. Melhorar a qualidade dos testes, a metodologia dos trabalhos e aumentar o número de participantes das pesquisas pode melhorar a qualidade das respostas acerca dos riscos de cada atleta (VERHAGEN *et al.*, 2018)

Novas técnicas estatísticas que analisam os fatores determinantes para o surgimento de uma lesão de uma forma mais holística estão sendo cada vez mais utilizadas no esporte. Em uma revisão sistemática (CLAUDINO *et al.*, 2019) sobre uso atual de inteligência artificial (AI) para análise do risco de lesão e predição de performance no esporte foram encontrados 19 artigos que utilizaram alguma forma de AI.

Devido à incerteza de quais variáveis interferem para o surgimento de lesões, principalmente no futsal, neste estudo decidimos analisar as diferenças entre atletas com e sem lesão. Para isso foi realizado uma comparação das capacidades biomecânicas e das demandas de carga de trabalho dos atletas com e sem lesões musculares em membros inferiores. Também foi analisado o comportamento das variáveis biomecânicas durante uma temporada e foi realizado uma análise descritiva de cada lesão ocorrida na temporada.

Foi realizado um estudo retrospectivo no banco de dados de equipe da elite do futsal, a qual treinou diariamente e disputou os principais campeonatos. Durante a

temporada analisada a equipe disputou 48 jogos, participou de 185 sessões de treino e 74 dias de folga.

Análise de fatores genéticos, psicológicos, socioeconômicos e de recuperação fisiológica estão fora do escopo deste estudo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo do estudo é analisar as diferenças de variáveis biomecânicas e da carga de trabalho entre atletas de futsal que sofreram e que não sofreram lesão muscular sem contato durante uma temporada.

1.1.2 Objetivo secundário

Objetivos secundários: verificar o comportamento de variáveis biomecânicas de atletas de futsal durante uma temporada competitiva.

1.2 Hipótese

H1. Existem diferenças nos valores das variáveis biomecânicas e na carga de trabalho entre atletas lesionados e não lesionados.

H0. Não existem diferenças nos valores das variáveis biomecânicas e na carga de trabalho entre atletas lesionados e não lesionados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Cuidados éticos

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e teve a anuência da instituição copartícipe Minas Tênis Clube. Todos os procedimentos utilizados respeitarão as normas estabelecidas na Resolução 466 do Conselho Nacional de Saúde (2012) acerca de pesquisas científicas envolvendo seres humanos. CAAE: 25764719.3.0000.5149

Todos os sujeitos da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aceitando participar da pesquisa e afirmando estar cientes dos riscos.

Foram utilizados dados coletados pela equipe de profissionais da saúde do clube os quais serão cedidos aos pesquisadores e somente esses tiveram acesso aos dados. O clube autorizou o acesso ao banco de dados após assinatura do termo de compromisso de utilização dos dados pelos pesquisadores os quais se comprometeram a manter os dados em sigilo e utiliza-los somente para esta pesquisa.

Os atletas tiveram suporte dos profissionais da área de saúde do clube durante todo o processo de coleta de dados e durante toda a temporada analisada.

2.2 Amostra

Participaram do estudo 16 atletas de uma equipe profissional de futsal, da cidade de Belo Horizonte. Foram selecionados atletas que permaneceram na equipe durante toda temporada, não estavam lesionados no início da pesquisa e treinaram diariamente com a equipe adulta (profissional).

Foram excluídos os atletas que deixaram o clube durante a temporada e os atletas que estavam lesionados no início da pesquisa.

Inicialmente foram selecionados 20 atletas. 1 atleta foi excluído por estar lesionado no início da pesquisa e 4 foram excluídos da pesquisa por deixaram o clube durante a pesquisa.

A amostra consiste de atletas de uma equipe de elite do futsal brasileiro sendo de difícil acesso. Os atletas foram acompanhados durante 1 temporada, de janeiro à novembro de 2019.

2.3 Delineamento

Os atletas passaram por avaliação inicial, onde foram registrados dados relativos a: estatura, massa, idade e posição de jogo. Em seguida os atletas foram

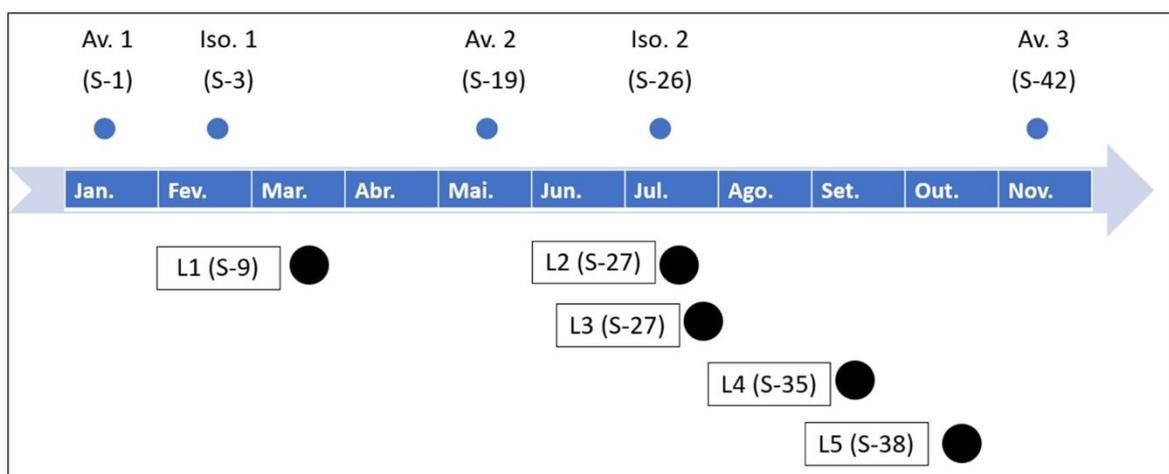
submetidos aos testes clínicos sob supervisão do fisioterapeuta da equipe, os testes clínicos fazem parte do processo de avaliação normal da pré-temporada da equipe. Os testes clínicos realizados foram: flexibilidade de Isquiossurais, amplitude de movimento (ADM) de dorsiflexão do tornozelo, função dos extensores do quadril, teste do salto horizontal (*hop test*), ADM de rotação interna do quadril (RI) e avaliação no dinamômetro isocinético do trabalho extensores e flexores do joelho.

As avaliações foram coletadas por um avaliador capacitado, com 9 anos de formado, 3 anos trabalhando com futsal, pós graduação em fisioterapia esportiva.

Estes testes clínicos foram selecionados por existirem correlações com lesões em outras pesquisas (AMARAL *et al.*, 2014; FRECKLETON; COOK; PIZZARI, 2014), devido a facilidade de aplicação, baixo custo operacional, disponibilidade de equipamentos, facilidade de interpretação, reprodutibilidade, serem parte da rotina da equipe e pela expertise dos profissionais.

Os testes clínicos foram realizados no início da temporada (semana 1), ao longo da primeira semana de treinamento. Foram repetidos na metade da temporada (semana 19) e ao final da temporada (semana 42). Os testes no dinamômetro isocinético foram realizados na semana 3 e repetidos na semana 26 como demonstrados na figura 2. A temporada teve a duração de 43 semanas. Foi definido o início da semana sendo a segunda-feira e o final da semana domingo por ser coerente com a dinâmica da equipe.

Figura 2 - Linha do tempo



Durante os treinos em quadra foram coletados dados relativos à carga interna dos treinos realizados. A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi coletada de cada atleta em aproximadamente 10 minutos após o término da sessão de treino, utilizou-

se a tabela desenvolvida por Foster (FOSTER *et al.*, 2001). Também foi registrado o tempo de treino de cada atleta em cada sessão. Em seguida foi realizada a tabulação e calculado a carga interna de treino, multiplicando o valor da PSE pelo tempo de treino (em minutos) de cada atleta. Os atletas responderam a PSE, em média, 80% das sessões de treino. Após tabulação, os valores da relação de carga aguda e crônica, monotonia e *strain* foram calculados.

A relação carga aguda e carga crônica de cada atleta foi calculada pela média móvel das últimas 4 semanas divididos pela carga da semana atual (ex: Carga de trabalho total da semana 5 dividido Média da carga de trabalho total das semanas 1,2,3 e 4).

A monotonia de cada atleta foi calculada dividindo-se a média da carga de trabalho da semana pelo desvio padrão da semana. O *strain* foi calculado multiplicando-se a monotonia pelo total da carga de trabalho durante a semana.

A carga de trabalho dos jogos foi calculada multiplicando-se o tempo de jogo (tempo de permanência em quadra) de cada atleta por 10.

Também foi calculado a carga total de treino que representa o somatório da carga de treino ao longo da temporada de cada atleta. Da mesma forma, foi calculado a carga total de jogos de cada atleta. A carga de trabalho total é o somatório da carga total de treino com a carga total de jogos. Também calculou-se a média de carga semanal, média de carga diária, média da monotonia e a média da relação A/C.

As lesões foram classificadas clinicamente pela equipe de profissionais da saúde do clube, composta por fisioterapeutas especialistas em fisioterapia esportiva e médico ortopedista. Em algumas delas foram solicitados exames de ressonância magnética, mas não em todas, de acordo com a prática da equipe.

Foi utilizada a definição de lesão recomendada pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) (BAHR *et al.*, 2020) : Qualquer queixa musculoesquelética ocorrida recentemente devido à competição e/ou treino que recebeu atendimento de um profissional da área da saúde. Sem importar se gerou afastamento de treinos e competições. Todas as lesões ocorridas na temporada foram registradas com informações relativas ao local acometido, estrutura lesionada, se a lesão foi aguda ou crônica, se houve contato ou não, se houve afastamento ou não e o tempo de afastamento.

Como o objetivo do presente estudo foi investigar o impacto das lesões musculares, selecionamos analisar somente lesões musculares que geraram

afastamento acima de 7 dias, sendo consideradas moderada ou grave. Essas lesões causam maior impacto na equipe e no atleta, pois podem causar destreino e perda de desempenho pela equipe.

O tempo de afastamento foi considerado o primeiro dia em que o atleta não participou de uma sessão de treino até o dia em que o atleta foi capaz de participar parcialmente de treino e/ou jogos. Essa classificação é ligeiramente diferente da recomendada pelo COI “primeiro dia de afastamento até o primeiro dia de participação completa”, pois no futsal, existem momentos durante o jogo em que a participação parcial do atleta é relevante e exigem menos esforço físico do atleta. Como as substituições são ilimitadas a participação parcial do atleta é relevante e comum.

2.4 Instrumentos

Os testes clínicos foram realizados dentro das dependências da equipe, por fisioterapeutas capacitados e com suporte ao atleta pela equipe da saúde do clube. Em todos os testes clínicos o lado dominante foi testado primeiro e em sequência o lado contralateral. Após todos os resultados foi calculado o coeficiente de variação (CV) de cada atleta nas 3 avaliações, em seguida calculado a média dos CV para cada teste.

2.4.1 Função dos Extensores do Quadril

Foi utilizado o método descrito por Freckleton (FRECKLETON; COOK; PIZZARI, 2014). Com o atleta em decúbito dorsal, o pé apoiado em um suporte de 60 cm de altura e os joelhos com flexão de 20° iniciava-se o teste. O atleta deveria elevar o quadril, mantendo a flexão de joelho e sem movimentar a perna contralateral, registrava-se o máximo de repetições realizadas em uma tentativa. Valor de referência: 30 repetições.

2.4.2 Hop Test (Teste do salto horizontal)

O teste foi realizado com o atleta orientado a saltar a maior distância possível com apenas um membro, tanto na decolagem quanto na aterrissagem. Foram realizados 2 saltos para aquecimento e familiarização seguidos de 3 saltos válidos. Foi calculada a média aritmética dos 3 saltos para cada lado. Teste validado por Mani (MANI *et al.*, 2017). Na aterrissagem somente foi registrado os valores onde o atleta aterrissava sem salto extra e sem encostar outro membro no chão, mantendo o equilíbrio por 2 segundos. Em seguida foi calculado a média aritmética das 3 medidas. Valor de referência: assimetria menor que 10%.

2.4.3 Flexibilidade Dos Isquiotibiais

Foi medida com o atleta em decúbito dorsal, quadril fletido à 90°. O avaliador realizava a extensão do joelho até sentir a primeira resistência dos flexores do joelho, neste momento era colocado o inclinômetro na tíbia 15 cm abaixo da tuberosidade da Tíbia e registrado o ângulo indicado no inclinômetro, método descrito por Reurink (REURINK *et al.*, 2013). Este método foi considerado com boa validade e boa confiabilidade para medir comprimento dos Isquiossurais (DAVIS *et al.*, 2008).

2.4.4 Amplitude De Movimento De Dorsiflexão Do Tornozelo

O teste iniciava-se com o atleta em ortostatismo, de frente para uma parede com a perna a ser avaliada posicionada à frente da contralateral. O atleta deveria realizar uma flexão de joelho máxima de modo que o calcanhar não se elevasse do chão e a patela encostasse na parede. Neste momento, com um inclinômetro posicionado 15cm abaixo da tuberosidade da Tíbia, era mensurada a inclinação da tíbia, teste descrito por Bennel (BENNEL, KIM L *et al.*, 1998). Valor de referência: abaixo de 45°.

2.4.5 Amplitude de movimento de Rotação Interna do (RI)

Com o atleta em decúbito ventral realizava-se a flexão passiva do joelho e a rotação interna do quadril. Após encontrar o ponto de rigidez passiva, em que o membro fique estável, media-se o ângulo em que se encontra a tíbia em relação a linha normal, teste validado por (CARVALHAIS *et al.*, 2011). Valor de referência: entre 30° e 40°. Quanto maior o valor menor a rigidez.

2.4.6 Função Articulação Do Joelho Com Dinamômetro Isocinético

O teste foi realizado na velocidade de 60°/segundo com o Dinamômetro isocinético Biodex V4.0. Antes do teste foi realizado aquecimento em bicicleta ergométrica por 5 minutos. Foram utilizadas as variáveis de trabalho máximo em uma repetição, assimetria entre lados de trabalho máximo em uma repetição e relação do trabalho entre extensores e flexores do joelho. Essas variáveis, segundo Amaral (AMARAL *et al.*, 2014) são as que melhor representam a capacidade de geração de torque da articulação avaliada. Valores de referência: Relação flexores/extensores de joelho = 60% e assimetrias abaixo de 10%.

2.4.7 Percepções Subjetivas de Esforço

Foram coletadas as percepções subjetivas de esforço (PSE) utilizando-se da escala de Borg adaptada. Todos atletas foram orientados sobre a escala e como responder corretamente. Os dados foram coletados em aproximadamente 10 minutos

após o término do treino em quadra. Em seguida os dados foram tabulados e multiplicados pelo tempo de treino de cada atleta. Em seguida foi calculado a monotonia, strain e relação A/C de cada semana.

2.5 Análise Estatística

Foi utilizado o software Microsoft Excel (Office 2016) para calcular tempo de afastamento, média e moda do tempo de afastamento. O mesmo programa foi utilizado para a tabulação da carga interna e cálculos derivados dessa variável. Para o cálculo da carga da semana foi somado o valor da carga diária de segunda até domingo. A carga diária foi calculada multiplicando o tempo de treino pelo PSE. Exceto em jogos que foi calculada multiplicando o tempo de jogo por 10. A monotonia foi calculada dividindo a carga total da semana pelo desvio padrão da semana em análise. Já o Strain, foi calculado multiplicando a monotonia pela carga total da semana. A relação A/C foi calculada dividindo a carga da semana pela média da carga das últimas 4 semanas.

Para a análise comparativa entre os grupos lesionados e não lesionados, verificou-se a distribuição, de cada variável clínica estudada, era normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Com as variáveis que apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$) foi feito o teste T de Student para variáveis independentes comparando os dois grupos. Para as variáveis que não apresentaram distribuição normal ($p < 0,05$), foi feito o teste não paramétrico correspondente, Mann-Whitney (Não apresentaram distribuição normal: Na avaliação 1: flexibilidade de Isquiossurais lado dominante, assimetria de flexibilidade de Isquiossurais, ADM de dorsiflexão lado dominante, assimetria de ADM de dorsiflexão, *hop test* lado não dominante, assimetria *hop test*, função de extensores do quadril lado não dominante; Na avaliação 2: assimetria de flexão de Isquiossurais, assimetria no *hop test*, Na avaliação 3: assimetria de flexão de Isquiossurais e RI lado não dominante).

Na análise comparativa com os dados da avaliação no dinamômetro isocinético entre os dois grupos, foi realizado o teste t de Student para todas variáveis, exceto relação Flexão/extensão no lado não dominante na primeira avaliação e Assimetria do trabalho máximo em uma repetição de flexão na segunda avaliação. Essas duas variáveis não apresentaram distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e conseqüentemente foi realizado o teste não paramétrico correspondente Mann-Whitney.

Na análise comparativa, entre o grupo dos atletas com e sem lesão, dos dados derivados da carga de trabalho, foi realizado o teste t de Student para monotonia média, carga total de treino e carga total de jogos. As outras variáveis não apresentaram distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e conseqüentemente foi realizado o teste não paramétrico correspondente Mann-Whitney. Nesta análise comparativa, a média de carga semanal representa a média de todas as semanas da temporada, da mesma forma a média de carga diária representa a média de todos os dias da temporada (incluindo folgas). A monotonia e relação A/C médias também representam as médias durante todas as semanas da temporada. A carga de treino total é a soma da carga total de jogos com a carga total de treinos.

Foi realizado o teste t de Student para analisar as diferenças na carga de trabalho nas semanas anteriores dos atletas lesionados e não lesionados. Na primeira semana anterior a lesão, nenhuma das variáveis apresentou distribuição normal, pelo teste de Shapiro-Wilk, portanto, utilizou-se o teste não paramétrico correspondente (Mann-Whitney) para comparar as médias. Na segunda semana a monotonia e a relação A/C não apresentaram distribuição normal, pelo teste de Shapiro-Wilk, por isso, foi realizado o teste não paramétrico correspondente (Mann-Whitney). Para carga da semana e strain na segunda semana foi realizado o teste T de Student.

Foi realizado a ANOVA de uma via para medidas repetidas para analisar o comportamento das variáveis clínicas nas 3 avaliações. Foi utilizado o teste de Fischer (diferença mínima significativa) como post hoc para análise par a par. Com esse teste foi possível detectar variações dos valores dos testes de todo grupo ao longo da temporada. O coeficiente de variação foi calculado dividindo o desvio padrão das 3 avaliações, pela média das 3 avaliações e multiplicando por 100. Utilizou-se o Microsoft Excel (Office 2016) para o cálculo do CV.

Também foi realizado a análise para comparar o comportamento das variáveis derivadas do dinamômetro isocinético para nas duas avaliações no dinamômetro isocinético, utilizou-se do teste t de Student.

Foi realizado a análise da carga de trabalho entre as semanas precedentes a lesão dos atletas lesionados. Comparou-se a média de carga da semana, monotonia, strain e relação A/C dos atletas lesionados entre as 4 semanas precedentes às lesões. Para essa análise utilizou-se o teste ANOVA de medidas repetidas. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Apenas a

variável relação A/C não apresentou esfericidade e para isso foi utilizado a correção de Greenhouse Geisser.

Os valores de carga de trabalho de cada semana foram agrupados em 4 grupos referentes ao tempo anterior as lesões. O grupo Semana 1 contém os valores médios de carga de trabalho (carga da semana, monotonia, *strain* e relação A/C) das primeiras semanas antes de cada lesão. O grupo Semana 2 contém os valores médios de carga das segundas semanas antes de cada lesões e assim por diante até a semana 4. As amostras apresentaram distribuição normal.

Foi utilizado o software SPSS V.20 para verificar a normalidade das variáveis, e comparar as médias pela ANOVA e os testes t.

3 RESULTADOS

3.1 Amostra

Os atletas participantes da pesquisa tinham idade entre de 18 a 28 anos (média: 21,56 anos; DP: 3,16; mediana 20,5). Estatura entre 1,65 e 1,91 metros (média:1,77; DP:0,06; mediana:1,77). Massa corporal entre 68 e 93 quilogramas (média:76,19; DP: 6,98; mediana: 74,5); Índice de massa corporal entre 21,46 a 29,35 (média: 21,56; DP: 3,16; mediana: 20,5). Percentual de gordura entre 4,1 e 17,8 (média: 8,13; DP: 3,28; mediana: 7,75).

3.2 Lesões

Foram registradas 54 lesões durante toda temporada. Entretanto, o objetivo do estudo é investigar lesões musculares, em membros inferiores, sem contato e consideradas moderadas e graves (acima de 7 dias de afastamento). Ocorreram um total de 18 lesões musculares sendo que 5 foram graves ou moderadas. Essas 5 lesões geraram tempo de afastamento médio de 12,4 dias, mediana 9 dias, e desvio padrão 6,47 (7; 9; 9; 14 e 23 dias). Estas 5 lesões ocorreram em 4 atletas ao longo desta temporada como mostra a linha do tempo na figura 2. Essas 5 lesões serão abordadas em detalhes neste trabalho.

Lesões musculares foram responsáveis por 47,37% da incidência de lesões nesta equipe. Foi a estrutura lesionada que causou o segundo maior tempo de afastamento total (123 dias) e a que teve segundo maior impacto (incidência absoluta multiplicada tempo de afastamento médio = 117 u.a.).

3.3 Comparação entre atletas lesionados e não lesionados

Os atletas foram divididos em dois grupos, lesão e sem lesão. Foram considerados lesões musculares, em membros inferiores, sem contato, com afastamento acima de 7 dias. Foram alocados no grupo lesão 4 atletas, e no grupo não lesão 12. Os dados das avaliações clínicas, isocinéticas e de carga de trabalho estão resumidos nas tabelas 1, 2 e 3. Os dados clínicos foram coletados em três avaliações, os dados relativos ao dinamômetro isocinético em duas avaliações e os dados de carga interna ao longo de toda a temporada. Os resultados estão resumidos na tabela 1. Na comparação das médias entre os grupos de atletas com e sem lesão foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre: ADM de dorsiflexão, RI do quadril no lado dominante, assimetria de RI do quadril e assimetria de função dos extensores do quadril em alguma das 3 avaliações.

Atletas que se não se lesionaram apresentaram valores médio maiores de RI do quadril no lado dominante quando comparados à atletas que se lesionaram. Na avaliação 1: Sem lesão: 37,92 (7,38), Lesão 26 (13,37); $p= 0,038$. Na avaliação 2: Sem lesão: 39,13 (5,25), Lesão 28,00 (11,66); $p= 0,041$. Maiores valores de RI do quadril representam menor rigidez e maior mobilidade do quadril.

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as médias das assimetrias entre lados de RI do quadril na avaliação 3. O grupo de atletas sem lesão apresentou menor assimetria que o grupo de atletas com lesão (Lesão: 4,50 (1,91), sem lesão: 2,18 (1,72); $p= 0,043$). Quanto menor a assimetria, mais similar é a RI do quadril entre os lados.

Foram encontradas diferenças, estatisticamente significativas, entre o grupo dos atletas lesionados e o grupo dos atletas não lesionados para a variável ADM de dorsiflexão no lado não dominante na avaliação 2. Nesta avaliação, os atletas do grupo sem lesão, apresentaram valores médio maiores quando comparado com os atletas do grupo com lesão (lesão: 39,25 (3,86), sem lesão: 45,00 (3,42); $p= 0,025$). Os atletas que não sofreram lesão ao longo da temporada apresentaram maior mobilidade articular do tornozelo.

Na terceira avaliação, houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos para assimetria entre lados de função dos extensores do quadril. O grupo sem lesão apresentou valor médio menor que o grupo com lesão (Sem lesão: 7,55 (6,04), Lesão: 21,25 (14,36); $p= 0,018$).

A tabela 1 resume os valores médio das três avaliações de cada grupo, seus respectivos desvios padrões e a significância.

Tabela 1 – Comparação das variáveis clínicas

Variáveis Clínica	Grupo	Média Av1 (dp)	p (Av1)	Média Av2 (dp)	p (Av2)	Média Av2 (dp)	p (Av3)
Flex de Isq D	lesão	158,00 (7,26)	0,492	161,25 (9,46)	0,953	155,00 (8,16)	0,448
	sem lesão	161,67 (8,88)		161,50 (5,26)		159,09 (9,17)	
Flex de Isq ND	lesão	158,75 (13,77)	0,633	158,25 (11,79)	0,449	157,50 (6,45)	0,962
	sem lesão	161,83 (10,02)		162,25 (6,23)		157,27 (8,47)	
Assimetria de Flexão	lesão	6,75 (5,68)	0,484	3,00 (2,45)	0,395	2,50 (2,89)	0,556
	sem lesão	3,92 (2,43)		1,88 (2,59)		3,64 (3,23)	
ADM Dorsi D	lesão	37,25 (5,91)	0,084	40,00 (5,72)	0,359	38,25 (7,89)	0,193

	sem lesão	43,92 (4,50)		43,00 (4,81)		42,18 (3,54)	
ADM Dorsi ND*	lesão	38,00 (5,35)	0,157	39,25 (3,86)	0,025*	37,25 (7,80)	0,262
	sem lesão	42,58 (5,30)		45,00 (3,42)		42,64 (2,50)	
Assimetria Dorsiflexão	lesão	0,75 (0,96)	0,408	2,25 (1,50)	0,189	4,50 (1,91)	0,54
	sem lesão	1,83 (1,99)		3,75 (1,83)		2,45 (1,57)	
RI D*	lesão	26,00 (13,37)	0,038*	28,00 (11,66)	0,041*	38,25 (7,89)	0,182
	sem lesão	37,92 (7,38)		39,13 (5,25)		42,45 (3,91)	
RI ND	lesão	26,25 (11,24)	0,066	29,75 (10,53)	0,177	37,25 (7,80)	0,233
	sem lesão	35,08 (6,37)		36,50 (5,90)		42,27 (3,07)	
Assimetria RI*	lesão	3,75 (3,20)	0,538	5,75 (2,87)	0,276	4,50 (1,91)	0,043*
	sem lesão	4,73 (2,45)		3,63 (3,07)		2,18 (1,72)	
Hop D	lesão	177,75 (19,67)	0,711	191,67 (18,88)	0,862	185,00 (20,35)	0,281
	sem lesão	181,67 (17,41)		189,88 (13,40)		193,82 (10,50)	
Hop ND	lesão	185,25 (15,65)	0,671	189,00 (14,53)	0,889	181,50 (17,33)	0,102
	sem lesão	181,08 (23,82)		190,63 (17,22)		195,09 (11,71)	
Assimetria Hop	lesão	5,00 (4,55)	1	2,67 (0,58)	0,752	4,50 (5,20)	0,509
	sem lesão	5,50 (7,28)		2,63 (2,39)		2,55 (1,44)	
Função dos Extensores do Quadril D	lesão	28,75 (17,23)	0,872	34,25 (14,45)	0,180	30,00 (10,83)	0,122
	sem lesão	29,92 (10,61)		26,29 (3,15)		36,82 (5,44)	
Função dos extensores do Quadril ND	lesão	28,00 (16,08)	0,671	29,75 (10,66)	0,437	39,25 (16,64)	0,619
	sem lesão	26,58 (8,75)		26,00 (4,93)		36,27 (6,84)	
Assimetria de Função dos extensores do Quadril*	lesão	11,00 (6,68)	0,57	17,00 (6,53)	0,620	21,25 (14,36)	0,018*
	sem lesão	14,50 (11,23)		7,43 (7,46)		7,55 (6,04)	

* Diferença estatisticamente significativa. D= dominante. ND= não dominante. Isq= Isquiossurais. Dorsi= dorsiflexão.

Nas análises comparativas dos dados derivados da avaliação no dinamômetro isocinético, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos com e sem lesão em nenhuma das duas avaliações. A tabela 2 resume os valores médios, com seus respectivos desvios padrão e a significância.

Tabela 2 – Comparação das variáveis do dinamômetro isocinético

Variáveis Isocinético	Grupo	Média Av1 (dp)	p	Média Av2 (dp)	p
Relação Flex/Ext D	lesão	60,23 (13,89)	0,732	50,57 (8,49)	0,252
	sem lesão	57,52 (7,21)		59,99 (12,08)	
Relação Flex/Ext ND	lesão	55,33 (4,20)	0,479	59,77 (8,98)	0,967
	sem lesão	59,69 (19,65)		59,33 (8,98)	
TrabMax1Rep – Ext D	lesão	260,10 (25,72)	0,671	282,90 (19,31)	0,765
	sem lesão	277,56 (63,54)		269,53 (71,99)	
TrabMax1Rep - Ext ND	Lesão	297,85 (30,27)	0,711	271,57 (11,17)	0,932
	sem lesão	282,61 (76,35)		269,63 (59,24)	
Assimetria TrabMax1Rep - Ext	lesão	16,90 (10,40)	0,136	7,73 (5,66)	0,339
	sem lesão	8,92 (7,67)		17,72 (16,28)	
TrabMax1Rep – Flex D	lesão	172,58 (9,87)	0,984	168,07 (8,43)	0,971
	sem lesão	172,85 (25,65)		168,53 (32,08)	
TrabMax1Rep – Flex ND	lesão	188,08 (10,15)	0,623	179,97 (13,37)	0,635
	sem lesão	180,18 (29,96)		171,08 (29,43)	
Assimetria TrabMax1Rep - Flex	lesão	8,93 (2,89)	0,056	6,60 (2,42)	0,474
	sem lesão	15,52(8,74)		11,57 (10,29)	

Flex/ext= Flexores/extensores do joelho. TrabMax1Rep = trabalho máximo em uma repetição. Flex= flexores do joelho. Ext= extensores do joelho. D= dominante. ND= não dominante

Foi realizado a análise comparativa entre os dois grupos para variáveis derivadas da carga de trabalho. Foi calculado a média anual de: carga interna semanal, carga interna diária, monotonia e relação A/C de cada atleta. Também foi calculado o somatório anual de: carga interna de treinos, carga interna de jogos e carga interna total de todos atletas. Em seguida foram comparados os dados dos dois grupos. Não houve diferença significativa entre os grupos para nenhuma variável derivada da carga de trabalho, como resumido na tabela 3

Tabela 3 – Comparação das variáveis da carga de trabalho

Variável	Grupo	Média (dp)	p
Média da carga semanal	lesão	1090,15 (38,13)	0,115
	sem lesão	924,24 (179,25)	
Média da carga diária	lesão	155,79 (5,41)	0,115
	sem lesão	132,06 (25,57)	

Monotonia média	lesão	1,01 (0,02)	0,102
	sem lesão	0,92 (0,17)	
Relação A/C média	lesão	1,05 (0,02)	0,584
	sem lesão	1,14 (0,23)	
Carga total de treino	lesão	42104,00 (2471,13)	0,064
	sem lesão	35634,67 (6159,36)	
Carga Total de Jogo	lesão	4772,50 (883,61)	0,627
	sem lesão	4136,67 (2456,25)	
Carga total	lesão	46876,50 (16,39)	0,115
	sem lesão	39771,33 (7751,80)	

3.4 Comparação da carga de trabalho entre atletas com e sem lesão nas 2 semanas precedentes a lesão.

Foi realizado a comparação entre as médias das variáveis da carga de trabalho na primeira e segunda semanas anteriores às 5 lesões. Comparou-se as médias de carga da semana, monotonia, strain e relação agudo crônico dos atletas que sofreram a lesão e a média dos outros atletas que não sofreram lesão nestas semanas. Ou seja, o grupo lesão, na 1ª semana antes da lesão, contém os dados das 5 lesões. Já o grupo não lesão, na 1ª semana anterior, contém os dados dos outros atletas que treinaram/jogaram e não sofreram lesão. O mesmo processo se repete para os grupos lesão e sem lesão na 2ª semana anterior. O objetivo dessa análise era comparar se houve diferença, em alguma variável derivada da carga de trabalho, entre os atletas que sofreram lesão e os outros que não sofreram. Os dados estão resumidos nas tabelas 4 e 5.

Em nenhuma das duas semanas analisadas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na média de carga da semana, monotonia, strain e relação A/C entre os atletas com e sem lesão. Entretanto houve uma diferença clinicamente significativa na primeira semana anterior a lesão para as 4 variáveis analisadas, onde o grupo de atletas com lesão obteve valores médios maiores que os atletas sem lesão. Entretanto o tamanho de efeito, calculado pelo *d* de Cohen, foi pequeno (Carga da semana $d = 0,36$; Strain $d = 0,14$; Monotonia $d = 0,24$; Relação A/C $d = 0,07$). Já na segunda semana anterior a lesão ocorreu o oposto, o grupo de atletas sem lesão obteve valores médios maiores que o grupo com lesão. Entretanto o

tamanho de efeito, calculado pelo d de Cohen, também foi pequeno (Carga da semana $d= 0,27$; Strain $d= 0,34$; Monotonia $d= 0,34$; Relação A/C $d= 0,27$).

Tabela 4 – Primeira semana antes da lesão

Variável	Grupo	Média (dp)	p	Tamanho do efeito
Carga da semana	lesão	1086,00 (555,41)	0,438	0,36
	sem lesão	881,60 (569,21)		
Strain	lesão	1533,37 (1089,49)	0,531	0,14
	sem lesão	1361,22 (1332,88)		
Monotonia	lesão	1,28 (0,40)	0,479	0,24
	sem lesão	1,16 (0,60)		
Relação A/C	lesão	1,39 (0,97)	0,978	0,07
	sem lesão	1,31 (1,30)		

Tabela 5 – Segunda semana antes da lesão

Variável	Grupo	Média (dp)	p	Tamanho do efeito
Carga da semana	lesão	913,60 (286,38)	0,587	0,27
	sem lesão	995,56 (323,80)		
Strain	lesão	924,72 (520,56)	0,435	0,34
	sem lesão	1091,59 (449,51)		
Monotonia	lesão	0,96 (0,39)	0,359	0,34
	sem lesão	1,07 (0,25)		
Relação A/C	lesão	1,22 (0,56)	0,758	0,27
	sem lesão	1,47 (1,18)		

3.5 Comportamento das variáveis biomecânicas

Os resultados da ANOVA comparando os as médias dos testes clínicos, nas diferentes avaliações ao longo da temporada, mostraram que na maioria deles não houve alteração significativa entre os momentos. Os testes: (1) ADM de dorsiflexão no lado não dominante, (2) RI do quadril em ambos os lados e (3) função de

extensores do quadril do lado dominante tiveram diferenças significativas entre as avaliações como descrito na tabela 1.

Houve uma redução significativa da média da ADM de dorsiflexão entre a segunda e terceira avaliação, saindo de 42,31° (5,07) para 40,15° (5,72) ($p= 0,043$). O CV médio entre os 3 momentos foi de 5,92 no lado dominante e 6,16 no lado não dominante.

No teste de RI houve redução significativa entre a segunda e terceira avaliações, e entre a primeira e terceira avaliações em ambos os lados. No lado dominante, a rigidez foi de 33,85° (11,06) na primeira avaliação para, 35,00° (8,93) na segunda e 40,69° (6,49) na terceira (entre 1ª e 3ª $p= 0,013$; entre 2ª e 3ª $p=0,010$). No lado não dominante, a rigidez foi de 32,69° (9,11) na primeira avaliação para, 33,92° (7,71) na segunda avaliação e para, 40,38° (5,65) na terceira (entre 1ª e 3ª $p= 0,001$; entre 2ª e 3ª $p=0,000$). É interessante ressaltar que não foram encontradas diferenças significativas nos valores das assimetrias entre lados nas três avaliações. Isso mostra que apesar da redução da RI, a diferença entre os lados permaneceu similar. O CV no lado dominante foi de 12,84 e no lado não dominante 14,32.

Não foi encontrado diferença estatisticamente significativa na média da distância do *hop test* nas 3 avaliações em nenhum dos lados, nem diferença estatisticamente significativa na assimetria entre lados nos 3 momentos. Entretanto houve uma redução clinicamente significativa da assimetria entre os lados, passando de 5,33cm (dp:7,30) na avaliação 1 para 2,00cm (dp:1,21). O tamanho de efeito, calculado pelo D de Cohen, foi grande ($d=1,19$). O CV médio da distância saltada nos 3 momentos foi de 5,60 para ambos os lados.

No teste de função dos extensores do quadril foi encontrado aumento estatisticamente significativo no lado não dominante entre a média da primeira avaliação (26,5 repetições (dp:12,04)) e a média da terceira avaliação (36,67repetições (dp:10,59)) ($p= ,007$). Também houve aumento significativo entre a segunda avaliação (28,42repetições (dp:7,80)) e a terceira ($p=,001$). Apesar de não ter encontrado diferença estatisticamente significativa no lado dominante, foi encontrado aumento clinicamente significativo entre as avaliações 1 e 3 e entre as avaliações 2 e 3, com tamanho de efeito, calculado pelo D de Cohen, pequeno ($d=0,45$) e moderado ($d=0,57$) respectivamente. Na primeira avaliação a média de repetições no lado dominante foi 30,17 repetições (dp:13,18); na segunda avaliação: 30,08 repetições (9,31) e na terceira avaliação a média de repetições foi de 35,08

repetições (8,12). O coeficiente de variação médio entre as 3 avaliações foi de 22,99 no lado dominante e 22,85 no lado não dominante.

Não foram encontradas diferenças estatísticas nem clinicamente significativas entre as médias de flexibilidades entre as avaliações. Também não foram encontradas diferenças estatísticas nem clinicamente significativas entre as médias de ADM de dorsiflexão do lado dominante. A flexibilidade apresentou CV de 3,23 no lado dominante e 3,88 no lado não dominante. Os coeficientes de variação estão resumidos na tabela 2.

Tabela 6 - Valores médios das avaliações clínicas, desvio padrão entre parênteses e significância das diferenças.

Teste	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Entre 1 e 2	Entre 2 e 3	Entre 1 e 3
Flex de Isq D (graus)	162,46 (8,39)	160,54 (6,97)	156,92 (10,71)	,469	,124	,125
Flex de Isq ND (graus)	163,23 (10,63)	160,08 (8,37)	156,53 (9,44)	,344	,140	,075
ADM Dorsi D (graus)	41,46 (5,67)	41,31 (5,47)	40,31 (6,36)	,857	,346	,186
ADM Dorsi ND (graus)	40,62 (5,49)	42,31 (5,07)	40,15 (5,72)	,113	,043*	,645
RI D (graus)	33,85 (11,06)	35,00 (8,93)	40,69 (6,49)	,268	,010*	,013*
RI ND (graus)	32,69 (9,11)	33,92 (7,71)	40,38 (5,65)	,262	,000*	,001*
Assimetria entre Lados da RI (graus)	4,30 (2,86)	4,00 (3,16)	3,15 (2,03)	,721	,433	,328
<i>Hop test</i> D (cm)	183,67 (17,11)	190,67 (13,45)	189,08 (14,29)	,139	,593	,099
<i>Hop test</i> ND (cm)	183,08 (24,01)	190,00 (15,01)	191,67 (15,57)	,196	,561	,150

Assimetria entre lados no <i>HopTest</i> . (cm)	5,33 (7,30)	2,67 (1,92)	2,00 (1,21)	,283	,394	,121
Função dos extensores Do Quadril D (repetições)	30,17 (13,18)	30,08 (9,32)	35,08 (8,12)	,975	,104	,225
Função dos extensores Do Quadril ND (repetições)	26,50 (12,04)	28,42 (7,80)	36,67 (10,59)	,474	,001*	,007*
Assimetria entre lados na Função de Quadril (repetições)	14,33 (11,36)	10,00 (8,55)	13,50 (10,61)	,253	,149	,864

Legenda: Flex = Flexibilidade; Isq= Isquiossurais; ADM= Amplitude de movimento; Dorsi= Dorsiflexão de tornozelo; RI= ADM de rotação interna do quadril; D = Dominante; ND = não dominante.

* Diferença significativa.

Tabela 7 – Média do coeficiente de variação entre as avaliações.

	variação
Flex de Isq D	3,23
Flex de Isq ND	3,88
ADM Dorsi D	5,92
ADM Dorsiflexão ND	6,16
RI D	12,84
RI ND	14,32
<i>Hop test</i> D	5,6
<i>Hop test</i> ND	5,6
Função dos ext do Quadril D	22,99
Função dos ext do Quadril ND	22,85

Legenda: Flex = Flexibilidade; Isq= Isquiossurais; ADM= Amplitude de movimento; Dorsi= Dorsiflexão de tornozelo; Ri= ADM de rotação interna do quadril; D = Dominante; ND = não dominante.

Foi utilizado o teste t pareado para analisar diferenças entre as médias nas duas avaliações no isocinético. Na comparação foi encontrado diferença estatisticamente significativa (redução), somente na assimetria de trabalho máximo em uma repetição dos flexores do joelho a 60°/seg. Na avaliação 1 foi encontrado média de assimetria de 15,51% (8,76) e na avaliação 2 a média reduziu para 9,02% (8,50) ($p=0,034$).

Em nenhuma outra variável foi encontrado alteração significativa entre as duas avaliações como mostra a tabela 2.

Tabela 8 - Comparação das médias dos resultados nas avaliações no dinamômetro isocinético.

Variável Dinamômetro Isocinético 60°/segundo	Avaliação 1	Avaliação 2	p
Relação Flex/Ext Dominante (%)	57,20 (8,18)	57,41 (11,66)	,947
Relação Flex/Ext Não-Dominante (%)	60,29 (18,27)	59,45 (14,42)	,841
TrabMax1Rep - Ext Dominante (J)	268,86 (50,90)	273,17 (61,17)	,703
TrabMax1Rep - Ext Não Dominante (J)	279,19 (70,11)	270,15 (49,83)	,522
Assimetria do TrabMax1Rep Ext entre lados (%)	10,60 (8,77)	15,62 (15,26)	,256
TrabMax1Rep Flex Dominante (J)	167,75 (18,56)	168,40 (27,10)	,918
TrabMax1Rep Flex Não Dominante (J)	182,57 (27,51)	173,50 (25,67)	,127
Assimetria do TrabMax1Rep Flex entre lados (%)	15,51 (8,76)	9,02 (8,50)	,034*

Legenda: TrabMax1Rep = Trabalho Máximo em uma repetição; Ext = Extensores do joelho; Flex = Flexores do joelho. * Indica diferença significativa entre as avaliações.

3.6 Análise da carga de trabalho entre as semanas dos atletas lesionados

A análise comparativa entre as cargas das semanas anteriores dos atletas lesionados não evidenciou mudança significativa em nenhum dos parâmetros analisados. Não houve diferença significativa entre os valores médios de carga de trabalho (seja carga semanal, monotonia, *strain* ou relação A/C) entre as 4 semanas anteriores a lesão. Ou seja, todos os parâmetros analisados das cargas foram similares entre as semanas. Não evidenciando diferença estatisticamente significativa entre as semanas. A semana 1 representa a semana imediatamente anterior a lesão, a semana 2 a segunda semana anterior a lesão e assim por diante. Esses dados estão

resumidos nos gráficos de 1 a 4. Para a carga da semana $p = 0,794$; monotonia $p = 0,526$; *strain* $p = 0,569$; relação A/C $p = 0,615$.

Gráfico 1 – Carga de trabalho semanal

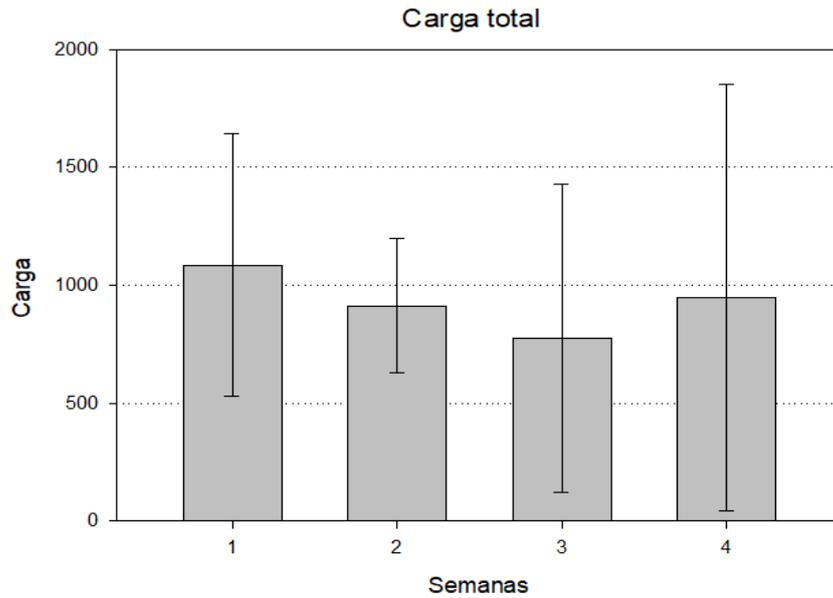


Gráfico 2 - Monotonia

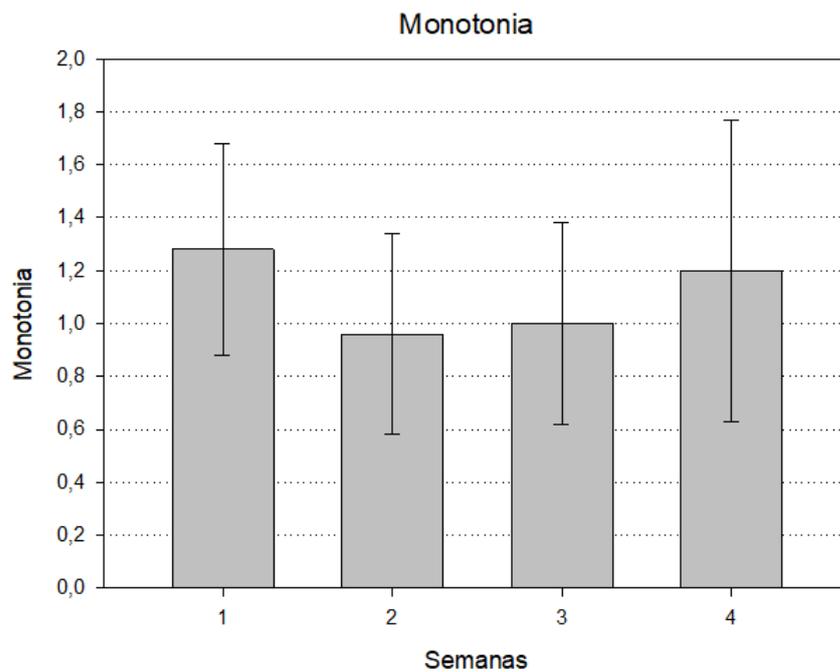


Gráfico 3 - Strain

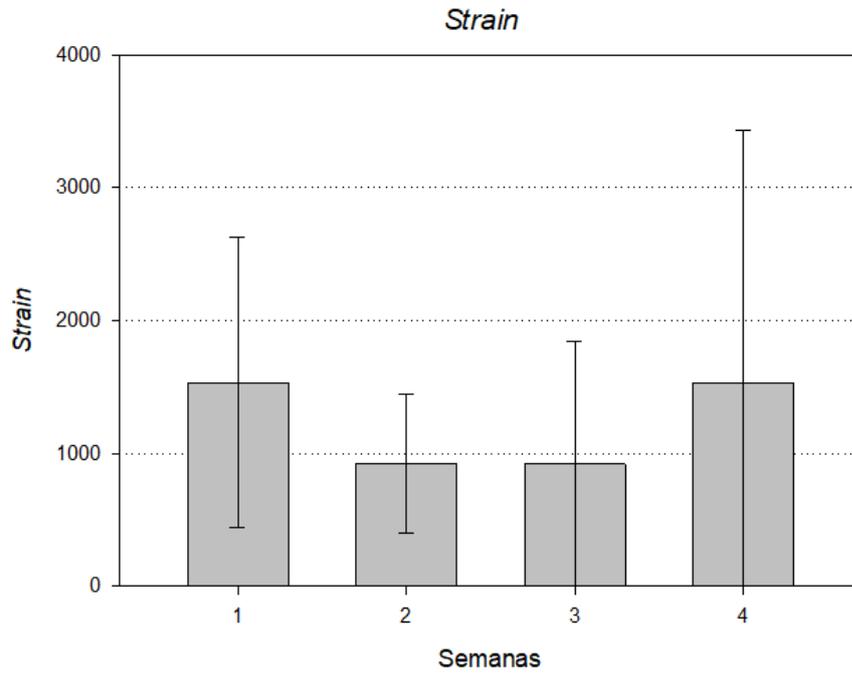
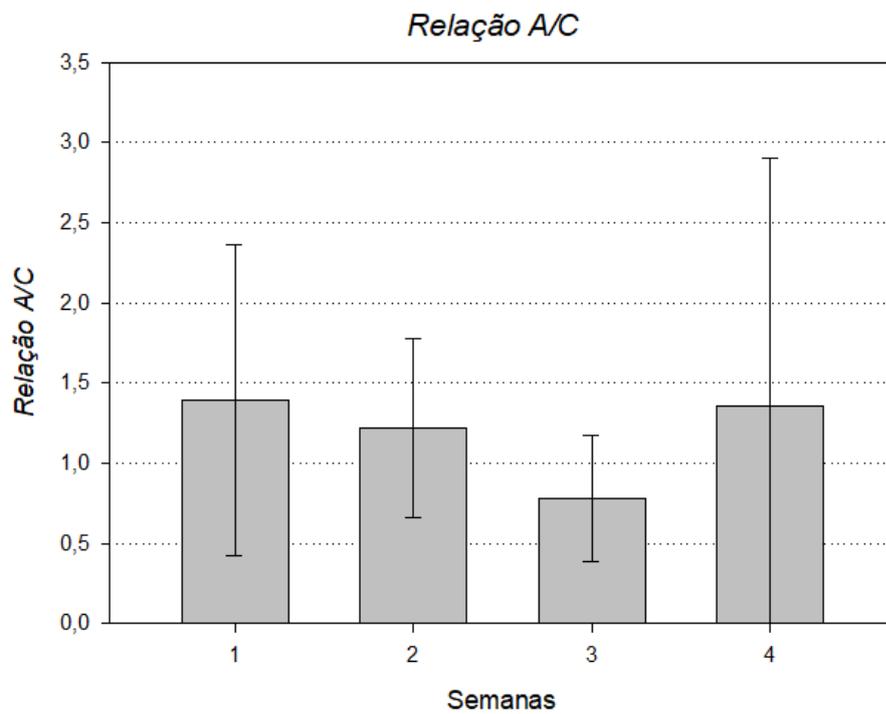


Gráfico 4 – Relação A/C

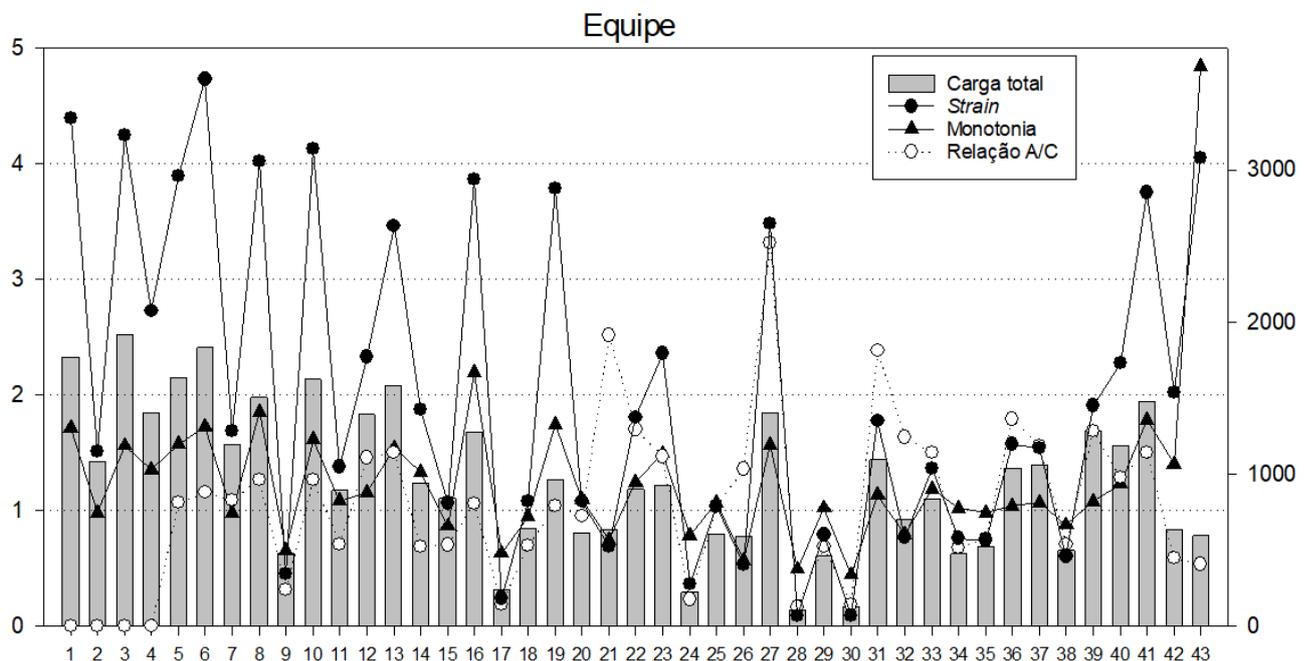


3.7 Carga de trabalho descritiva

Foi realizado uma análise descritiva do cenário anterior a cada lesão, considerando as cargas de trabalho de cada atleta lesionado.

No gráfico 5 estão representados as médias de cargas de trabalho de todos atletas do elenco durante toda a temporada. O eixo primário (à esquerda) refere-se aos valores da monotonia e relação A/C. A carga total de trabalho semanal e os valores de *strain* estão no eixo secundário (à direita).

Gráfico 5 – Carga semanal, strain, monotonia e relação A/C de toda equipe



As análises dos dados de carga de trabalho das 4 semanas anterior à lesão e de 7 dias antes da lesão ocorrer serão apresentadas a seguir. Foi feita comparação entre o atleta lesionado e o restante do grupo que participou dos treinos e/ou jogos nos momentos analisados. (T= treino, J= jogo, F= folga, AV= avaliação).

Lesão 1: Esta foi uma lesão do músculo adutor de quadril no lado não dominante, que ocorreu na Segunda feira da semana 9, com o atleta #5 e causou afastamento de 9 dias. Ocorreu em uma semana que se iniciou com treino, seguido de jogo (fora) onde ocorreu a lesão. Nos 7 dias que antecederam a lesão ocorreram 3 treinos e 4 jogos (fora).

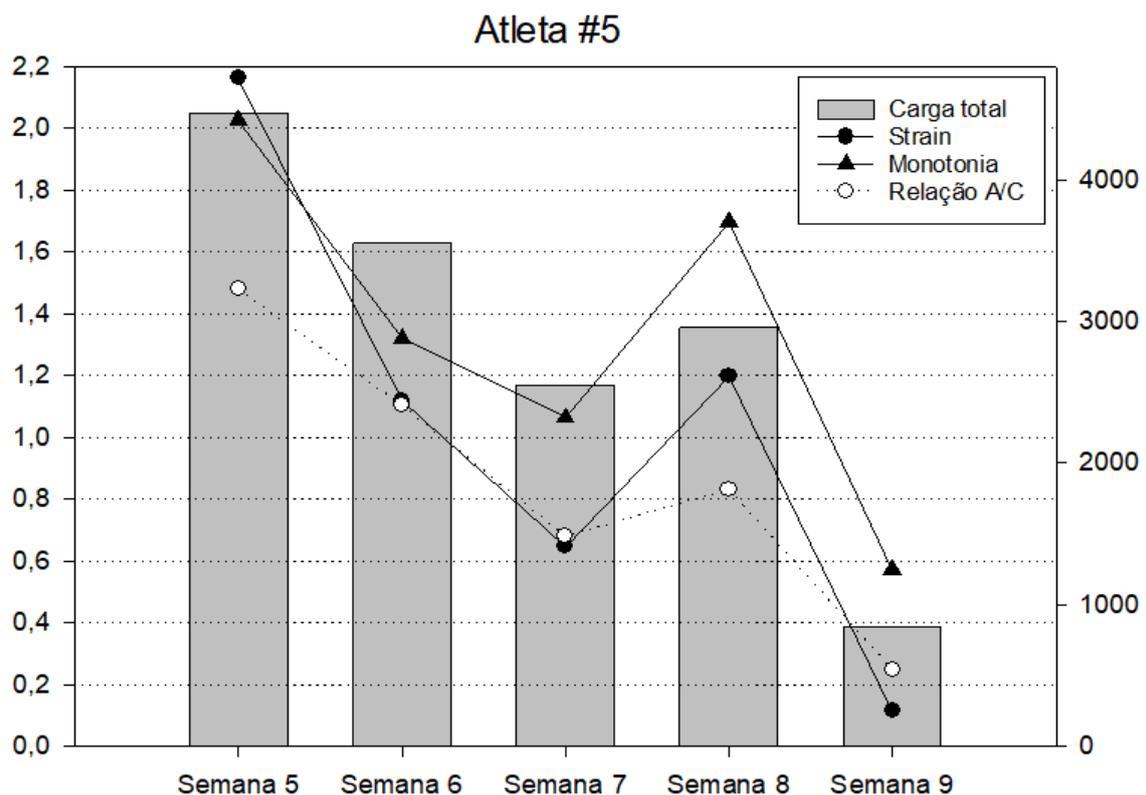
Na semana anterior (T, T, T, T, J, J, J): a carga total média do grupo (14 atletas, 1 retirado por lesão e o atleta #5) foi de 1610 u.a. (dp 216,56), a carga total do atleta

#5 foi de 13343u.a. A relação agudo-crônica média do grupo foi 1,39 (dp 1,53), a do atleta #5 de 0,83. A monotonia média do grupo foi 1,86 (dp 0,62), a do atleta #5 1,7. O *strain* médio do grupo foi 3091,54 (dp 1499,87), do atleta #5 foi 2614. A média da carga diária do grupo foi de 230,00u.a. (dp 30,94), do atleta #5 foi de 220u.a.

Nos 7 dias anteriores a lesão (T, T, J, J, J, T, J): A carga total média do grupo foi de 1457,86 (dp 220,32), do atleta #5 foi de 1420. A monotonia média do grupo foi 1,80 (dp 0,58), a do atleta #5 1,62. O *strain* médio do grupo foi 2707,58 (dp 1243,38), do atleta #5 foi 2302,09. A média da carga diária do grupo foi de 230,00 u.a. (dp 30,94), do atleta #5 foi de 220u.a.

O gráfico 6 apresenta a carga de trabalho das 4 semanas até o momento da lesão.

Gráfico 6 – Dados de carga de trabalho lesão 1

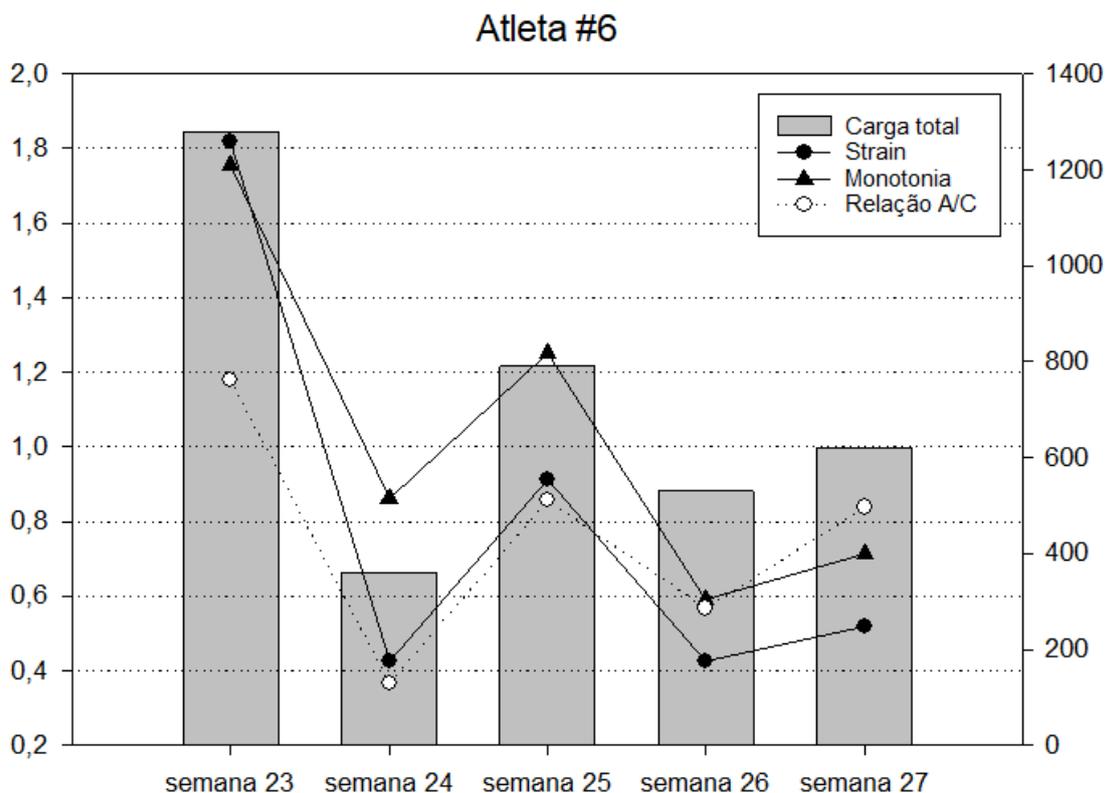


Lesão 2: Esta foi uma lesão muscular no músculo adutor do quadril no lado dominante, que ocorreu na Segunda-feira da semana 27, com o atleta #6 e causou afastamento de 7 dias. Foi o primeiro dia de treino da semana após dois dias de folga no final de semana. Nos 7 dias que antecederam a lesão (J, F, F, AV, T, F, F), que coincide com a semana anterior: a carga total média do grupo (12 atletas, 3 retirados

por lesão e o atleta #6) foi de 554,17 (dp 167,68), a carga total do atleta #6 foi de 530. A monotonia média do grupo foi 0,51 (dp 0,08), a do atleta #6 0,59. O *strain* médio do grupo foi 290,91 (dp 116,06), do atleta #6 foi 313,25. A média da carga diária do grupo foi de 92,36 u.a. (dp 27,95), do atleta #6 foi de 88,33 u.a. E a relação agudo-crônica do grupo era 0,99 (dp 0,47) e a do atleta #6 era 0,57.

O gráfico 7 apresenta a carga de trabalho das 4 semanas até o momento da lesão.

Gráfico 7 - Dados de carga de trabalho lesão 2



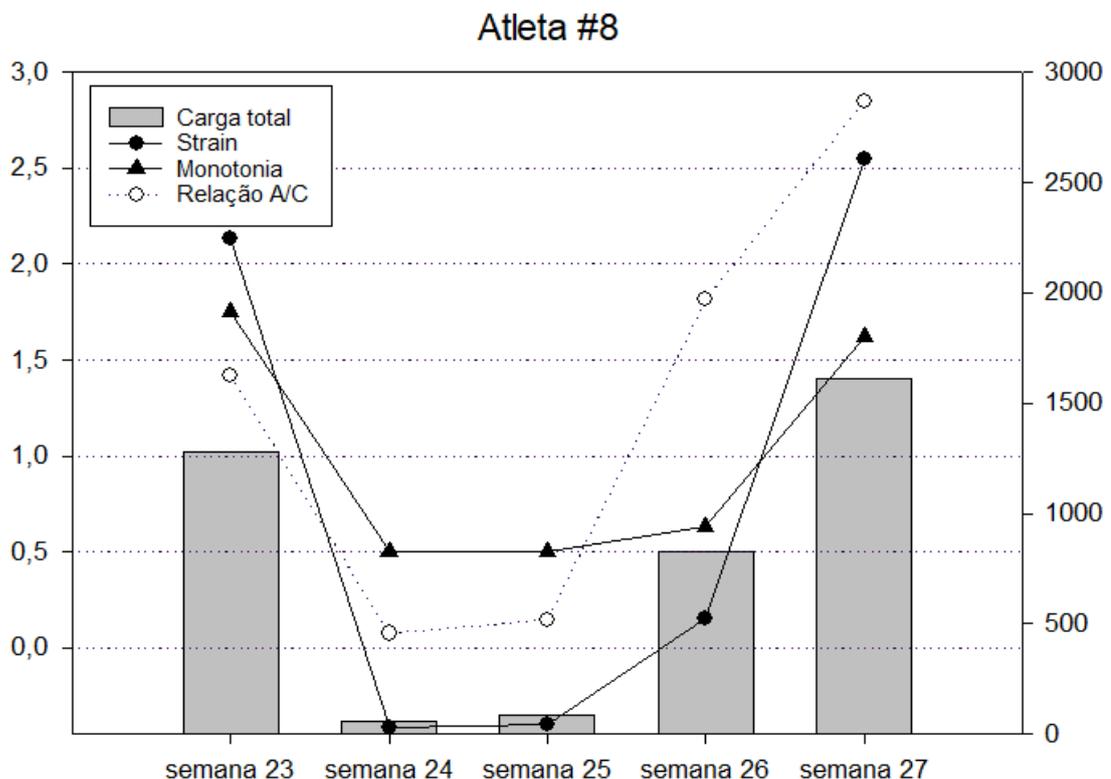
Lesão 3: Esta lesão ocorreu com o atleta #8, foi estiramento de quadríceps no lado dominante e gerou 23 dias de afastamento. Ocorreu no Sábado da semana 27, na sexta foi folga, antes tiveram 4 treinos antecedidos por 2 dias de folga.

Nos 7 dias que antecederam a lesão (F, F, T, T, T, T, F): A carga total média do grupo (10 atletas, 4 retirados por lesão e o atleta #8) foi de 1319,00u.a. (dp 123,51), a carga total do atleta #8 foi de 1610u.a. A monotonia média do grupo foi 1,01 (dp 0,03), a do atleta #8 1,02. O *strain* médio do grupo foi 1338,95 (dp 135,21), do atleta #8 foi 1639,18. A média da carga diária do grupo foi de 188,43u.a. (dp 17,64), do atleta #8 foi de 230 u.a.

Na semana anterior a lesão (J, F, F, AV, T, F, F): A carga total média do grupo (11 atletas, 3 retirados por lesão e o atleta #8) foi de 719,09u.a. (dp 174,95), a carga total do atleta #8 foi de 830 u.a. A monotonia média do grupo foi 0,60 (dp 0,07), a do atleta #8 0,63. O *strain* médio do grupo foi 613,72 (dp 171,63), do atleta #8 foi 525,94. A média da carga diária do grupo foi de 111,45 u.a. (dp 24,92), do atleta #8 foi de 118,57 u.a. A relação agudo-crônica média do grupo era 0,95 (dp 0,38), a do atleta #8 era 1,81.

O gráfico 8 apresenta a carga de trabalho das 4 semanas até o momento da lesão.

Gráfico 8 - Dados de carga de trabalho lesão 3



Lesão 4: Esta lesão ocorreu novamente com o atleta #6, desta vez foi estiramento muscular de panturrilha no lado dominante e resultou em 9 dias de afastamento. A lesão ocorreu na Segunda-feira da semana 35, e foi durante um jogo. A semana anterior, coincidiu com os 7 dias que antecederam a lesão e foi constituída de 2 jogos, 4 treinos e uma folga (T, J, T, J, T, F, T).

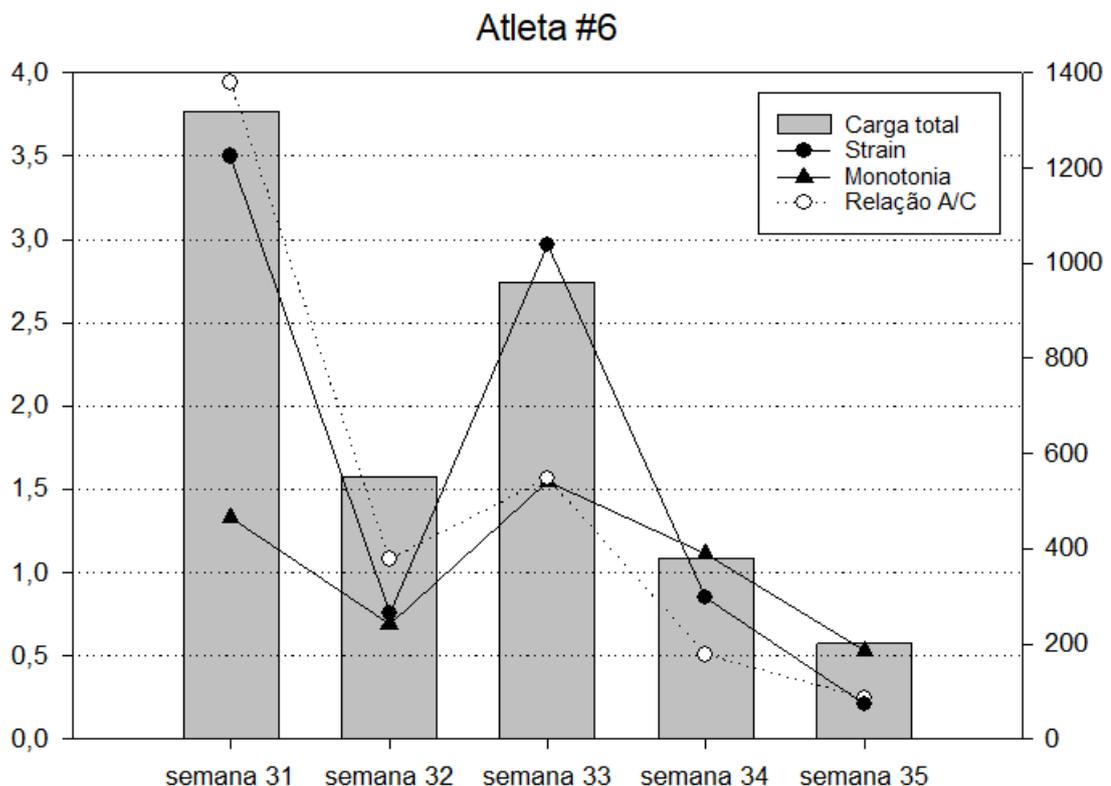
Na semana anterior a lesão: A carga total média do grupo (12 atletas, 2 retirados por lesão, 1 retirado por convocação para seleção e o atleta #6) foi de 573,33

u.a. (dp 153,47), a carga total do atleta #6 foi de 380 u.a. A monotonia média do grupo foi 1,12 (dp 0,27), a do atleta #6 1,11. O *strain* médio do grupo foi 678,16 (dp 270,71), do atleta #6 foi 423,24. A média da carga diária do grupo foi de 143,33 u.a. (dp 38,37), do atleta #6 foi de 126,67 u.a. A relação agudo-crônica média do grupo era 0,80 (dp 0,18), a do atleta #6 era 0,51.

É importante ressaltar que nesta semana não temos registro dos dados de 3 treinos para o grupo e não temos o registro de 4 treinos para o atleta #6.

O gráfico 9 apresenta a carga de trabalho das 4 semanas até o momento da lesão.

Gráfico 9 - Dados de carga de trabalho lesão 4



Lesão 5: Esta lesão ocorreu com o atleta #10, foi um estiramento muscular em adutores lado dominante e gerou 9 dias de afastamento. Ocorreu na Segunda feira da semana 38, após 1 dia de folga. Na semana anterior ocorreram 2 folgas, 4 treinos e 1 jogo (T, T, J, F, T, T, F).

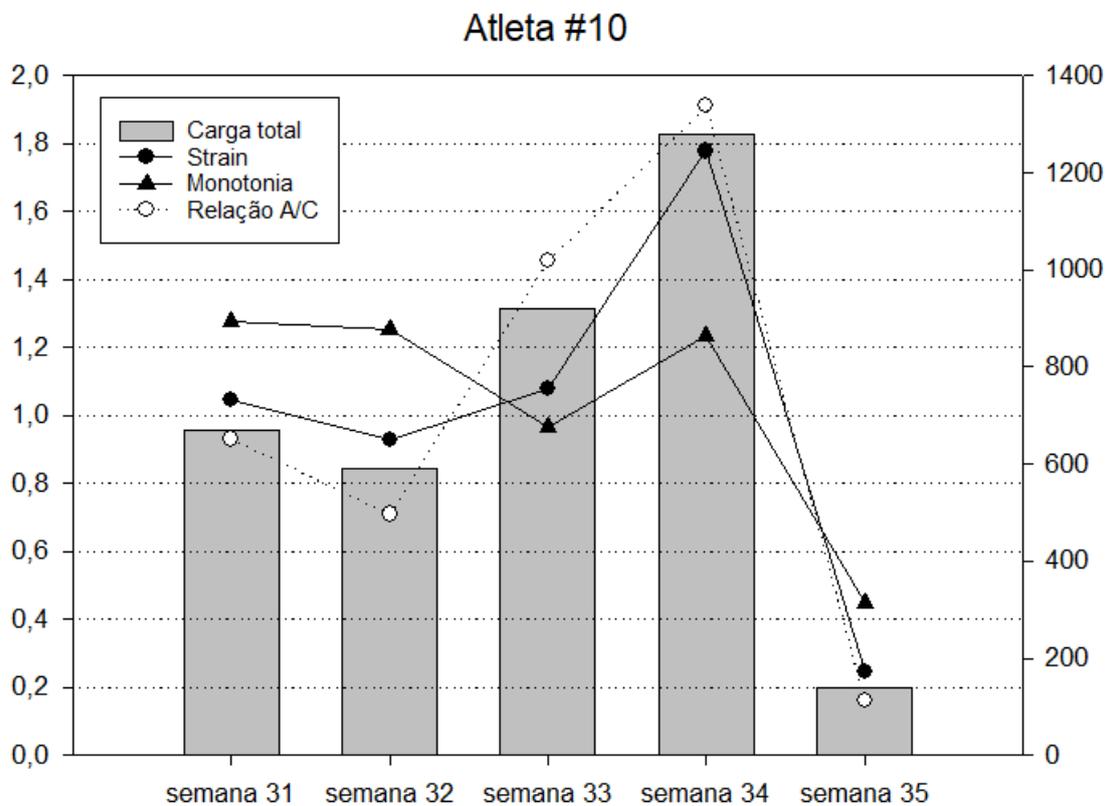
Na semana anterior, que coincidiu com os 7 dias antes: A carga total média do grupo (13 atletas, 2 retirados por lesão e o atleta #10) foi de 1088,46 u.a. (dp 263,75), a carga total do atleta #10 foi de 1280,00u.a. A monotonia média do grupo foi 1,10 (dp

0,20), a do atleta #10 1,23. O *strain* médio do grupo foi 1228,90 (dp 409,62), do atleta #10 foi 1580,07. A média da carga diária do grupo foi de 213,78 u.a. (dp 39,32), do atleta #10 foi de 213,34u.a. A relação A/C média do grupo era 2,01 (dp 0,53), a do atleta #10 era 1,91.

É importante ressaltar que não temos os dados do dia do jogo nesta semana.

O gráfico 10 apresenta a carga de trabalho das 4 semanas até o momento da lesão.

Gráfico 10 - Dados de carga de trabalho lesão 5



4 DISCUSSÃO

Foram realizadas diversas análises estatísticas e uma análise descritiva para entender as diferenças entre atletas que se lesionaram durante a temporada e atletas que não se lesionaram. Também foi estudado o comportamento das variáveis durante uma temporada. Além disso verificou se existe algum padrão das cargas de trabalho dos atletas lesionados próximos ao momento da lesão.

Os principais achados deste estudo foram: (1) As variáveis ADM de dorsiflexão, RI do quadril no lado dominante, assimetria de RI do quadril e assimetria de função dos extensores do quadril apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com e sem lesão em algum momento na temporada. (2) Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com e sem lesão para as variáveis da carga de trabalho nas 2 semanas anteriores às lesões. (3) Mudanças sutis nos resultados dos testes funcionais (clínicos e isocinéticos) são normais, na maioria deles não houve mudança significativas entre os valores encontrados nas avaliações de todo o grupo. (4) A análise descritiva, individualizada traz informações úteis para entender o processo de cada lesão.

Por se tratar de uma amostra pequena, a presença ou não de diferença estatisticamente significativa não necessariamente que dizer que não existe diferenças clínicas significativas. Mesmo na ausência de diferença significativa, um estudo com amostra pequena, como este, pode apresentar diferenças clinicamente significativas (PAGE, 2014). Por isso foi calculado o tamanho do efeito pelo D de Cohen para algumas medidas como descrito abaixo.

4.1 Comparação entre atletas lesionados e não lesionados e sem lesão

Variáveis clínicas: A RI de quadril no lado dominante apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com e sem lesão nas avaliações 1 e 2. Apesar de não ser estatisticamente significativa, houve diferença clinicamente significativa com d de Cohen médio ($d = 0,67$) também na terceira avaliação. O grupo dos atletas sem lesão apresentou maior valor médio de RI do quadril no lado dominante, representando menor rigidez desta articulação, conseqüentemente maior mobilidade nas 3 avaliações clínicas. É válido ressaltar que apesar da diferença entre os grupos não ser significativa para o lado não dominante, o mesmo padrão ocorreu: o grupo dos não lesionados obteve valores médios maiores que o grupo dos lesionados nas 3 avaliações realizadas. O grupo dos atletas sem lesão também apresentou menor assimetria na segunda e terceira avaliação, sendo a terceira

significativamente diferente. E coincidentemente, ou não, a maioria das lesões ocorreram após a segunda avaliação.

O grupo dos atletas que sofreram lesão teve em média, valores menores de rotação interna do quadril em ambos os lados, nas 3 avaliações, representando maior rigidez nessa articulação. Rigidez aumentada nesta articulação pode ser responsável por menor dissipação da carga durante a marcha e corridas consequentemente sobrecarga em outras regiões corporais (FONSECA *et al.*, 2007). O futsal, por ser uma modalidade na qual os atletas participantes percorrem grandes distâncias e realizam diversas mudanças de direção (DOGRAMACI; WATSFORD; MURPHY, 2011), a presença de pouca RI no quadril pode predispor a lesões. O movimento de pivoteamento no membro inferior de apoio, principalmente para passes, chutes e mudanças de direção requer mobilidade em quadril, e caso o atleta seja restrito nesse movimento, pode gerar sobre cargas em outras regiões.

Um estudo recente (SHAH *et al.*, 2019) corrobora com esse achado do presente estudo. Shah *et al.* (2019) encontraram em atletas de futebol, que sofreram lesão em membros inferiores, maior rigidez de quadril quando comparados com seus pares sem lesão. O ponto de corte do estudo de Shah foi 28°, sendo que abaixo desse valor os atletas apresentavam até 2.81 vezes mais chances de lesão em membros inferiores.

Por outro lado, na revisão sistemática de Tak (TAK *et al.*, 2017) sobre a relações de limitações na ADM do quadril e dor em virilha, não foi possível estabelecer correlação entre limitação de rotação interna e dor nesta região. Aparentemente limitação de rotação interna de quadril (aumento na rigidez) está associado com lesões em membros inferiores, mas não necessariamente com dor nessa articulação.

No teste de função dos extensores do quadril, apesar de não ter sido encontrado diferença estatisticamente significativa entre o grupo dos atletas com e sem lesão, em nenhum dos lados, em nenhuma das avaliações, houve diferença estatisticamente significativa na assimetria na última avaliação. O grupo com lesão apresentou maior valor médio, representando maior assimetria. Na segunda avaliação apesar da diferença não ser estatisticamente significativa, ela foi clinicamente significativa com o tamanho de efeito muito grande, calculado pelo d de Cohen ($d=1,37$). Apesar de não ter ocorrido nenhuma lesão em Isquiossurais, acreditamos que a assimetria entre os lados pode ter contribuído para gerar sobrecarga diferente entre os lados e consequentemente lesões. Não existe consenso se a assimetria entre lados pode aumentar o risco de lesão. Markovic (MARKOVIC *et al.*, 2020) encontrou que

atletas de futebol que sofreram lesão no quadril tinham maior assimetria entre força dos músculos adutores do quadril. Por outro lado, Freckleton (FRECKLETON; COOK; PIZZARI, 2014) não encontrou diferenças na assimetria de força de Isquiossurais entre atletas com e sem lesão nesse grupo muscular. Uma diferença desses dois estudos para o presente é que o presente investigou lesões em membros inferiores, e não um grupo muscular isolado.

Esse teste isoladamente, pode não ser suficiente para determinar o risco de lesões musculares para esses atletas. Entretanto, por se tratar de uma lesão frequente no futsal, recomenda-se que seja incluindo em avaliações constantes para identificar capacidade desse grupo muscular. Além disso, ele pode ser capaz de identificar atletas com assimetria entre os lados que possivelmente podem estar gerando e distribuindo a sobrecarga de forma assimétrica.

A ADM de dorsiflexão do foi medida para verificar a limitação de movimento no tornozelo. Nesta pesquisa o grupo dos atletas lesionados apresentou valores ADM de dorsiflexão média menores que o grupo dos atletas não lesionados, essa diferença foi encontrada em todas as 3 avaliações sendo estatisticamente significativa somente na terceira. Rabin et. al. (2016) encontraram que a redução de flexão do joelho no agachamento pode ser explicada em até 40% pela restrição da ADM de dorsiflexão, prejudicando a capacidade de agachar e absorver cargas (RABIN; PORTNOY; KOZOL, 2016). Dos 4 atletas lesionados neste estudo, 3 apresentaram restrição da ADM de dorsiflexão nas 3 avaliações, apenas o atleta #6 não apresentou limitação em nenhuma avaliação. A restrição desse movimento pode ter sobrecarregado outros grupos musculares e aumentado a probabilidade de lesões.

Variáveis do dinamômetro isocinético: As variáveis derivadas da avaliação no dinamômetro isocinético não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, em nenhuma das duas avaliações. A avaliação no dinamômetro isocinético é considerada padrão ouro para identificar função muscular, assimetria entre lados e entre grupos musculares (AMARAL *et al.*, 2014). As variáveis de máximo trabalho em uma repetição são consideradas as que melhor representam a capacidade de gerar torque de um grupo muscular (AMARAL *et al.*, 2014). Além dela, utilizamos a relação flexores/extensores por trazer informações importantes a respeito da relação de capacidades entre músculos flexores e extensores do joelho. A relação entre torque de extensores e flexores do joelho é preconizada que seja próximo à 60% (sendo que os flexores deveriam ter 60% do torque dos extensores). Não existe

consenso sobre se a alteração é fator de risco ou não, alguns estudos (O'SULLIVAN *et al.*, 2008) apontam para a possibilidade de aumento de risco, entretanto outros não (BENNELL, K., 1998).

Sabe-se que lesões ocorrem quando forças acima da capacidade mecânica muscular são aplicadas ao tecido (BUCKTHORPE *et al.*, 2019), por isso a necessidade de verificar a capacidade do músculo. Assimetria de torque entre lados e a relação de torque de flexores/extensores de joelho foi reportada por Croisier (CROISIER *et al.*, 2008) como fator de risco para lesões nos flexores do joelho. Sendo o lado com menor torque mais suscetível a lesão, assim como o lado com pior relação flexores/extensores do joelho, como demonstrado por Orchard (ORCHARD, J *et al.*, 1997). Entretanto os estudos acima investigaram lesões nesse grupo muscular, e o presente estudo investigou lesões musculares em membros inferiores. Como não ocorreu nenhuma lesão muscular em Isquiossurais, os resultados similares entre os dois grupos condizem com os estudos apresentados. Entretanto, mesmo com um equipamento considerado padrão ouro para verificar a função muscular, não encontramos diferenças significativas entre atletas com e sem lesão em membros inferiores. Esses resultados similares podem ser devido ao baixo número de lesões e a não ocorrência de lesões musculares em Isquiossurais.

Variáveis da carga de trabalho: As variáveis de média anual de: carga da semana, carga diária, monotonia e relação A/C não apresentaram diferenças significativas entre os grupos lesionados e não lesionados. Assim como, a carga total de jogos, a carga total de treino e a carga total não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Isso provavelmente pode ter ocorrido pois, os atletas podem ter recebido a carga anual similar, entretanto, a densidade da carga, pode ser mais relevante do que somente a soma e/ou a média anual. A média nos traz o valor mais provável, mas podem ter ocorrido uma semana com cargas muito altas e outras com cargas mais baixas, como apresentado no gráfico 5. A literatura mais recente indica que tanto o aumento rápido de carga de trabalho quando o acúmulo de altas cargas por períodos consecutivos podem colocar o atleta em risco (ECKARD *et al.*, 2018).

Com esses achados podemos concluir que as diferenças entre atletas lesionados e não lesionados são sutis. Desta forma, devemos acompanhar a evolução das capacidades físicas e as variações no treinamento de forma individual. Além

disso, é importante acompanhar mais de uma variável, pois, uma única variável pode não ser suficiente para identificar atletas com risco de lesão aumentado.

4.2 Comparação da carga de trabalho entre atletas com e sem lesão nas 2 semanas precedentes a lesão.

As semanas anteriores a lesão não apresentaram diferenças significativas entre os atletas com e sem lesão. Apesar de apresentar uma diferença clinicamente significativa o tamanho de efeito foi pequeno.

A relação da carga de trabalho com lesão em atletas é uma área de interesse de diversos estudos como demonstrado nas recentes revisões sistemáticas publicadas (DREW; FINCH, 2016; ECKARD *et al.*, 2018; JONES; GRIFFITHS; MELLALIEU, 2017). Essas revisões, apontam para aumento do risco de lesão, principalmente com o aumento da carga absoluta e/ou com mudanças bruscas da carga, além disso, apontam para a existência de uma janela de vulnerabilidade após picos de carga. A maioria dos estudos presente nas revisões foram utilizados a carga interna medida com a PSE da sessão, assim como o presente estudo. Essas relações foram encontradas tanto com valores absolutos quanto valores derivados da carga (monotonia, strain e relação AC/).

Aparentemente não existe uma relação linear do aumento de carga com o aumento de lesões (ECKARD *et al.*, 2018; STERN; HEGEDUS; LAI, 2020), ela parece ser influenciada, tanto pela capacidade do atleta (BUCKTHORPE *et al.*, 2019; GABBETT *et al.*, 2018), quanto pela forma de progressão da carga (GABBETT, 2020).

Diferentes sistemas biológicos requerem tempos de recuperação diferentes (VANRENTERGHEM *et al.*, 2017), assim como diferentes atletas também apresentam perfis de recuperação diferentes (WILKE *et al.*, 2019). Portanto uma carga de trabalho acima da capacidade do atleta ou com tempo de recuperação insuficiente pode aumentar o risco às lesões (BUCKTHORPE *et al.*, 2019; ESMAEILI; HOPKINS; *et al.*, 2018; GABBETT *et al.*, 2018; VERHAGEN; GABBETT, 2019; WILKE *et al.*, 2019).

Pode existir períodos de latência entre o pico de carga e o surgimento de uma lesão, como visto no caso do atleta #6, nas lesões 2 e 4. Stares (STARES *et al.*, 2018) demonstrou que a latência pode durar até 4 semanas após o pico de carga dependendo do tecido analisada. O sistema muscular com o menor período, sistema ósseo com tempo moderado e cartilagens maior período (ORCHARD, JOHN W. *et al.*, 2015). Por isso deve-se manter a atenção nos atletas com pico de carga de trabalho,

seja pelos valores absolutos ou nos valores derivados, no momento do recebimento da carga e nas semanas seguintes.

A relação de carga aguda e crônica é utilizada como uma medida indicativa do risco de lesão de atletas em diversos estudos, inclusive com a PSE da sessão de treino (ANDRADE *et al.*, 2020; GABBETT, 2016; HULIN *et al.*, 2016, 2014; VERHAGEN; GABBETT, 2019). Valores elevados dessa relação, indicam carga da semana atual elevada em relação a carga das semanas anteriores e são fortemente associados ao aumento do risco de lesão, independente da forma calculada (ANDRADE *et al.*, 2020).

Neste estudo foi utilizado média móvel simples para o cálculo da relação A/C, ou seja, o valor da carga de trabalho da semana atual dividido pela média das 4 últimas. Esmaeili (2018) recomenda que o cálculo da relação A/C seja feito com às médias móveis ponderadas, pois assim, o princípio fisiológico que os efeitos de um treinamento reduzem ao longo do tempo seriam considerados (ESMAEILI; HOPKINS; *et al.*, 2018).

É válido ressaltar que mesmo com o aumento do risco relativo com relação A/C elevada, o risco absoluto ainda é baixo. Foi reportado por Murray (MURRAY *et al.*, 2017) que a relação A/C acima de 2.0 pode gerar aumento de até 5 vezes o risco relativo de lesão, correspondendo a 4% de chance de lesão. Comparando com atletas que apresentam relação A/C de 1 a 1.49, o risco absoluto do grupo 2.0 tem apenas 3% mais chances de se lesionar. Esse paradoxo também já foi exposto por Verhagen (VERHAGEN *et al.*, 2018) onde, atletas em alto risco são em menor número que os atletas em baixo risco, e com isso, pode acontecer do grupo alto risco ter menor número absoluto de lesões que o outro grupo baixo risco.

Relação A/C elevada não é sinônimo de lesão, alguns atletas podem tolerar valores acima do intervalo recomendado devido à outras capacidades físicas e fisiológicas (GABBETT, 2020). Malone (MALONE *et al.*, 2017) encontrou que atletas mais fortes e/ou mais rápidos tendem a tolerar relação A/C mais elevada. Nesta pesquisa, todos atletas que sofreram lesão tiveram relação A/C elevada na semana da lesão ou na semana anterior, exceto o atleta #6. Entretanto esse atleta sofreu as duas lesões após picos na relação A/C 2 e 4 semanas antes. Ou seja, a lesão pode surgir após um período de latência, e por isso, é importante acompanhar os atletas após picos na carga de trabalho por longos períodos.

A relação A/C considera apenas a carga total da semana, já a monotonia considera a distribuição da carga ao longo da semana (FOSTER, 1998). Foster demonstrou que monotonia elevada, representando baixa variabilidade da carga de trabalho ao longo da semana, estava associada a maior incidência de lesões e doenças.

O *strain* avalia a percepção do atleta para a carga da semana (FOSTER, 1998). Existem poucos estudos que verificam a influência do *strain* no risco de lesão. Um exemplo, é o estudo de Esmaeili (ESMAEILI; HOPKINS; *et al.*, 2018) que relacionou aumento do risco de lesões com valores elevados de *strain* e monotonia utilizando PSE da sessão, distância total e distância percorrida em altas velocidades. O estudo, realizado com atletas de futebol australiano, encontrou que valores elevados nos últimos 14 dias, também estavam correlacionados com o aumento no risco de lesão. No estudo de Esmaeili, foi determinado que monotonia seria considerada elevada para valores acima de 1,53 quando analisando PSE da sessão.

Ainda são necessários mais estudos para confirmar a correlação entre monotonia, do *strain* e lesões, principalmente no futsal. As evidências são conflitantes e não devem ser utilizadas isoladamente para determinar o risco de lesão (JONES; GRIFFITHS; MELLALIEU, 2017). Entretanto, parece plausível que em uma semana que tenha pouca variação da carga de trabalho alguns tecidos tenham maior dificuldade para se adaptar e recuperar (VANRENTERGHEM *et al.*, 2017).

Provavelmente uma alteração em algum dos dados derivados da carga, associado com alterações biomecânicas são responsáveis pelo surgimento das lesões. Claro outros fatores não analisados também podem interferir, alimentação, sono e estado de fadiga para citar alguns.

4.3 Comportamento das variáveis biomecânicas

É esperado que as capacidades do atleta se modifiquem ao longo da temporada, tanto pelo treino quanto pela fadiga (STERN; HEGEDUS; LAI, 2020). Nesta pesquisa encontramos apenas 4 variáveis que tiveram alteração significativa dentro dos 13 testes realizados nos 3 momentos da temporada. A ADM de dorsiflexão no lado não dominante reduziu significativamente, a RI do quadril aumentou em ambos lados e a função de quadril do lado não dominante aumentou em todo o grupo. O CV mostrou que alguns testes tem variações pequenas como flexibilidade de Isquiossurais e outros maiores como o teste de função dos extensores do quadril. Esses dados são consistentes com o encontrado por outros autores em outros

esportes (ESMAEILI; STEWART; *et al.*, 2018; MITCHELL *et al.*, 2016; SAMS *et al.*, 2018), não foi encontrado nenhum estudo sobre flutuações de capacidades em atletas no futsal.

A ADM de dorsiflexão teve redução significativa da avaliação 2 para a avaliação 3. Voltando para valores médios próximos aos encontrados na avaliação 1. Esse achado pode evidenciar as variações normais percebidas ao longo da temporada. O CV desta variável foi de aproximadamente 6%, o que condiz com as variações encontradas.

A RI média de ambos lados teve aumento significativo de ambos os lados entre as avaliações 1 e 3 e entre as avaliações 2 e 3. Essa maior ADM representa maior mobilidade articular e conseqüentemente maior capacidade de dissipar energia, como discutido anteriormente. Por outro lado, menor ADM RI do quadril pode indicar menor capacidade dos atletas em controlar movimentos de rotação interna do membro inferior. Esse menor controle pode levar ao aumento do risco de lesões por rotação articular do joelho, por exemplo ligamento cruzado anterior e menisco do joelho, entretanto nenhum atleta sofreu esse tipo de lesão nesta temporada.

Ocorreram 4 lesões após a avaliação 2, ou seja, a redução da rigidez, ocorreu no mesmo período em que foram encontrados o maior número de lesões. Como esse teste clínico não é linear, ou seja, existe um intervalo ideal de rigidez, não podemos afirmar que a redução da rigidez foi ruim para todos. Atletas com alta rigidez de quadril, podem estar mais suscetíveis a lesão, por ter pouca mobilidade articular, e se beneficiarem com a redução da rigidez. Por outro lado, atletas com baixa rigidez articular, podem ter ficado mais suscetíveis com o aumento da RI do quadril. Mais uma vez reforçando a importância das análises de forma individual quando se trata de atletas de elite. A informação do grupo pode gerar uma falsa informação de melhoria de alguma condição, reforçando a não linearidade do processo de treinamento e prevenção de lesão.

Quando foi analisado o comportamento da RI de quadril de todos atletas, entre a Avaliação 1 e 3, temos que: aproximadamente 1/3 se beneficiaram com a mudança de rigidez, 1/3 se prejudicaram com a mudança e 1/3 não sofreram alteração. Isso reforça a importância de as análises serem executadas separadamente para cada atleta. De acordo com o CV uma variação de 12 a 14% neste teste ao longo da temporada pode ser considerada normal.

A função dos extensores de quadril no lado não dominante apresentou aumento estatisticamente significativo entre as avaliações 1 e 3 ($p=0,007$), e entre as avaliações 2 e 3 ($p=0,01$). Foi encontrado aumento clinicamente significativo para o lado dominante nos mesmos momentos com tamanho de efeito pequeno, calculado pelo d de Cohen, entre as avaliações 1 e 3 ($d=0,45$) e entre 2 e 3 ($0,57$). O valor de referência do teste são 30 repetições para cada lado e neste caso, quanto mais repetições, melhor a função. A média da equipe aumentou durante a temporada, podendo ter exercido um efeito protetor para lesões de Isquiossurais visto que não ocorreram lesões nesse grupo muscular apesar de serem comuns em esportes de sprints repetidos como futebol e futsal.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no desempenho do *hop test* em nenhum dos lados entre as avaliações. Entretanto, houve melhora clinicamente significativa da assimetria entre lados, entre a avaliação 1 e 3, com tamanho de efeito grande, calculado pelo d de Cohen ($d=1,19$), representando maior simetria entre os lados.

A ADM de dorsiflexão e flexibilidade de Isquiossurais tiveram alterações pequenas durante a temporada, não sendo clinicamente significativas e com CV médio pequeno. Esmaeili (ESMAEILI; STEWART; *et al.*, 2018) também encontrou pequena variabilidade nos resultados das avaliações de flexibilidade de Isquiossurais e de ADM de dorsiflexão do tornozelo. Embora tenham sido utilizadas metodologias e frequências de avaliação diferentes, os resultados corroboram com os achados do presente estudo.

Os CV dos resultados dos testes podem ser utilizado como referência para verificar se as variações encontradas durante a temporada estão dentro da normalidade.

Na comparação entre as médias dos dois momentos de avaliações no dinamômetro isocinético foram encontradas diferenças (redução) estatisticamente significativas somente na variável assimetria de trabalho máximo em uma repetição dos flexores do joelho. Os resultados indicam maior simetria entre os flexores de joelho, teoricamente, representando menor risco para lesões, pela distribuição de carga similar entre lados.

As avaliações captaram condições dos atletas em diferentes momentos, é interessante ressaltar que atletas estão em constante treinamento e mudança nos valores dos testes é normal. Após um treino de força ou hipertrofia o músculo pode

estar mais rígido, por outro lado, em uma semana com poucos exercícios de força/hipertrofia pode deixar o músculo menos rígido. Nos testes de potência, por exemplo *hop test*, função de extensores do quadril e isocinético, o estado de fadiga momentânea (no dia ou na semana) pode reduzir os valores encontrados e as adaptações geradas pelo treinamento podem aumentar esses valores. Isso reforça a importância de alta frequência das avaliações do estado do atleta. Acreditamos que para ter melhor controle da condição exata dos atletas são necessárias avaliações frequentes como sugerido por Stern (STERN; HEGEDUS; LAI, 2020). O ideal seria ter um “filme” e não apenas “fotos” dos atletas.

4.4 Análise da carga de trabalho entre as semanas dos atletas Lesionados

Apesar de não ter sido encontrado diferenças significativas entre as médias de nenhuma variável de carga de trabalho nas 4 semanas anteriores a lesão, podemos perceber alguns padrões. Em todas as variáveis analisadas, na semana exatamente antes das 5 lesões houve um pico de carga de trabalho. Além disso, para a carga semanal e para a relação A/C houve aumento constante nas 3 semanas anteriores a lesão.

Também podemos comparar os resultados desta análise com às médias anuais. A média da monotonia e relação A/C na primeira semana antes da lesão, foram maiores que a média anual dos atletas (com e sem lesão). Para a relação A/C o valor de 1,39 é considerado alto em grande partes dos estudos recentes (ANDRADE *et al.*, 2020), podendo significar um indicativo de maior risco.

4.5 Análise descritiva das lesões

Lesão 1

A primeira lesão (adutores, lado não dominantes, 9 dias de afastamento) ocorreu no 4º jogo em uma semana. Os jogos foram realizados fora de casa, em 2 cidades diferentes. O atleta #5 apresentou elevada RI, assimetria de força nos membros inferiores representada pela assimetria no isocinético (diferença acima de 10% no trabalho máximo em uma repetição para extensores do joelho) e no *hop test*.

Nenhuma das variáveis da carga de trabalho do atleta estavam fora do intervalo de dois desvios padrão do grupo, nem na semana anterior a semana da lesão, nem nos 7 dias que antecederam a lesão. Entretanto, a monotonia do atleta estava elevada na semana anterior e nos 7 dias que antecederam a lesão indicando baixa variação da carga de trabalho.

Nos 3 primeiros jogos, em dias consecutivos, o atleta jogou 11 minutos em cada, e no dia anterior a lesão, jogou 26 minutos. Valor acima da média de jogadores de linha (21'). Devido a forma do cálculo da carga dos jogos (tempo jogado x 10) não representa uma carga muito elevada, para esse atleta [média anual da carga diária 244,83 (dp:132,71)]. Entretanto, sabemos que a carga interna pode não representar tão bem a carga de trabalho, principalmente em jogos onde a carga cognitiva é elevada. A demanda cognitiva, a busca por resultado e por titularidade pode influenciar o nível de tensão e exigência muscular, levando a maior fadiga (DALEN; LORÁS, 2019). Além disso, essa sequência de jogos provavelmente interferiu na recuperação do atleta. O futsal é uma modalidade onde ocorrem muitos passes, chutes e mudanças de direção o que aumenta o recrutamento de músculos adutores do quadril. O atleta #5, tem como principal característica de jogo, chutes de média distância o que pode aumentar ainda mais a demanda no músculo lesionado.

No caso desta lesão, acredita-se que: Pouco tempo de recuperação, associados a elevada monotonia, associados ao estresse cognitivo-emocional dos jogos e viagens, associado a desequilíbrios de força entre lados e as características de jogo do atleta foram determinantes para o surgimento desta lesão.

Lesão 2

A segunda lesão (adutores, lado dominante, 7 dias de afastamento), ocorreu no primeiro dia da semana (segunda feira) após 2 dias de folga. O período de análise se inicia no dia 10/07, quando ocorreu uma viagem noturna de ônibus e um jogo no dia 12/07, onde o atleta jogou 15 minutos. No dia seguinte, outra viagem de ônibus diurna, no dia seguinte outro jogo (ainda fora de casa), onde o atleta jogou 17 minutos. Após o jogo, retorno para a cidade da equipe de ônibus no período noturno. Na sequência 2 dias de folga e dia 18/07 avaliação isocinético. No dia seguinte, treino seguido de dois dias de folga. No dia 22/07 o atleta sofreu a lesão ao final do treino.

A dinâmica dos dias anteriores é relevante para o entendimento devido a sequência de momentos de recuperação insuficientes, com noites mal dormidas e sequência de jogos em curto espaço de tempo.

O atleta #6 apresentou assimetria na relação flexores/extensores no lado dominante nas duas avaliações no dinamômetro isocinético, nas quais os flexores obtiveram resultados abaixo do valor de referência de 60%. Ou seja, os flexores do joelho produziram menor trabalho que o esperado.

O atleta #6 também apresentou aumento da RI do quadril entre a segunda e terceira avaliação período, ficou mais distante do recomendado (Av2 = D:40 ND:42; Av3 = D:50 ND:47).

As cargas internas na semana anterior a lesão, e nos 7 dias que antecederam a lesão, foram similares aos do restante do grupo. Somente o valor do *strain* foi acima da média do grupo, entretanto dentro do intervalo de 2 desvios padrão. A carga total e o *strain* de 2 e de 4 semanas antes da semana da lesão também foram elevadas, como podemos ver no gráfico 7.

Acredita-se que o acúmulo de jogos, noites de sono insuficientes, carga mecânica distribuída assimetricamente associada com carga de trabalho elevada podem ter contribuído para o surgimento desta lesão.

Lesão 3

A terceira lesão (coxa anterior, lado dominante, 23 dias de afastamento) ocorreu em um sábado, após 1 dia de folga antecedido por 4 dias consecutivos de treinos. O atleta #8 apresentou flexibilidade de Isquiossurais reduzida, ADM de dorsiflexão de tornozelo reduzida, função de extensores do quadril muito abaixo do recomendado, em todas três avaliações clínicas realizadas. Apresentou RI do quadril no limite inferior, tendendo para alta rigidez, nas três avaliações, sendo que a segunda foi o pior resultado. Na avaliação no dinamômetro isocinético, o atleta apresentou acentuado desequilíbrio (76,4%) na relação Flexores/Extensores do joelho no lado dominante e assimetria (27%) dos extensores do joelho, sendo o lado dominante mais fraco. O atleta realizou somente uma avaliação no dinamômetro isocinético.

O atleta #8 teve redução do desempenho de 23% no teste de função dos extensores no lado dominante entre a avaliação 2 e 3. O CV médio ao longo da temporada para ambos os lados foi de aproximadamente 23%. A redução no desempenho do teste, acima do CV, pode indicar piora da função do grupo dos extensores do quadril, e conseqüentemente, ter gerado sobrecarga em outros grupos musculares e contribuído com a lesão deste atleta.

Na semana anterior a lesão o atleta #8 estava com a relação agudo crônico em 1,8 (acima do valor recomendado de 0,8 a 1,3), representando aumento de carga de trabalho nesta semana. Outro fator que chama a atenção é o período com baixas cargas de trabalho nas semanas 24 e 25 devido ao afastamento dos treinos por lesão (não muscular). Provavelmente causando destreino ao atleta como representado no gráfico 8. Além disso, na semana da lesão o atleta também apresentou uma relação

A/C elevada (2,85). A carga total, monotonia e *strain* também estavam elevadas na semana da lesão, sendo a diferença acima de 2 desvios padrão da média do grupo.

Acredita-se que: o período de cargas baixas pode ter gerado destreino; associado com 2 semanas de elevação da carga de trabalho; sendo a semana da lesão especialmente elevadas na percepção do atleta, associadas com os desequilíbrios biomecânicos, principalmente a relação flexores/extensores do joelho ruim e pouca RI do quadril, foram determinantes para que essa lesão ocorresse.

Lesão 4

A quarta lesão (panturrilha, lado dominante, 9 dias de afastamento) ocorreu novamente com o atleta #6 durante uma competição na segunda feira. Nos 7 dias que antecederam a lesão, ocorreram 3 jogos, 3 treinos (sem dados) e 1 folga.

Na semana da lesão, os valores de carga semanal, monotonia, relação A/C e *strain* estavam dentro de 2 desvios padrão da média do grupo. Como houve acúmulo de jogos nessa semana seguidos de treino, o tempo de recuperação pode não ter sido insuficiente. Além disso, nos 11 dias anteriores a lesão foram realizados 5 jogos, sendo provável que todo o grupo de atletas estava com recuperação incompleta.

Entretanto, 2 e 4 semanas antes da lesão houveram picos da carga de trabalho representados principalmente pela alta da relação A/C e *strain*, como demonstrado no gráfico 9.

O atleta apresentou grande ADM de RI do quadril, o que pode ter contribuído com menor capacidade de rotação externa do membro inferior, conseqüentemente, menor ressuspinação durante a marcha e sobrecarga dos músculos responsáveis pela impulsão na marcha e corrida (FONSECA *et al.*, 2007).

Acredita-se que: os picos de *strain* e relação A/C 2 e 4 semanas antes da semana da lesão; associados com acúmulo de jogos; juntamente com grande ADM de RI do quadril foram determinantes para essa lesão.

Lesão 5

A quinta lesão (adutores, lado dominante, 9 dias de afastamento) ocorreu com o atleta #10. Este atleta apresentou: ADM de dorsiflexão reduzida bilateralmente e RI do quadril reduzida nas três avaliações clínicas realizadas. Na avaliação no dinamômetro isocinético apresentou valores abaixo do recomendado na relação flexores/extensores em ambos os lados, nas duas avaliações no dinamômetro isocinético, pior no lado dominante (Av1: D: 52,6 ND: 49,7; Av2 D: 47,3 ND: 50,4).

A lesão ocorreu em uma segunda feira, na semana anterior, ocorreram 2 sessões de treino (segunda e terça feira), seguidas de um jogo (casa), seguida de 1 dia de folga, mais 2 sessões de treino e uma folga no domingo.

A carga de trabalho do atleta não foi diferente do restante do grupo com todos os parâmetros dentro do intervalo de 2 desvios padrão. O valor da relação A/C na semana anterior era de 1,91, valor considerado elevado. Podemos perceber no gráfico 10 o aumento constante das cargas de trabalho semanais durante 2 semanas consecutivas, juntamente com o aumento da relação A/C e strain.

Acredita-se que: as características biomecânicas do atleta como, pouca RI de quadril e relação flexores/extensores no isocinético abaixo do valor de referência, podem ter gerado sobrecarga de forma irregular em diferentes grupos musculares. A associação das características biomecânicas com o aumento, em 2 semanas consecutivas, da relação agudo/crônica, *strain* e carga total semanal, foram determinantes para o surgimento desta lesão. É válido ressaltar que na semana anterior à lesão foi realizado um jogo e não foi registrado os dados da carga de trabalho, ou seja, os valores da carga total e relação A/C provavelmente seriam mais elevados.

4.6 Carga interna

Para o cálculo de carga interna, e os cálculos derivados dela, utilizou-se a PSE da sessão de treino, medida indireta da fadiga causada pelo treino. Apesar de ser uma forma prática para a coleta de informações sobre a intensidade do treino, ela é influenciada por fatores que como: duração do treino (MORANDI *et al.*, 2020), concentrações de lactato, níveis de glicogênio muscular, traços de personalidade, memórias dentre outros (WILLIAMS; ESTON, 1989). Essa tabela foi inicialmente desenvolvida para ser utilizada com exercícios aeróbicos com incremento gradual da carga, e, correspondem ao comportamento do lactato sanguíneo durante esse tipo de exercício. O futsal é uma modalidade intermitente e a contribuição da geração de energia pela via anaeróbica pode resultar em diferentes percepções assim como ocorre no futebol (IMPELLIZZERI *et al.*, 2004; MORANDI *et al.*, 2020). Além disso, fadiga e dor podem ser um fator de confusão, reduzindo a relação da resposta PSE da sessão com a real intensidade do treino (MALONE *et al.*, 2019).

Existem vieses de utilizar-se da PSE da sessão para cálculo da carga interna de treino, porém devido ao baixo custo, praticidade e boa correlação com outras

medidas de carga interna essa ferramenta se torna útil. Foram encontrados valores elevados (0,92) da correlação entre PSE da sessão e TRIMP de Banister, que é uma medida representativa da carga interna, baseada na frequência cardíaca e duração da sessão (MORANDI *et al.*, 2020; NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010). Nakamura (NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010) demonstrou que em vários esportes houve uma boa correlação entre PSE da sessão e frequência cardíaca, inclusive no futebol. Portanto, na ausência de instrumentos com maior tecnologia para medir a carga interna, a PSE da sessão pode ser utilizada com razoável acurácia (BORRESEN; IAN LAMBERT, 2009).

Visto que a PSE é influenciada por diversos fatores nos treinos, acreditamos que ela sofreria maior influência para verificar a intensidade dos jogos. Desta forma, para não excluir a carga dos jogos, a qual consideramos relevante, isso calculamos a carga de trabalho dos jogos multiplicando o tempo em quadra por 10.

4.7 Lesões musculares

Lesões musculares são disfunções que se desenvolvem quando uma combinação de fatores ambientais, pessoais e da tarefa se interagem e proporcionam seu surgimento. Esses fatores tem escalas de tempo diferentes, podendo contribuir de forma diferente para o surgimento de uma lesão. Por exemplo, abordando o aspecto pessoal: em questões de segundos, a capacidade de foco e atenção pode ser relevante; em questões de horas, o humor e a motivação podem influenciar e, em questões de meses, as adaptações fisiológicas como ganho de força ou acúmulo de fadiga podem ser determinantes. Já no aspecto ambiental: em questões de segundos, a posição da bola em um determinado momento do jogo pode ser muito relevante; em questões de dias, a pressão social (torcida, família e colegas de equipe) pode ter muita influência e, em questões de meses, a colocação da equipe no campeonato pode determinar o esforço de um atleta, podendo ultrapassar sua capacidade. Em relação à tarefa: Em questões de segundos, a ação de um oponente ou orientação do treinador pode determinar a ação e a intensidade; em questões de semanas a carga de trabalho e as variações dela podem ser mais relevantes e em questões de anos, o calendário das competições e as regras do esporte pode ser mais relevantes para o surgimento de lesões (POL *et al.*, 2018). Todos esses aspectos em diferentes escalas de tempo podem influenciar no surgimento de lesões esportivas, com algumas, podemos monitor e controlar, mas a maioria delas são imprevisíveis ou incontroláveis.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é a organização multinível dos sistemas do corpo humano. Ações motoras requerem uma combinação entre diversos níveis de componentes biológicos, desde moléculas, células, órgãos até membros utilizando-se de diversos processos bioquímicos também em diferentes escalas de tempo. Perturbações em algum componente biológico (ex: hipocalcemia, acúmulo de metabólitos ou restrição de mobilidade articular) ou em algum processo (ex: velocidade de condução dos impulsos nervosos) podem gerar desequilíbrio nos sistemas do corpo humano. Sendo que este, deverá se adaptar de alguma forma para que se mantenha íntegro. O corpo humano geralmente consegue se adaptar à perturbações pequenas, mas, dependendo da intensidade e frequência da perturbação, o corpo pode não ser capaz de retornar ao seu estado de equilíbrio e apresentar uma lesão como resultado (HULME *et al.*, 2017).

Nessa abordagem, acredita-se que lesões musculares são lesões crônicas, exceto as causadas por alongamentos excessivos ou traumáticas. O monitoramento e controle, de componentes biológicos, processos em diferentes níveis e escalas de tempo deve ser feito constantemente e individualmente afim de se evitar que pequenas perturbações sejam suficientes para desencadear grandes desequilíbrios (HULME *et al.*, 2017; STERN; HEGEDUS; LAI, 2020).

Nesta pesquisa podemos perceber a pequena diferença entre os grupos de atletas com e sem lesão. As lesões destes atletas provavelmente ocorreram pela conjunção de alguns fatores analisados e provavelmente muitos outros que não foram controlados assim como discutido acima.

4.8 Limitações

Dentre os pontos fracos, podemos destacar o baixo número de participantes. Outra limitação foi não realizar a interação entre todas as variáveis coletadas no estudo, mas para isso, precisaríamos de um maior número de atletas e desfechos. Nielsen (NIELSEN *et al.*, 2019) estabeleceu um valor mínimo de 10 desfechos por variável para obter-se análises robustas com interações de variáveis. Esse valor deverá ser multiplicado por cada outra variável adicionada. Por exemplo, um modelo com 2 classificações sobre função de extensores do quadril (ex: acima e abaixo do valor de referência) precisaria de 10 desfechos. Entretanto se adicionarmos mais uma classificação com 2 grupos de outra variável, teríamos que multiplicar o número de desfecho necessários por 2. E assim por diante, com cada variável adicionada.

Analisar mais de uma temporada e estudos multicêntricos com mais atletas podem trazer resultados mais robustos e com maior validade externa.

Outra limitação foi não controlar variáveis que já foram associadas com lesões em outros estudos. Por exemplo: sono (MILEWSKI *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2020), humor (ESMAEILI; HOPKINS; *et al.*, 2018), alimentação (DOMA *et al.*, 2020), fatores psicológicos e emocionais (LI *et al.*, 2017), idade (FRECKLETON; PIZZARI, 2013; TIMMINS *et al.*, 2016) e capacidade aeróbica (MALONE *et al.*, 2017). Lesões pregressas também já foram relacionados com lesões (GREEN *et al.*, 2020) e neste estudo não foi analisado. O objetivo desta pesquisa era investigar lesões musculares em membros inferiores, e o histórico autorrelatado de uma lesão antiga em um determinado grupo muscular poderia não ser clinicamente relevante. Alguns dos testes clínicos realizados tem como objetivo, identificar o desempenho funcional momentâneo, independente de lesão pregressa.

5 CONCLUSÃO

Lesões são inerentes ao esporte, e no futsal não é diferente. Entretanto as diferenças entre atletas com e sem lesão são sutis. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre atletas com e sem lesão para: RI do quadril, mobilidade de tornozelo e assimetria na função dos extensores do quadril. Essas variáveis devem ser acompanhadas para melhor direcionar o trabalho preventivo. O dinamômetro isocinético não apresentou diferenças entre os dois grupos, mas mesmo assim, é uma ferramenta interessante para avaliar assimetrias individuais.

Os dados de carga anual pouco diferem entre os grupos com e sem lesão, provavelmente a distribuição da carga em curtos períodos é mais relevante. As semanas que antecederam as lesões apresentam diferenças clinicamente relevantes, mas não estatisticamente. Isso mostra que são diferenças pequenas e podem contribuir parcialmente para a lesão assim como outras variáveis.

É esperado que as capacidades dos atletas se alterem durante a temporada, como foi encontrado neste estudo. O CV é específico de cada teste e pode ser utilizado para verificar se uma alteração nos valores está dentro do normal.

Cada variável impacta de uma forma em cada atletas. Como foi defendido por Gabbett e Whitley (GABBETT; WHITELEY, 2017), as métricas adequadas para prevenção e performance ainda não estão totalmente estabelecidas. E essas métricas deveriam ser determinadas para cada esporte e talvez para cada atleta. Ainda são necessários mais estudos para entender as relações entre carga de treino, capacidades individuais, risco de lesões e performance.

A análise comparativa entre os grupos de atletas com e sem lesão pode trazer informações importante, mas a avaliação individual de cada atleta deve ser realizada, principalmente se tratando de atletas de elite.

A prevenção de lesões é uma tarefa complicada pois não sabemos o estado exato (de fadiga, de treinamento, de motivação e nutricional) do atleta no momento que ele receberá a carga de trabalho (SHMUELI, 2010). Acompanhar o desenvolvimento e a condição atual do atleta pode ajudar a termos melhor precisão para controle e aplicação da carga de trabalho. Entretanto, nem sempre podemos aferir a capacidade de forma fidedigna e nem sempre podemos controlar a carga de trabalho, por exemplo em jogos onde existe elevado nível de imprevisibilidade.

Combinar o conhecimento dos diferentes membros da comissão técnica, avaliações frequentes dos fatores de risco, da força e capacidade aeróbica, assim

com o monitoramento e controle carga de trabalho e níveis de recuperação pode ser o caminho (GABBETT, 2020; GABBETT; WHITELEY, 2017; WINDT *et al.*, 2017).

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Giovanna M. *et al.* Muscular performance characterization in athletes: A new perspective on isokinetic variables. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 6, p. 521–529, 2014.
- ANDRADE, Renato *et al.* Is the Acute: Chronic Workload Ratio (ACWR) Associated with Risk of Time-Loss Injury in Professional Team Sports? A Systematic Review of Methodology, Variables and Injury Risk in Practical Situations. **Sports Medicine**, v. 50, n. 9, p. 1613–1635, 2020.
- BAHR, Roald *et al.* International Olympic Committee consensus statement : methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE- - SIIS)). **British journal of sports medicine**, v. 0, n. 1, p. 1–18, 1 abr. 2020.
- BAHR, Roald. Why screening tests to predict injury do not work-and probably never will.: A critical review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 13, p. 776–780, 2016.
- BAHR, Roald; CLARSEN, Benjamin; EKSTRAND, Jan. Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 16, p. 1018–1021, ago. 2018.
- BENNELL, K. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. **British Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 4, p. 309–314, 1 dez. 1998.
- BENNELL, Kim L *et al.* Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. **The Australian journal of physiotherapy**, v. 44, n. 3, p. 175–180, 1998.
- BITTENCOURT, N F N *et al.* Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition—narrative review and new concept. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 21, p. 1309–1314, nov. 2016.
- BORRESEN, Jill; IAN LAMBERT, Michael. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**. [S.l: s.n.]. , 2009.
- BUCKTHORPE, Matthew *et al.* Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: Translating research into practice. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 7, p. 449–456, 2019.
- CARVALHAIS, Viviane Otoni do Carmo *et al.* Validity and reliability of clinical tests for assessing hip passive stiffness. **Manual Therapy**, v. 16, n. 3, p. 240–245, jun. 2011.
- CLAUDINO, João Gustavo *et al.* Current Approaches to the Use of Artificial Intelligence for Injury Risk Assessment and Performance Prediction in Team Sports: a Systematic Review. **Sports Medicine - Open**, v. 5, n. 1, 2019.

COLES, Philip Alexander. An injury prevention pyramid for elite sports teams. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 15, p. 1008–1011, 2018.

COOK, Chad. Predicting future physical injury in sports: it's a complicated dynamic system., if you know how dynamic systems work, you will better predict sports injuries.sugestão para avaliar construtos e não testes específicos., **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 22, p. 1356–1357, nov. 2016.

CROISIER, Jean Louis *et al.* Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. **American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 1469–1475, 2008.

DALEN, Terje; LORÅS, Håvard. Monitoring Training and Match Physical Load in Junior Soccer Players: Starters versus Substitutes. **Sports**, v. 7, n. 3, p. 70, 19 mar. 2019.

DAVIS, D Scott *et al.* Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. **Journal of strength and conditioning research**, v. 22, n. 2, p. 583–588, mar. 2008.

DEL COSO, Juan *et al.* More than a “speed gene”: ACTN3 R577X genotype, trainability, muscle damage, and the risk for injuries. **European journal of applied physiology**, v. 119, n. 1, p. 49–60, jan. 2019.

DOGRAMACI, Sera N; WATSFORD, Mark L; MURPHY, Aron J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **Journal of strength and conditioning research**, v. 25, n. 3, p. 646–51, mar. 2011.

DOMA, Kenji *et al.* Selected root plant supplementation reduces indices of exercise-induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. **International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift für Vitamin- und Ernährungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition**, p. 1–21, 16 nov. 2020.

DRAWER, S; FULLER, C.W. An economic framework for assessing the impact of injuries in professional football. **Safety Science**, v. 40, n. 6, p. 537–556, 1 ago. 2002.

DREW, Michael K; FINCH, Caroline F. The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 46, n. 6, p. 861–83, jun. 2016.

DVORAK, J; JUNGE, A. Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. **The American journal of sports medicine**, v. 28, n. 5 Suppl, p. S3-9, 2000.

ECKARD, Timothy G. *et al.* *The Relationship Between Training Load and Injury in Athletes: A Systematic Review.* **Sports Medicine**. [S.l.]: Springer International Publishing. , 1 ago. 2018.

EKSTRAND, J.; HÄGGLUND, M.; WALDÉN, M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 7, p. 553–558, jun. 2011.

EKSTRAND, Jan *et al.* Is there a correlation between coaches' leadership styles and injuries in elite football teams? A study of 36 elite teams in 17 countries. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 8, p. 527–531, 2018.

ESMAEILI, Alireza; STEWART, Andrew M. *et al.* Normal variability of weekly musculoskeletal screening scores and the influence of training load across an Australian football league season. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. FEB, p. 1–10, 2018.

ESMAEILI, Alireza; HOPKINS, William G.; *et al.* The individual and combined effects of multiple factors on the risk of soft tissue non-contact injuries in elite team sport athletes. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. SEP, p. 1–16, 2018.

FONSECA, Sérgio *et al.* Integration of stresses and their relationship to the kinetic chain. **Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal Rehabilitation**. [S.l.: s.n.], 2007. p. 476–486.

FOSTER, Carl. **Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome**. jul. 1998, [S.l.: s.n.], jul. 1998. p. 1164–1168.

FOSTER, CARL *et al.* A New Approach to Monitoring Exercise Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.

FRECKLETON, Grant; COOK, Jill; PIZZARI, Tania. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 8, p. 713–7, abr. 2014.

FRECKLETON, Grant; PIZZARI, Tania. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 6, p. 351–358, 2013.

GABBETT, Tim J. Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 1, p. 58–66, 2020.

GABBETT, Tim J. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? **British Journal of Sports Medicine**. [S.l.]: BMJ Publishing Group. , 1 mar. 2016

GABBETT, Tim J.; WHITELEY, Rod. Two training-load paradoxes: Can we work harder and smarter, can physical preparation and medical be teammates? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, p. 50–54, 2017.

GABBETT, Tim J *et al.* In pursuit of the “Unbreakable” Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation? **British journal of sports medicine**, p. bjsports-2018-099995, 13 nov. 2018.

GREEN, Brady *et al.* Recalibrating the risk of hamstring strain injury (HSI) - A 2020 systematic review and meta-analysis of risk factors for index and recurrent HSI in sport.

British Journal of Sports Medicine, p. 1–10, 2020.

HÄGGLUND, M; WALDÉN, M; EKSTRAND, J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. **British journal of sports medicine**, v. 40, n. 9, p. 767–72, set. 2006.

HULIN, Billy T. *et al.* The acute: Chronic workload ratio predicts injury: High chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. **British Journal of Sports Medicine**. [S.I.]: BMJ Publishing Group. , 1 fev. 2016.

HULIN, Billy T *et al.* Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 8, p. 708–12, abr. 2014.

HULME, A. *et al.* From control to causation: Validating a ‘complex systems model’ of running-related injury development and prevention. **Applied Ergonomics**, v. 65, p. 345–354, 1 nov. 2017.

IMPELLIZZERI, Franco M. *et al.* Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1042–1047, jun. 2004.

JONES, Christopher M.; GRIFFITHS, Peter C.; MELLALIEU, Stephen D. Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. **Sports Medicine**. [S.I.]: Springer International Publishing. , 1 maio 2017.

LI, Hongmei *et al.* Preseason Anxiety and Depressive Symptoms and Prospective Injury Risk in Collegiate Athletes. **American Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 9, p. 2148–2155, 1 jul. 2017.

LÓPEZ-VALENCIANO, Alejandro *et al.* Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 12, p. 711–718, jun. 2020.

MALONE, Shane *et al.* Can the workload–injury relationship be moderated by improved strength, speed and repeated-sprint qualities? **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 1, p. 29–34, 2019.

MALONE, Shane *et al.* Protection Against Spikes in Workload With Aerobic Fitness and Playing Experience: The Role of the Acute:Chronic Workload Ratio on Injury Risk in Elite Gaelic Football. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 3, p. 393–401, mar. 2017.

MANI, Karin *et al.* Validity and reliability of a novel instrumented one-legged hop test in patients with knee injuries. **Knee**, v. 24, n. 2, p. 237–242, 1 mar. 2017.

MARKOVIC, Goran *et al.* Adductor Muscles Strength and Strength Asymmetry as Risk Factors for Groin Injuries among Professional Soccer Players: A Prospective Study. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 14, jul. 2020.

MENDIGUCHIA, Jurdan; ALENTORN-GELI, Eduard; BRUGHELLI, Matt. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? **British journal of sports medicine**, v. 46, n. 2, p. 81–5, fev. 2012.

MENNIN, Stewart. Complexity and health professions education: a basic glossary. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, v. 16, n. 4, p. 838–840, 14 jun. 2010.

MILEWSKI, Matthew D *et al.* Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. **Journal of pediatric orthopedics**, v. 34, n. 2, p. 129–133, mar. 2014.

MITCHELL, John A *et al.* Variable Changes in Body Composition, Strength and Lower-Body Power During an International Rugby Sevens Season. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 4, p. 1127–1136, abr. 2016.

MØLLER, M *et al.* Handball load and shoulder injury rate: a 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 4, p. 231–237, fev. 2017.

MORANDI, Rodrigo F. *et al.* Preliminary Validation of Mirrored Scales for Monitoring Professional Soccer Training Sessions. **Journal of Human Kinetics**, v. 72, n. 1, p. 265–278, 2020.

MURRAY, N B *et al.* Individual and combined effects of acute and chronic running loads on injury risk in elite Australian footballers. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 27, n. 9, p. 990–998, set. 2017.

NAKAMURA, Fábio Yuzo; MOREIRA, Alexandre; AOKI, Marcelo Saldanha. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, 2010.

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

NIELSEN, Rasmus Oestergaard *et al.* Time-to-event analysis for sports injury research part 2: Time-varying outcomes. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 1, p. 70–78, 2019.

O’SULLIVAN, Kieran *et al.* The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of irish gaelic footballers. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 9, n. 1, p. 1–8, 6 mar. 2008.

ORCHARD, J *et al.* Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. **The American journal of sports medicine**, v. 25, n. 1, p. 81–85, 1997.

ORCHARD, John W. *et al.* Cricket fast bowling workload patterns as risk factors for tendon, muscle, bone and joint injuries. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 16, p. 1064–1068, 2015.

PAGE, Phil. Beyond statistical significance: clinical interpretation of rehabilitation research literature. **International journal of sports physical therapy**, v. 9, n. 5, p. 726–36, 2014.

POL, Rafel *et al.* From microscopic to macroscopic sports injuries. Applying the complex dynamic systems approach to sports medicine: a narrative review. **British journal of sports medicine**, Aborda sobre varios aspectos q influenciam na lesão. divide em constrains ao inves de fatores de risco. Separa em diferentes scales of time e em Task, Personal e enviroment.A pena que quebrou o camelo, p. bjsports-2016-097395, 19 abr. 2018.

RABIN, Alon; PORTNOY, Sigal; KOZOL, Zvi. The Association of Ankle Dorsiflexion Range of Motion With Hip and Knee Kinematics During the Lateral Step-down Test. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 46, n. 11, p. 1002–1009, nov. 2016.

REURINK, Gustaaf *et al.* Reliability of the Active and Passive Knee Extension Test in Acute Hamstring Injuries. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 1757–1761, 4 ago. 2013.

ROBERTSON, Samuel; BARTLETT, Jonathan D.; GASTIN, Paul B. Red, Amber, or Green? Athlete Monitoring in Team Sport: The Need for Decision-Support Systems. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Sera q é valido avaliar varias medidas de um mesmo construto?quais medidas realmente sao validas, conficaveis e viaveis?Resumo no word, v. 12, n. Suppl 2, p. S2-73-S2-79, 2 abr. 2017.

ROSSI, Alessio *et al.* Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. **PloS one**, v. 13, n. 7, p. e0201264, 25 jul. 2018.

SAMS, Matt L *et al.* Quantifying Changes in Squat Jump Height Across a Season of Men’s Collegiate Soccer. **Journal of strength and conditioning research**, v. 32, n. 8, p. 2324–2330, ago. 2018.

SHAH, Sarav S *et al.* Hip Range of Motion: Which Plane of Motion Is More Predictive of Lower Extremity Injury in Elite Soccer Players? A Prospective Study. **Journal of surgical orthopaedic advances**, v. 28, n. 3, p. 201–208, 2019.

SHMUELI, Galit. To explain or to predict? **Statistical Science**, v. 25, n. 3, p. 289–310, 2010.

SILVA, Andressa *et al.* Poor Sleep Quality’s Association With Soccer Injuries: Preliminary Data. **International journal of sports physiology and performance**, v. 15, n. 5, p. 671–676, maio 2020.

STARES, Jordan *et al.* Identifying high risk loading conditions for in-season injury in elite Australian football players. **Journal of science and medicine in sport**, v. 21, n. 1, p. 46–51, jan. 2018.

STERN, Benjamin D.; HEGEDUS, Eric J.; LAI, Ying Cheng. Injury prediction as a non-linear system. **Physical Therapy in Sport**, v. 41, p. 43–48, 2020.

TAK, Igor *et al.* Is lower hip range of motion a risk factor for groin pain in athletes? A systematic review with clinical applications. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 22, p. 1611–1621, nov. 2017.

TIMMINS, Ryan G *et al.* Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 24, p. 1524–1535, dez. 2016.

TORO-PALACIO, Luis Fernando; OCHOA-JARAMILLO, Francisco Luis. [Health: an adaptive complex system]. **Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health**, v. 31, n. 2, p. 161–5, fev. 2012.

URBAN, Randall J. Growth hormone and testosterone: anabolic effects on muscle. **Hormone research in paediatrics**, v. 76 Suppl 1, p. 81–83, 2011.

VAN DYK, Nicol *et al.* A comprehensive strength testing protocol offers no clinical value in predicting risk of hamstring injury: A prospective cohort study of 413 professional football players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 23, p. 1695–1702, 2017.

VAN MECHELEN, W; HLOBIL, H; KEMPER, H C. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 14, n. 2, p. 82–99, ago. 1992.

VANRENTERGHEM, Jos *et al.* Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. **Sports Medicine**, v. 47, n. 11, p. 2135–2142, 2017.

VERHAGEN, Evert *et al.* Do not throw the baby out with the bathwater; Screening can identify meaningful risk factors for sports injuries. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 19, p. 1223–1224, 2018.

VERHAGEN, Evert; GABBETT, Tim. Load, capacity and health: Critical pieces of the holistic performance puzzle. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 1, p. 5–6, 2019.

WILKE, Carolina F. *et al.* Faster and slower posttraining recovery in futsal: Multifactorial classification of recovery profiles. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 8, p. 1089–1095, 2019.

WILLIAMS, J G; ESTON, R G. Determination of the intensity dimension in vigorous exercise programmes with particular reference to the use of the rating of perceived exertion. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 8, n. 3, p. 177–189, set. 1989.

WINDT, Johann *et al.* Why do workload spikes cause injuries, and which athletes are at higher risk? Mediators and moderators in workload-injury investigations. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 13, p. 993–994, 2017.