

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

CIRO RENATO MIRANDA JUNIOR

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CARGAS MECÂNICAS E RISCO DE LESÕES
EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CURITIBA
2024**

CIRO RENATO MIRANDA JUNIOR

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CARGAS MECÂNICAS E RISCO DE LESÕES
EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL**

**Analysis of the relationship between mechanical load and risk of injury in
professional football athletes**

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Biomédica, do PPGEB, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador(a): Prof. Dr. Elto Legnani.

CURITIBA

2024



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba



CIRO RENATO MIRANDA JUNIOR

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CARGAS MECÂNICAS E RISCO DE LESÕES
EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado
como requisito para obtenção do título de Mestre
Em Ciências da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR). Área de
concentração: Engenharia Biomédica.

Data de aprovação: 17 de junho de 2024

Dr. Elto Legnani, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Andre Olimpio Martins, Doutorado - Universidade Estadual do Ceará (Uece)

Dr. Fabricio Cieslak, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Dr. Julio Cesar Bassan, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 02/07/2025.

Dedico este trabalho a Deus, por me cuidar durante todo o processo, à minha família, pelos momentos de ausência, aos meus orientadores pela paciência e zelo ao longo do caminho, aos amigos que participaram dessa pesquisa e aos atletas pelos momentos de cobrança, ao clube que acolheu o projeto com seriedade.

RESUMO

As dinâmicas das cargas de treinamento e a ocorrência de lesões esportivas em atletas de futebol profissional, tem motivado pesquisas pelo mundo. Cargas mecânicas de treinamento engloba variáveis, com demandas impostas pelos treinamentos e jogos, podendo ser mecânica, fisiológica e perceptual. O monitoramento tem sido essencial permitindo avaliar as intervenções e estratégias de gestão. Embora fornecidos valores de referência para diversas medidas de intensidade, como esforço percebido e distâncias percorridas, ainda há lacunas em relação à sua associação com o risco de lesões. Objetivo: Analisar a relação entre cargas mecânicas e risco de lesões em atletas profissionais de futebol. Metodologia: Esse estudo apresenta delineamento transversal, de caráter observacional retrospectivo, descritivo e correlacional. Foram selecionados, 15 atletas de futebol, na categoria profissional da série A durante o Campeonato Brasileiro de futebol 2023, totalizando 21 semanas. Foi utilizado o dispositivo GPS da marca *Catapult*, modelo S7, 10hz GPS. Resultados: As variáveis de volume, apresentaram diferenças para o fator Posição na variável Avaliação de Movimento Inercial de Aceleração alta (IMA Acc Alta) ($p=0,030$), para a variável Densidade de Aceleração ($p=0,044$), os Defensores com valores menores em comparação aos Meio-campistas, e para as mudanças de direção de baixa ($p=0,006$) e média ($p=0,035$) Aceleração, a favor dos Meio- campistas. Em relação ao fator Evento (treino/jogo), variáveis de Avaliação de Movimento Inercial de Desaceleração (IMA Dec Alta) e Densidade de Aceleração não apresentaram diferenças entre Eventos. Para a intensidade, nem a Frequência Cardíaca Máxima ($p=0,579$) e nem a Desaceleração Máxima ($p=0,085$) apresentaram diferenças para o fator Posição, as outras variáveis foram significativas. Em relação ao Evento, diferenças estatísticas foram observadas para as variáveis, com valores superiores para Jogo em comparação ao Treino ($p<0,001$). Foram contabilizadas 34 lesões no período de acompanhamento, 85,3% das lesões sem contato e 14,7% por contato. A comparação entre os volumes acumulados durante 2, 3 ou 4 semanas previamente a ocorrência da lesão, apresentou diferença para a IMA Acc Alta ($p<0,05$), apresentando valores de acúmulo de ações de aceleração de alta intensidade maior para os atletas que não lesionaram. Conclusão: Este estudo demonstra que existe relação entre as cargas mecânicas e o aparecimento de lesões. Foi possível verificar que os atletas meio campistas realizaram maior volume de ações relacionadas ao IMA Acc Alta, Densidade de Aceleração e MDIR, entendemos que os jogadores dessa posição necessitam realizar trabalhos preventivos. Para o tipo de evento (treino ou jogo), apenas as variáveis IMA Dec Alta e Densidade de Aceleração não apresentaram diferenças estatísticas. Comparando os volumes de ações acumulados (treinos e jogos) nas semanas prévias e a ocorrência da lesão, foi observado pelos resultados em valores acumulados de ações de aceleração de alta intensidade, maior para os atletas que não se lesionaram. Os achados de IMA acc alta como fator protetor para lesões tem grande validade no contexto prático do treinamento. Além das diferenças identificadas entre posições e eventos que podem guiar estratégias de treinamento e gestão de carga para otimizar o desempenho e reduzir o risco de lesões.

Palavra-chave: cargas de treinamento; futebol; estresse físico; lesões esportivas; GPS

ABSTRACT

The dynamics of training loads and the occurrence of sports injuries in professional football athletes, has motivated research around the world. Mechanical training loads encompass variables, with demands imposed by training and games, and can be mechanical, physiological and perceptual. Monitoring has been essential in evaluating management interventions and strategies. Although reference values are provided for measurements of intensity, such as perceived effort and traveled distances, there are gaps in relation to their association with the risk of injury. Objective: To analyse the relationship between mechanical loads and risk of injury in professional football athletes. Methodology: This study presents transversal delineation, of retrospective observational character, descriptive and correlational. They were selected, 15 football athletes, in the professional category of Serie A during the Brazilian Football Championship 2023, totaling 21 weeks. It was used the GPS device of the brand Catapult, model S7, 10hz GPS. Results: Volume variables, presented differences for the Position factor in the High Acceleration Inertia Movement Assessment (IMA Acc High) variable ($p=0,030$), for the Accelerating Density variable ($p=0,044$), the Defenders with lower values compared to the midfielder, and for the lower direction changes ($P=0,006$) and the average ($P=0,035$) acceleration, in favour of the Midfielder. In relation to the Event Factor (Training/Play), Inertia Deceleration Movement Assessment (IMA Dec High) and Acceleration Density variables showed no differences between Events. For intensity, neither the maximum heart rate ($p=0,579$) nor the maximum deceleration ($p=0,085$) showed differences for the Position factor, the other variables were significant. In relation to the Event, statistical differences were observed for the variables, with higher values for Game compared to Training ($p<0,001$). 34 injuries were recorded during the follow-up period, 85.3% of non-contact injuries and 14.7% of contact injuries. The comparison between the volumes accumulated during 2, 3 or 4 weeks prior to the injury occurrence, showed a difference for the Acc High IMA ($p<0,05$), showing higher accumulation values of high-intensity acceleration actions for the athletes who did not injure. Conclusion: This study demonstrates that there is a relationship between mechanical loads and the appearance of injuries. It was possible to verify that the half-camping athletes carried out greater volume of actions related to IMA Acc High, Density of Acceleration and MDIR, we understand that the players of this position need to carry out preventive work. For the event type (training or game), only the IMA Dec High and Acceleration Density variables showed no statistical differences. Comparing the accumulated actions volumes (trainings and games) in the previous weeks and the occurrence of the injury, it was observed by the results in cumulative values of high-intensity acceleration actions, higher for the athletes who did not injure themselves. The findings of high acc IMA as a protective factor for injuries have great validity in the practical context of training. In addition to the differences identified between positions and events that can guide training and load management strategies to optimize performance and reduce the risk of injury.

Keyword: training loads; soccer; physical stress; sports injuries; GPS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Porcentagem de lesões musculares durante as 3 temporadas.....	28
Figura 2 - Adaptação biológica a partir do ciclo de carga e recuperação	31
Figura 3 – Dispositivo sistema de posicionamento global – s7/g7.	34
Figura 4- Exemplo de microciclo semanal especificadas de acordo com os conteúdos.	36
Figura 5- Linha do tempo com a descrição das datas de cada microciclo para o estudo	37
Figura 6 – Número de lesões por local e mecanismo	44
Figura 7 - Número de lesões por evento e posição	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características dos microciclos curto, regular e longo.....	20
Tabela 2 - Microciclo regular padrão utilizado no estudo.....	36
Tabela 3 – Comparação entre fatores evento e posição para variáveis de volume	39
Tabela 4 – Comparação entre os fatores evento e posição para as variáveis de intensidade.	41
Tabela 5 - Comparação dos indicadores de volume acumulado por semanas com o desfecho de lesão	42

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ERAI	Esforços Repetitivos de Alta intensidade
FC	Frequência Cardíaca
FIFA	Federação Internacional de Futebol
GNSS	Sistema Global de Navegação por Satélite
GPS	Sistema Global de Posicionamento
HSR	Corrida de Alta Velocidade
IMA Acc	Análise de Movimento Inercial de Aceleração
IMA Dec	Análise de Movimento Inercial de Desaceleração
LPS	Sistema de Posicionamento Local
MDIR	Mudança de Direção
SR	Sprints
UEFA	União das Associações Europeias de Futebol
USB	Porta Serial Universal
)	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.2. PROBLEMA.....	14
1.3. OBJETIVO GERAL.....	14
1.3.1. Objetivos específicos.	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	15
2.1. CARACTERIZAÇÃO DO JOGO DE FUTEBOL	15
2.2. CARGA DE TREINO.....	16
2.3. MONITORAMENTO.....	21
2.4. LESÕES	25
2.5. LESÕES ESPORTIVAS E SUA RELAÇÃO COM AS CARGAS	28
3. METODOLOGIA.....	32
3.1. DESENHO E CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	32
3.1.1. População e amostra	32
3.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	32
3.2.1. Critérios de Inclusão	32
3.2.2. Critérios de Exclusão	32
3.3. RISCOS	33
3.4. BENEFÍCIOS.....	33
3.5. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	33
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
4. RESULTADOS.....	38
5. DISCUSSÃO	45
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	68
ANEXO A- AUTORIZAÇÃO PARA USO DE BANCO DE DADOS.....	68

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização do problema

Ultimamente, as dinâmicas entre as cargas de treinamento, recuperação física e a ocorrência de lesões esportivas em atletas de futebol profissional, tem motivado muitas pesquisas ao redor do mundo (GUALTIERI *et al.*, 2023). O entendimento desses fatores torna-se importante para potencializar a performance e reduzir o risco de lesões esportivas ao longo da temporada e melhorando a vida do atleta (BOWEN *et al.*, 2020). Nesse contexto, o conceito de carga de treinamento engloba diferentes variáveis, podendo estar relacionadas com as demandas impostas pelos treinamentos e jogos, incluindo aspectos mecânicos, fisiológicos e perceptuais (AMMANN; CHMURA, 2023; COUTTS; CROWCROFT; KEMPTON, 2018).

As cargas de treino podem ser definidas como internas ou externas e podem se referir a aspectos mensuráveis que acontecem internamente ou externamente ao atleta (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019). A carga externa é a medida de forma objetiva, da atividade que o atleta executou durante os treinos ou jogos e incluem saída de potência, velocidade, aceleração, análise tempo-movimento e desaceleração (BOURDON *et al.*, 2017). Enquanto as cargas internas são caracterizadas como agentes estressores, são as dificuldades impostas ao atleta enquanto está no período de treinos ou competições. Tais eventos certamente irão gerar respostas psicofisiológicas oriundas das cargas externas aplicadas (MIGUEL *et al.*, 2021). Conforme descreve Gabbett (2019), em geral, para haver evolução na performance, deve haver aumento da carga atual que o atleta apresenta. Porém o controle da carga pode apresentar efeitos positivos e deletérios, por exemplo, as alterações rápidas na carga de treino aumentam o risco de lesão, porém a carga ministrada de forma adequada cria atletas fortes e resistentes com capacidades aumentadas e com maior nível de tolerância às demandas competitivas (GABBETT, 2019; IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2019).

O monitoramento da intensidade do treinamento tem se mostrado uma prática essencial no futebol, permitindo às equipes de futebol avaliarem a eficácia de suas intervenções de desenvolvimento e estratégias de gestão (OLIVEIRA *et al.*, 2021). No entanto, embora sejam fornecidos valores de referência para diversas medidas de

intensidade, como esforço percebido nominal e distâncias percorridas, ainda há lacunas a serem preenchidas em relação à sua associação com o risco de lesões (IMPELLIZZIERI *et al.*, 2020).

A avaliação e o monitoramento de atletas de elite no futebol são condutas necessárias para acompanhar, controlar a carga e graduar os resultados do uso dessas cargas (NOBARI *et al.*, 2022). O trabalho da equipe deve ser compartilhado com o técnico e atleta com intuito de fornecer dados importantes para uma tomada de decisão mais assertiva sobre os treinos independente da fase da competição (IMPELLIZZIERI *et al.*, 2020).

Nesse sentido para Nobari *et al.* (2022), o treinamento do atleta de futebol requer um planejamento detalhado das cargas de treinamento de jogos. Isso implica em variar consideravelmente as cargas de treino entre os jogos, além do que, requer um monitoramento constante desses indicadores (BEATO *et al.*, 2018; IMPELLIZZIERI *et al.*, 2020) e da participação do treinador, preparador físico, fisiologista, fisioterapeuta, nutricionista dentre outros (MIGUEL *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Portanto, o planejamento do trabalho com cargas durante os treinamentos, permitirá que o atleta apresente respostas psicofisiológicas mais favoráveis durante os jogos, consequentemente aprimorando seu rendimento esportivo (JIANG *et al.*, 2022; MIGUEL *et al.*, 2021; NOBARI *et al.*, 2022).

Dentre os diversos recursos que dispomos para o monitoramento das cargas de treinamento, o uso de sistemas de dispositivos móveis e sistema de posicionamento global (GPS), tem mostrado uma série de vantagens, tais como: quantificação da distância total percorrida, número de acelerações, desacelerações, faixas de velocidade desenvolvidas pelo atleta em diferentes situações de jogo, e o melhor, tudo isso, com precisão de velocidade de entrega da informação em tempo real (BOWEN *et al.*, 2020; KUPPERMAN; HERTEL, 2020; OLIVEIRA-JU NIOR *et al.*, 2022).

Recentemente, surgiram equipamentos mais avançados que reduziram consideravelmente os erros de coleta de dados via GPS (KUPPERMAN; HERTEL, 2020), oferecendo resultados precisos quanto às métricas dos dados coletados. Nesse sentido, a modalidade Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) está válida na mensuração das distâncias no HSR (Corrida de Alta Velocidade) e o pico de velocidade e alta confiabilidade para os *sprints* (SR), trabalhos específicos de circuito. Ainda que, o uso amplo das atuais condutas utilizadas pelos profissionais envolvidos

pode apresentar limitações em seus limites oficiais. As referências de velocidade impostas pela União das Associações Europeias de Futebol (UEFA) e Federação Internacional de Futebol Association (FIFA), em competições oficiais são de 19 km/h e 23 km/h e 20 km/h e 25 km/h para HSR e sprint em mulheres e homens (FIFA, 2022). Houve uma crescente evolução no âmbito do monitoramento das cargas de treino devido a utilização do GPS em esportes de campo (BOWEN *et al.*, 2020; KUPPERMAN; HERTEL, 2020). No entanto, constata-se uma falta de consenso sobre esses limiares, destacando a necessidade de mais pesquisas para estabelecer padrões claros (GUALTIERI *et al.*, 2023; IMPELLIZZIERI *et al.*, 2020). Embora muitas métricas distintas tenham sido associadas ao aumento do risco de lesões em estudos individuais, a evidência geral permanece inconclusiva, destacando a complexidade dessas relações (FIFA, 2022). Outro aspecto relevante é o uso de métricas de carga de trabalho derivadas do GPS na determinação do risco de lesões (KUPPERMAN; HERTEL, 2020).

O aparecimento de lesão faz parte da rotina de quem pratica exercícios, sejam eles nível recreacional, amador ou profissional. Segundo Andersen *et al.* (2023), uma lesão é definida como uma modificação nos tecidos ou outra disfunção da função física normal, sendo também classificada de acordo com o modo de início. Porém, os atletas de alto rendimento, são mais acometidos, pelas exigências impostas, desde cargas de treino exigindo o máximo de entrega buscando excelência (IMPELLIZZIERI; MARCORA; COUTTS, 2019).

Desse modo, monitorar e avaliar individualmente atletas quanto às características de força-velocidade melhoram o treino e podem auxiliar no controle de lesões (JIMÉNEZ-REYES *et al.*, 2022). A compreensão dos resultados que a carga de treino produz no corpo do atleta torna-se a base para o direcionamento do programa de treinamento a ser estabelecido. O aumento do uso da tecnologia no esporte, incrementou a prescrição das cargas de treinamento e consequentemente a performance dos atletas (IMPELLIZZIERI *et al.*, 2020; JIANG *et al.*, 2022; NOBARI *et al.*, 2022) no entanto o número de lesões esportivas parece ter aumentado, (EDDENS; SOMEREN; HOWATSON, 2018; GUALTIERI *et al.*, 2023). As lesões esportivas também influenciam sobre as finanças dos clubes e atletas. Quando se fala em coletividade, o retorno esperado em troca pelos salários pagos e investimentos altos são os títulos e a conquistas de resultados positivos (COUTTS; CROWCROFT; KEMPTON, 2018; EDDENS; SOMEREN; HOWATSON, 2018; PFIRRMANN *et al.*,

2016). Estudos de Gabbett (2018), sugerem que quando submetemos o atleta mais precocemente a reabilitação o retorno é antecipado. A evolução da carga de treino fundamenta todo o processo de reabilitação e o retorno ao esporte. Diante desse contexto, este estudo se propõe a analisar a relação entre cargas mecânicas e risco de lesões em atletas profissionais de futebol.

1.2. Problema

Qual a relação entre cargas mecânicas e risco de lesões em atletas profissionais de futebol?

1.3. Objetivo Geral

Analisar a relação entre cargas mecânicas e risco de lesões em atletas profissionais de futebol.

1.3.1. Objetivos específicos

- 1 - Descrever o volume e a intensidade das ações mecânicas realizadas em treinos.
- 2 - Descrever o volume e a intensidade das ações mecânicas realizadas em jogos.
- 3 - Classificar e comparar o volume e a intensidade das ações mecânicas de acordo com as posições de jogo e o tipo de evento (treinos/jogos).
- 4 - Quantificar a ocorrência de lesões e o tipo de lesões.
- 5 - Comparar o volume e a intensidade das ações acumuladas, de acordo com o tipo de evento (treinos/jogos), com a ocorrência de lesões nos atletas de acordo com o tipo de evento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização do jogo de futebol

O futebol abrange a necessidade de cooperação e ao mesmo tempo oposição entre os atletas que jogam e seus times, cada estratégia exige um posicionamento e que vai ocasionar em uma determinada ação dos jogadores utilizando o espaço dentro das 4 linhas, essa dinâmica se mostra complexa e depende da organização e das informações disponíveis no momento em que o jogo acontece. Assim, cada situação exigida dentro do contexto da partida determina os comportamentos e tomadas de decisão, em todo o tempo em que o jogador está em campo (DAMBROZ; CLEMENTE; TEOLDO, 2022).

O futebol é um dos esportes mais praticados e populares que existe em todo território mundial, e claro, entre os que mais está em foco pela comunidade científica.

Em especial, as tecnologias de rastreamento têm se desenvolvido com dispositivos com respostas altamente precisas (SNYDER; MAUNG-MAUNG; WHITACRE, 2023).

Estima-se que cerca de 260 milhões de jogadores estejam inscritos em clubes de futebol em todo o mundo, tornando o futebol o esporte mais popular. Esta grande quantidade de participantes reflete o enorme impacto e influência que o futebol exerce globalmente, tanto em termos esportivos quanto culturais (CRUZ *et al.*, 2022). Além disso, o futebol é a atividade esportiva mais estudada, com quase 14.000 citações listadas no *Pubmed* e quase 60% mais artigos do que o próximo esporte mais estudado. Além disso, a pesquisa sobre futebol aumentou exponencialmente desde a década de 1970, com aproximadamente 98% de todas as publicações ocorrendo desde 1980, demonstrando o crescente interesse acadêmico neste esporte (KIRKENDALL, 2020).

O futebol é um esporte reconhecido pelas exigências de alta intensidade e pelos movimentos específicos, como saltos, arrancadas, chutes e mudanças bruscas de direção. Essas características contribuem para a alta incidência de lesões, tornando fundamental a implementação de medidas de prevenção e reabilitação. Tanto atletas profissionais quanto amadores são afetados, devido aos gramados irregulares e ao contato físico durante as partidas, destacando a importância de abordagens eficazes para lidar com o problema (SANTOS; AGUIAR; SIMÕES DA COSTA, 2023).

Quando praticado no campo o futebol é uma atividade esportiva amplamente praticada em todo o mundo, sendo caracterizada pela sua dinâmica, exigindo dos jogadores rapidez, força, resistência e habilidade técnica. Além disso, o futebol é um esporte coletivo, o que reforça a importância do desenvolvimento das capacidades físicas para o trabalho em equipe e a obtenção de bons resultados. Entender a contextualização do futebol de campo é fundamental para compreender a relevância do desenvolvimento das capacidades físicas para a prática desse esporte (BRANQUINHO *et al*, 2024).

Essa modalidade se destaca pela alta intensidade, caracterizado por movimentos rápidos e explosivos, exigindo dos jogadores uma combinação única de movimentos de alta intensidade, com acelerações, desacelerações, mudanças de direção, saltos, giros, chutes, arrancadas e paradas bruscas (SANTOS; AGUIAR; SIMÕES DA COSTA, 2023). A preparação física de futebolistas profissionais é uma área de extrema importância e complexidade, considerando os esforços próximos aos limites físicos durante os jogos competitivos. A integridade física dos atletas é uma preocupação constante da comissão técnica, especialmente dos preparadores físicos, que buscam constantemente por protocolos e metodologias para melhorar a performance dos jogadores. Além disso, a organização de períodos ideais de preparação periodizada é um desafio devido à quantidade de campeonatos simultâneos disputados ao longo da temporada. A força muscular e a velocidade de movimento são componentes essenciais que influenciam diretamente o desempenho dos jogadores, tornando-se foco de atenção da comissão técnica (NASCIMENTO *et al.*, 2020). A avaliação da carga de treinamento no futebol é essencial para entender e controlar o impacto do treinamento e das partidas no desempenho dos atletas (MIGUEL *et al.*, 2021).

2.2. Carga de treino

O termo “carga” pode ter diferentes definições. A palavra carga pode ser definida de diversas maneiras, usualmente conceituamos como um peso ou algo que provoque resistência por algo ou alguém. A carga externa de treino é aquela que se utiliza das variáveis prescritas para cada objetivo específico (trabalho físico), enquanto a carga interna (resposta psicológica e fisiológica individual à carga externa), tem

relação com a resposta fisiológica e emocional dada pelo indivíduo (IMPELLIZZIERI, MARCONA, COUTTS, 2019; IMPELLIZZIERI, RAMPININI, MARCORA, 2005).

As medidas de carga podem ser categorizadas como internas ou externas, dependendo se se referem a aspectos mensuráveis que ocorrem interna ou externamente ao atleta. Cargas externas são medidas objetivas do trabalho realizado pelo atleta durante o treinamento ou competição, que são determinadas pela organização, qualidade e quantidade de exercício (plano de treinamento). As medidas mais comuns de carga externa incluem saída de potência, velocidade, aceleração, análise tempo-movimento e desaceleração. Por outro lado, as cargas internas são definidas como os estressores biológicos relativos (tanto fisiológicos quanto psicológicos) impostos ao atleta durante o treinamento ou competição, refletindo as respostas psicofisiológicas que o corpo inicia para lidar com os requisitos provocados pela carga externa. Medidas como frequência cardíaca, lactato sanguíneo e esforço percebido avaliado são comumente usadas para avaliar a carga interna (BOURDON *et al.*, 2017; IMPELLIZZIERI, 2019; MIGUEL *et al.*, 2021).

O treinamento físico consiste em um processo de adaptação fisiológica do corpo em resposta à demanda imposta, com o objetivo de incremento da performance esportiva através do treino, sendo interpretado como demanda-resposta. Assim, as atividades estressoras impostas vão gerar resultados no desempenho e servir como parâmetro dessa adaptação, a esse processo chamamos de carga treinamento (IMPELLIZZIERI; MARCORA; COUTTS, 2019; SOLIGARD *et al.*, 2016).

Entender o vínculo de carga de treino e lesão se torna o alicerce que incrementa a performance e a prontidão do atleta (BOWEN *et al.*, 2020).

A compreensão dos resultados que a carga produz no corpo do indivíduo torna-se a base para o direcionamento do programa a ser estabelecido e então, como definição a carga externa de treino é aquela que se utiliza das variáveis prescritas durante o treino levando em consideração o programa, volume, intensidade, carga (BOURDON *et al.*, 2017; IMPELLIZZIERI, MARCONA, COUTTS, 2019). Carga de treinamento vem sendo utilizada de forma rotineira pela comunidade acadêmica na área do esporte como a expressão que mais traduz o exercício físico, e existe uma concordância no uso dos termos, carga de treinamento externa é quantidade de dificuldade imposta durante a atividade executada e a carga de treinamento interna é a resposta psicofisiológica à essa carga de treinamento externa imposta (IMPELLIZZIERI *et al.*, 2023). O corpo responde psico-fisiologicamente ao estresse

que o exercício proporciona, tornando-o então carga de treinamento (COUTTS, CROWFORD, KEMPTON, 2018).

Trabalhos como Gabbett (2018) e Hullin *et al.* (2016), mostram que se as cargas forem diminuídas, o risco de lesões cresce pelo desequilíbrio na performance, então se as cargas forem administradas de forma apropriada minimizam os estresses e conseqüentemente diminuem o risco de lesão. A falta de carga diminui o condicionamento (MAUPIN *et al.*, 2020). Em linhas gerais, a relação estímulo/resposta representa o treino e todas as adaptações geradas por ele. Os resultados do estudo de Delecroix (2019), apontam que quando utilizada a Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) como forma de mensurar a carga de trabalho interna não tem relação com o aparecimento de lesões na categoria sub 19. No entanto, na categoria sub-21, teve o aparecimento de lesão relacionado de forma positiva com a carga horária absoluta, acumulada por 21 ou 28 dias.

Em seu estudo Malone *et al.* (2017), observou que jogadores apresentaram risco aumentado de lesão quando submetidos a cargas elevadas cumulativas semanais (≥ 1500 a ≤ 2120 AU), e quando a carga cumulativa era alterada com variações semanais aplicadas, o risco também foi aumentado.

Através do estudo, observou-se que a carga aguda muito elevada (≥ 28.798 m) medida coletada por GPS, a distância total percorrida, tem associação com fator de risco para lesão aumentado, quando comparado com outras formas de execuções para trabalho de carga (variação de 1,9 a 13,9 $\times/\div$ 1,9 a 2,2; faixa de probabilidade= 86–98%, provável–muito provável. Não observando diferença no fator de risco para lesão em trabalhos com carga de crônica (variação de 0,6 a 1,3 $\times/\div$ 1,0 a 15,8; faixa de probabilidade=16–63%, improvável–possivelmente) (HULLIN *et al.*, 2016). Em seus achados o autor supracitado, demonstrou que a razão aguda:—crônica, em comparação a carga de trabalho absoluta isolada, é mais preventiva e que quando a taxa de trabalho para carga crônica mais alta é mais protetiva, ocorrem picos na carga aguda com maior risco de lesão. Para entender que os efeitos do treino dependem das métricas ajustadas para mensurar e estabelecer valores apropriados, como por exemplo: treino cumulativo, média ou máxima intensidade, de acordo com o objetivo proposto baseado nos resultados encontrados é de interesse dos profissionais envolvidos. E conclui que não pode existir uma única medida que traduza os resultados de forma precisa (IMPELLIZZIERI *et al.*, 2023).

A carga de treinamento de jogadores de futebol em um microciclo, que pode durar de um a vários dias focados em uma partida, é frequentemente comparada à carga de uma partida em campo. Contudo, limitações científicas dificultam comparações devido ao uso de diferentes sistemas de rastreamento. O microciclo, a menor unidade de planejamento do treinamento esportivo, organiza e distribui cargas de treino ao longo de uma semana, visando a adaptação fisiológica e o aprimoramento das capacidades físicas do atleta. A estrutura do microciclo inclui volume e intensidade do treino, distribuição das cargas, escolha dos exercícios e estratégias de recuperação, considerando as necessidades individuais dos atletas (AMMANN, 2023).

A compreensão do microciclo típico e sua importância torna-se essencial para os profissionais da área. Através da organização de treinos de força, resistência e velocidade, é possível garantir um equilíbrio entre estímulo e recuperação, visando a melhoria das capacidades físicas dos atletas. É necessário compreender a importância do microciclo como parte integrante do treinamento esportivo, já que é durante essa unidade de tempo que os atletas realizam uma série de atividades visando sua evolução física e técnica (DIAZ-SERRADILLA *et al.*, 2022).

Os microciclos podem ser abertos com uma parte maior do treino visando recuperação e possibilitam a adaptação do treinamento para as necessidades imediatas dos atletas. O outro tipo é o microciclo congestionado onde sua característica possui alta densidade de treino em curto período, comumente adaptado em fases de competição levando em consideração aspectos como recuperação, intensidade, especificidade e variedade. Dessa forma, os microciclos desempenham um papel fundamental na otimização do processo de treinamento esportivo e na maximização do desempenho atlético (BUCHHEIT *et al.*, 2024).

Na tabela 1 estão apresentados os dados de performance monitorados durante os treinos e jogos foram separados em categorias como, o dia do jogo é o Match (MD), MD-1 (1 dia anterior ao jogo), MD-2 (2 dias anteriores ao jogo), MD-3 (3 dias anteriores ao jogo), MD-4 (4 dias anteriores ao jogo) e MD+1 (1 dia pós jogo). Os microciclos com -5MD ou MD+2 sessões disponíveis nos microciclos de oito dias. A duração média dos microciclos foi de 7 dias, os microciclos foram categorizados como, curto (microciclos de cinco ou seis dias), microciclos regulares (microciclos de sete dias) e mais longo do que a média (microciclos de oito ou nove dias) (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2022).

Tabela 1- Características dos microciclos curto, regular e longo.

Comprimento	Dia	descrição
Microciclos curtos	MD+1	Exercícios de regeneração e atividades de baixo impacto para o grupo de jogadores que jogaram mais de 45 minutos na partida, enquanto o resto dos jogadores teve que compensar com rondos, exercícios de posse, circuitos de alta intensidade e jogos de pequenas faces.
	MD-4	Semelhante ao MD+1 com um aumento na intensidade através de jogos posicionais.
	MD-3	O MD-3 (para microciclos de cinco dias) foi semelhante ao MD+1 com um aumento de intensidade através de jogos posicionais, enquanto o MD-3 (para microciclos de seis dias) foi caracterizado por exercícios de transição, jogos posicionais e 11 contra 11 partidas.
	MD-2	Treinamento de força leve, tarefas de pressão e jogos de pequenos lados.
	MD-1	Revisão de elementos táticos relacionados à partida, jogue jogos de pequenas faces e execute exercícios de ativação.
	MD	Dia da partida.
Microciclos regulares	MD+1	Exercícios de regeneração e atividades de baixo impacto para o grupo de jogadores que jogaram mais de 45 minutos na partida, enquanto o resto dos jogadores teve que compensar com rondos, exercícios de posse, circuitos de alta intensidade e jogos de pequenas faces.
	MD+2	Dias de descanso.
	MD-4	Treinamento de força, tarefas de pressão e jogos de pequenos lados.
	MD-3	Treinamento de força, tarefas de pressão, jogos de pequenos e médios lados.
	MD-2	Treinamento de força preventivo, rondos, tarefas de controle e aprovação, exercícios táticos.
	MD-1	O MD-1 incluiu exercícios de ativação, jogos de pequenas faces e revisão das chaves táticas em relação à partida.
	MD	Dia da partida.
Microciclos longos	MD+1	Exercícios de regeneração e atividades de baixo impacto para o grupo de jogadores que jogaram mais de 45 minutos na partida, enquanto o resto dos jogadores teve que compensar com rondos, exercícios de posse, circuitos de alta intensidade e jogos de pequenas faces.
	MD+2	Dias de descanso
	MD-5	Exercícios de ativação, rondos e 11 contra 11 jogos (meia arremesso).
	MD-4	Treinamento de força, tarefas de pressão e jogos de pequenos lados.
	MD-3	Jogos posicionais de intensidade moderada, exercícios de transição e 11 contra 11 partidas.
	MD-2	Treinamento preventivo de força, rondos, exercícios táticos, tarefas de controle e aprovação.
	MD-1	Exercícios de ativação, jogos de pequeno porte 6x6+6 e revisão de chaves táticas em relação à partida.
	MD	Dia da partida.

Fonte: Oliva-Lozano et al. (2022).

2.3. Monitoramento

Com o aumento da utilização de tecnologia no esporte com o objetivo de melhorar a performance do atleta por razões diversas, e pelo aumento do número de praticantes de esporte no mundo como por exemplo; o futebol, corrida, entre outros, concomitantemente o número de lesões aumentou (EDDENS, SOMEREN, HOWATSON, 2018). Conforme descreve NOBARI *et al.* (2022), o planejamento no futebol é peculiar e enigmático e a variação constante das cargas entre treinos e jogos exige monitoramento eficiente, permitindo que a equipe que monitora acompanhe a evolução desse atleta com acompanhamento das demandas de treino e das partidas disputadas e processem o treinamento de acordo com as necessidades pertinentes. Afinal, monitorar treinos, prevenir lesões e incrementar a performance são interdependentes objetivando a performance ideal para o ambiente esportivo. Dessa forma, a equipe multidisciplinar se torna fundamental para aumento da performance e minimizar o risco de lesões (IMPELLIZZERI *et al.*, 2020). Existem evidências descritas por Chena (2022), a respeito da necessidade de manutenção de indicadores de performance, em busca de administrar a conduta da equipe. Contudo, os resultados de um time durante uma temporada, se deve a razões complexas e multivariadas, onde as variáveis como: contexto vivido, dia a dia no clube e as formações táticas influenciam a parte técnica e rendimento físico do atleta.

Em seu trabalho, Kupperman e Hertel (2020) observou que os resultados inconclusivos ao relacionar o GPS suas métricas ao risco de lesões e então concluiu que isto ocorreu por diversos causas como indefinições de lesões, métricas das cargas de trabalho utilizadas e a metodologia e estatística empregada entre os estudos. A tecnologia GPS está engatinhando em nossa área, porém em plena evolução e os dados obtidos através das pesquisas devem estar em evidência. Entender os fatores de risco de lesão é o motivo principal da pesquisa na área esportiva. As lesões geram consequências para o corpo e para o emocional do jogador, e pode onerar economicamente o clube que ele joga.

De acordo com a história, quando falamos de performance, os fatores de risco sempre são medidos no início da temporada, o monitoramento ou acompanhamento individual de cada atleta para verificar é processado durante toda a temporada. Então, é realizada uma associação dos valores encontrados nas avaliações e verificado o

aparecimento de lesões. Quando usamos alguma forma de acompanhamento de atletas temos que utilizar medidas diárias de carga de treinamento. Esses dados podem ser captados por Sistema de Posição Global (GPS), dispositivos para análise de vídeos que geram observações sobre velocidade, posição e a carga de treino, avaliando ainda ações físicas como distância total percorrida, mudanças de direção, distância em alta velocidade e em muito alta velocidade. Com os avanços tecnológicos e a recente admissão do GPS nas partidas da liga, pesquisas futuras devem ter como objetivo usar um único sistema de monitoramento para competição e treinamento (BOWEN *et al.*, 2020; HOPPE *et al.*, 2018).

Conforme Oliveira Junior *et al.* (2022), pode ocorrer alterações e variações com perda de sinal do GPS por conta do tipo de construção utilizada em determinados dispositivos. Em sua pesquisa, Clemente *et al.* (2019) mediu a carga de trabalho utilizando um rastreador de geolocalização (JOHAN Sports, Noordwijk, Holanda), que utiliza sensor GPS (10 Hz, incluindo correção EGNOS), acelerômetro, giroscópio e magnetômetro (100 Hz, 3 eixos, ± 16 g). Esse parâmetro de 10 Hz é válido e confiável na mensuração da velocidade e posição no ambiente que será realizado o esporte. No âmbito de monitoramento de carga para o atleta vem num crescimento acelerado, isso acontece pela implementação do sistema posicional global (GPS). O monitoramento das respostas dos atletas permite avaliar os níveis de estresse durante treinos, jogos e períodos fora das competições, visando melhorar o desempenho e reduzir o risco de lesões (KUPPERMAN; HERTEL, 2020). Ultimamente, existe uma busca constante para detalhar as demandas desse esporte, e a riqueza de detalhes nas análises dos treinos e jogos. O desenvolvimento das tecnologias de rastreamento em especial GPS com medidas precisas de treino. As coletas nos períodos de treinos e jogos se tornam fundamentais direcionando a demanda dos jogos, definição de zona de trabalho, verificar fadiga, prevenção de lesões e diminuir a possibilidade de excesso de treino (BRANQUINHO *et al.*, 2024)

O entendimento por parte dos treinadores das dinâmicas diárias impostas ao atleta ajudaria no momento de decidir sobre prevenção, tratamento e retorno ao esporte. A literatura tem estado atenta para a tecnologia de monitoramento da carga de treinamento em equipe sobre o uso de dados de dispositivos utilizados para prevenção ou possível fator de risco aumentado de lesões, comenta Kupperman e Hertel (2020). Esse estudo de Oliveira Junior *et al.* (2022), apresenta boa sintonia entre os equipamentos usados como instrumento de análise, o GPS e o *Instat*, para a

movimentação individual e distância percorrida no jogo. Existe uma valorização das variáveis de medidores, principalmente relacionada ao GPS, porém a análise estatística verificou uma paridade muito grande entre os instrumentos. Então, os dados têm importância em situações reais associadas às dinâmicas de treino. Medidas de carga cumulativa oriundas do GPS, em alguns momentos de pré-temporada, foram usadas para verificar a relação da carga de trabalho e os fatores de risco de lesões durante a temporada (COLBY *et al.*, 2017).

O estudo de Beato *et al.* (2018), teve como objetivo de investigar a validade do critério das unidades em relação às medições padrão-ouro. Usou o STAT Sports Apex de 10 e 18 Hz medindo distâncias e resultados de velocidade de pico (V_{peak}) e analisou a variância entre unidades, e concluiu que ambos os dispositivos poderiam ser fidedignos e mensurar os dados durante treinos e jogos. Nos últimos dias, o uso do GPS tem apresentado coletas mais precisas e medidas mais confiáveis em relação aos padrões de movimento nos esportes em equipe. A legitimidade e a confiança desse sistema, já está comprovada (HOPPE *et al.*, 2018; REINHARDT *et al.*, 2019). Medidas de carga cumulativa oriundas do GPS, em alguns momentos de pré-temporada, foram usadas para verificar a relação da carga de trabalho e os fatores de risco de lesões durante a temporada (COLBY *et al.*, 2017). Os progressos nos sistemas de GPS revolucionaram a capacidade de estimar com precisão e confiabilidade a carga externa durante o treinamento e os jogos de futebol. Além disso, muitos desses sistemas incorporam agora a medição da frequência cardíaca, o que possibilita uma estimativa mais precisa da carga interna acumulada por cada jogador (DALEN; LORAS, 2019).

Esforços Repetitivos de Alta Intensidade (ERAI) é o número parâmetro de esforços de elevada carga metabólica e refere-se ao número de ações que o praticante realizou à velocidade de alta intensidade (superiores a 5,5 m/s), acelerações (2 m/s²) e desacelerações (ÇELIKKAYA, 2016).

No entanto, a Análise de Movimento Inercial (IMA) é um conjunto de métricas de ponta projetado para medir os movimentos do atleta com precisão, independentemente da orientação da unidade usada. Esta análise divide os movimentos em três zonas: baixa, média e alta intensidade, permitindo a construção de perfis detalhados de movimento do atleta. Ao fazer isso, o IMA destaca os principais sinais de alerta biomecânicos que são essenciais para otimizar o desempenho e prevenir lesões (SNYDER; MAUNG-MAUNG; WHITACRE, 2023).

*Enquanto o Player Load é a soma das acelerações em todos os eixos do acelerômetro tri-axial interno durante o movimento. Tem em conta a taxa de variação instantânea da aceleração e divide-a por um fator de escala (dividido por 100). O fator de escala é utilizado para reduzir o valor total do Acumulado Player Load, tornando-o assim mais fácil de trabalhar durante a análise. Os limites de intensidade são baseados nos valores de player load, um parâmetro derivado dos dados do acelerômetro, e que pode ser uma métrica válida e confiável (SZIGETI *et al.*, 2021).*

O número parâmetro de acelerações é baseado na variação dos dados de velocidade recolhidos através do GPS usando métodos estatísticos. É contabilizada uma aceleração, quando ocorre um aumento de velocidade superior a 3 m/s² durante meio segundo (ÇELIKKAYA, 2016).

O parâmetro número de desacelerações é baseado na variação dos dados de velocidade recolhidos através do GPS usando métodos estatísticos. É contabilizado uma desaceleração (aceleração negativa), quando ocorre uma variação no sentido negativo inferior a meio segundo (ÇELIKKAYA, 2016).

Uma carga de aceleração linear pode ser aplicada a um corpo ou a múltiplos corpos em um modelo. O comando de aceleração linear fica disponível no grupo cargas quando um estudo de simulação estrutural está ativo (SNYDER; MAUNG-MAUNG; WHITACRE, 2023).

Considerando que as métricas derivadas do GPS oferecem uma maneira de monitorar a carga de trabalho total e específica para as extremidades inferiores, é crucial estabelecer definições consistentes para garantir uma aplicação precisa dessas métricas na prevenção de lesões por uso excessivo e a importância de definições claras para lesões esportivas é evidente, especialmente quando se considera a variedade de termos e conceitos utilizados na literatura. A falta de uniformidade na definição de lesões agudas, por uso excessivo, ou as lesões crônicas e sua localização específica pode dificultar a compreensão e a prevenção eficaz (KUPPERMAN E HERTEL, 2020).

A relevância em monitorar as mudanças e seus efeitos na lesão aguda dos isquiotibiais é evidente, especialmente considerando as cargas excêntricas durante a corrida. Os sistemas de posicionamento, incluindo o GPS de 18 Hz e o Sistema de Posicionamento Local (LPS) de 20 Hz, demonstraram boa validade para várias atividades, como corrida, caminhada e mudanças de direção acima de determinadas distâncias. No entanto, o GPS de 10 Hz mostrou validade moderada ou pobre em

comparação. Essas descobertas destacam a importância de escolher cuidadosamente o sistema de posicionamento ao monitorar atividades específicas para garantir medições precisas e eficazes (HOPPE *et al.*, 2018). É interessante ver como estudos fundamentais podem influenciar a orientação e análise de futuras estruturas e medidas, especialmente quando se trata de aplicação de carga de treinamento e fatores de risco de lesão. Os artigos recentes de Kalkhoven (2020, 2021) certamente oferecem insights valiosos nesse sentido.

2.4. Lesões

O conceito sobre lesão está relacionado com o atleta, a atividade executada, ambiente e com o contexto em que o profissional de suporte está atuando, e relacionado com a equipe médica possibilitando a detecção e acompanhamento das lesões que acontecem. Para Andersen *et al.* (2023), uma lesão foi caracterizada como uma alteração no tecido ou outra disfunção da função física normal. Além disso, as lesões foram classificadas com base no modo de início. Uma lesão súbita foi descrita como uma única transferência de energia claramente identificável, enquanto uma lesão de ocorrência gradual foi definida como múltiplos ataques cumulativos de transferência de energia, sem que um único evento claramente identificável seja responsável pela lesão. Conforme estabelecido na declaração de consenso específica do futebol do Comitê Olímpico Internacional (COI), a carga de lesões foi quantificada como o número de dias perdidos por 1.000 horas de exposição ao futebol.

Um estudo de López-valenciano *et al.* (2020), metanálise do risco de lesões em atletas de futebol profissional do sexo masculino, mostrou que a incidência geral de lesões foi de 8,1 lesões/1000 h de exposição, a incidência de lesões em jogos foi de 36 lesões/1000 h de exposição e a incidência de lesões em treinos foi de 3,7 lesões/1000 h de exposição. O rendimento de uma equipe tem relação direta com a falta de um ou mais atletas por lesão. Além disso, as consequências de lesões maltratadas podem tirar não somente o atleta dos treinamentos, mas da carreira profissional.

As ramificações dos problemas de saúde são diversas. De acordo com *International olympic committee injury and illness epidemiology consensus group et al.* (2020), quando um atleta precisa de assistência médica por uma questão de saúde, é considerado um problema de saúde que demanda "atenção médica". Por outro lado,

se um jogador não consegue concluir uma sessão de treinamento ou participar de uma competição devido a um problema de saúde, é rotulado como um problema que resulta em "perda de tempo". Uma abordagem mais ampla na definição de problemas de saúde é essencial, pois nem todos os casos impedem a participação dos atletas e nem sempre exigem intervenção médica. Declarações de consenso anteriores estabeleceram definições consistentes para lesão e doença nos esportes, com variações decorrentes do contexto específico para o qual foram desenvolvidas. Em resumo, uma lesão é qualquer dano tecidual ou interrupção na função física normal devido à participação em esportes, enquanto doença abrange queixas ou distúrbios não relacionados a lesões, podendo envolver aspectos físicos, mentais ou sociais, além de situações que afetam elementos vitais como ar, água ou calor (INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE INJURY AND ILLNESS EPIDEMIOLOGY CONSENSUS GROUP *et al.*, 2020). Um conceito teórico também aceito é que uma lesão é uma “queixa física causada por uma transferência de energia que ultrapassa a capacidade corporal de manter a integridade de sua estrutura e/ou sua função”.

Clarsen e Bahr (2014), apresentaram uma definição prática relacionada com o período que o atleta fica afastado da prática, por exemplo após sofrer uma lesão pode ser afastado de suas atividades relata Orchard, Seward e Orchard (2015), conhecido como tempo perdido pela lesão. Existem outras formas de conceituar lesões usando a condição neuromusculoesquelética do atleta que necessita de ajuda profissional e o retire por um atendimento ou competição, conceituando que se fosse apenas retirado não seria lesão e se fosse somente atendido por um profissional, também não seria considerado lesionado. Em contrapartida a essas definições Delfino *et al.* (2018), comenta que uma lesão pode ser qualquer desarranjo neuromusculoesquelético e suas consequências.

Existe um risco considerável que jogadores de futebol masculino de sofrer lesões, principalmente nos jogos. Apesar da maior parte das lesões serem de ordem traumática, grande parte delas parece ser leve, os membros inferiores são os mais acometidos e a lesão mais comum é a lesão músculo tendínea. As primeiras lesões foram mais frequentes que as recidivas de lesões (LOPEZ VALENCIANO *et al.*, 2020).

Em síntese, uma lesão refere-se a qualquer dano ou alteração no tecido corporal decorrente da prática esportiva, enquanto doença engloba queixas ou distúrbios não ligados a lesões, podendo afetar aspectos físicos, mentais ou sociais, além de situações que comprometem elementos vitais como ar, água ou calor

(INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE INJURY AND ILLNESS EPIDEMIOLOGY CONSENSUS GROUP *et al.*, 2020).

O aparecimento de lesão faz parte da rotina de quem pratica exercícios, sejam eles no âmbito recreacional, amador ou profissional. Porém os atletas de alto rendimento, são mais acometidos, pelas exigências impostas, desde cargas de treino exigindo o máximo de entrega buscando excelência. O rendimento de uma equipe tem relação direta com a falta de um ou mais atletas por lesão. Além disso, as consequências de lesões maltratadas podem tirar não somente o atleta dos treinos, mas da carreira profissional. Os atletas quando lesionados, além de não participarem das provas ainda podem perder investidores, patrocínios, bolsas, assim influenciando sobre as finanças dos clubes e dos próprios atletas, o retorno esperado em troca pelos salários pagos e investimentos altos são os títulos e a conquistas de resultados positivos (COUTTS; CROWCROFT; KEMPTON, 2018; EDDENS; SOMEREN; HOWATSON, 2018; IMPELLIZZIERI; MARCONA; COUTTS, 2019; PFIRRMANN *et al.*, 2016).

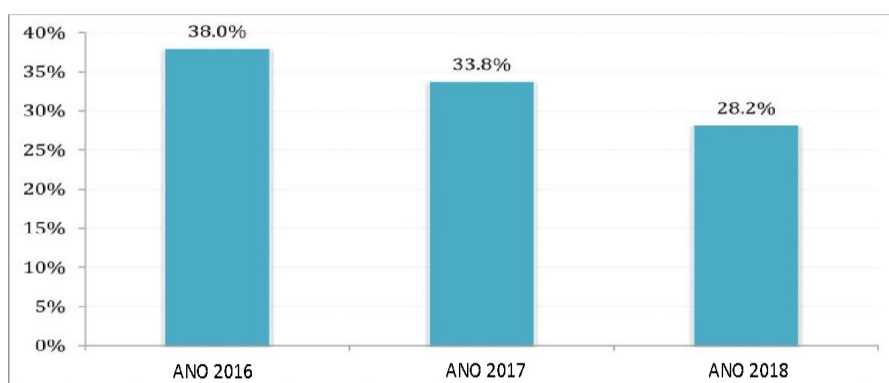
A prática esportiva competitiva envolve situações que, além de produzir inúmeros benefícios, também podem trazer consequências negativas como a possibilidade de lesões, se não houver prescrição e controles adequados. Consequências que podem atrapalhar a carreira de um atleta sendo uma das causas mais importantes de jovens desistirem de praticar esportes, além de atrapalhar no desempenho coletivo e individual, principalmente nos esportes de alto rendimento (CRANE; TEMPLE, 2015; DREW; RAYSMITH; CHARLTON, 2017; HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2015; WHO, 2019). é importante levar em conta as diferenças consideráveis nos padrões de carga que podem resultar em resultados variados de lesões, como lesões agudas relacionadas ao estresse, relacionadas à tensão ou uso excessivo. (KALKHOVEN, 2020).

De acordo com as diretrizes da UEFA e os dados epidemiológicos fornecidos para o estudo conduzido por RAYA-GONZALES *et al.* (2022), uma lesão foi definida como uma ocorrência durante uma sessão ou partida de treinamento agendada que resultou na ausência da próxima sessão ou partida de treinamento. Essas regras foram adotadas para categorizar as lesões com base em sua gravidade, classificando-as em menores (de 4 a 7 dias de ausência), moderadas (de 8 a 28 dias de ausência) e graves (mais de 28 dias de ausência), com a exclusão das lesões leves. O registro das lesões seguiu uma sequência específica de coleta, incluindo informações sobre a data

da lesão, data de retorno ao esporte, dias de ausência, gravidade, jogos perdidos e tipo de partida antes do retorno.

Segundo Margato *et al.* (2020), através de dados da CBF entre as temporadas de 2016, 2017 e 2018 do campeonato brasileiro, em 2.280 partidas, ocorreram um total de 1663 lesões, sendo entre elas 577 lesões musculares durante as 3 temporadas perfazendo 35% do total de lesões. A frequência dessas lesões reduziu gradualmente para 210 em 2016, 195 em 2017 e 163 em 2018, apresentando diferença estatística significativa entre a primeira e última temporadas analisadas. A figura 1 mostra a incidência de lesões musculares que foi de 7,66 por 1.000 horas de jogo. As lesões nos isquiotibiais foram as mais comuns durante as três temporadas, com 41,1%, 40,5% e 33,7% respectivamente.

Figura 1 – porcentagem de lesões musculares durante as 3 temporadas.



Fonte: Margato *et al.* (2020).

2.5. Lesões esportivas e sua relação com as cargas

O risco de lesões musculoesqueléticas durante a prática de futebol varia entre 2,33% e 7,4% por cada 1.000 participações atléticas. A carga de treinamento, tanto a curto quanto a longo prazo, está correlacionada com a incidência de lesões. Enquanto cargas crônicas de treinamento mais elevadas ao longo de um período de 4 semanas estão ligadas a um aumento no risco de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol, picos abruptos na carga de treinamento em curto prazo podem resultar em um risco ainda maior de lesões Bertschy *et al.* (2021). Baseado no conceito apresentado segundo Soligard *et al.* (2016), e pelo amplo número de definições encontrados na literatura na área médica, chegou-se a uma definição mais abrangente como carga

desportiva e não desportiva. Incluindo os estressores psicofisiológicos e mecânicos estimulando o sistema biológico com respostas subcelulares desde uma única célula passando pelos tecidos, órgãos e sistemas. A carga também pode ser aplicada ao sistema biológico humano de forma individual e utilizando dos segundos, minutos, horas a dias, semanas, meses e anos, variando os períodos do tempo e com amplitude variável usando a duração, frequência e intensidade. Conforme descreve Gabbett (2019), em geral, para haver evolução na performance, deve haver aumento da carga atual que o atleta apresenta.

A carga externa de treino é aquela que se utiliza das variáveis prescritas durante o treino levando em consideração; o programa, volume, intensidade, carga (BOURDON *et al.*, 2017; IMPELLIZZIERI, MARCONA, COUTTS, 2019).

O incremento nas cargas de treinamento, juntamente com um programa de identificação das capacidades do atleta de alta performance em relação a sua tolerância, fazem com que ele alcance níveis mais altos de performance e reduza o risco de apresentar alguma lesão. Então basicamente, o treinamento proposto que produza adaptações crônicas mais positivas e com o aumento gradual e controlado das cargas de treino levam a um maior nível de tolerância ao estresse físico, consequentemente o aumento crônico da carga de treinamento faz com que os atletas tenham um efeito protetivo contra lesões (GABBETT, 2019).

Em seu estudo Windt e Gabbett (2017), observaram que 80 modelos de etiologia de lesões não acertaram quando absorveram carga de treino e competições. Segundo os autores, as cargas de treino são a maneira conforme os atletas treinam e competem em suas especialidades. E propõe com seu modelo, apresentando uma estrutura conceitual e o porquê a cargas estão ligadas às lesões. Como resultado, um aumento nas cargas de trabalho aumenta o risco de lesões devido ao aumento da exposição a fatores de risco externos e eventos potencialmente catastróficos. Dessa forma, se os atletas são submetidos a pico no treino, vivenciam uma má adaptação. Já quando há acúmulo de cargas crônicas de treino, evitando picos, observou-se redução no risco de lesões.

Existem métodos como a monotonia de treino, que mostra a oscilação das cargas durante a semana, a tensão/*strain* de treino o estresse que a carga ao longo das semanas produziu e a razão-aguda: crônica que é a relação entre a carga de uma semana e a carga das 4 semanas anteriores (OLIVEIRA *et al.*, 2021). A manipulação na carga de treinamento (aumento da carga aguda em relação a carga crônica, estaria

relacionado ao aparecimento de lesão. A razão aguda: crônica contribuiu para o acompanhamento no processo de retorno de lesão (GABBETT, 2019). Gabbett (2018), sugere que quando submetemos o atleta mais precocemente à reabilitação, o retorno é antecipado. A evolução da carga de treino fundamenta todo o processo de reabilitação e o retorno ao esporte, quando alcançamos a carga ótima devemos fazer a manutenção dessa carga e isso se torna importante.

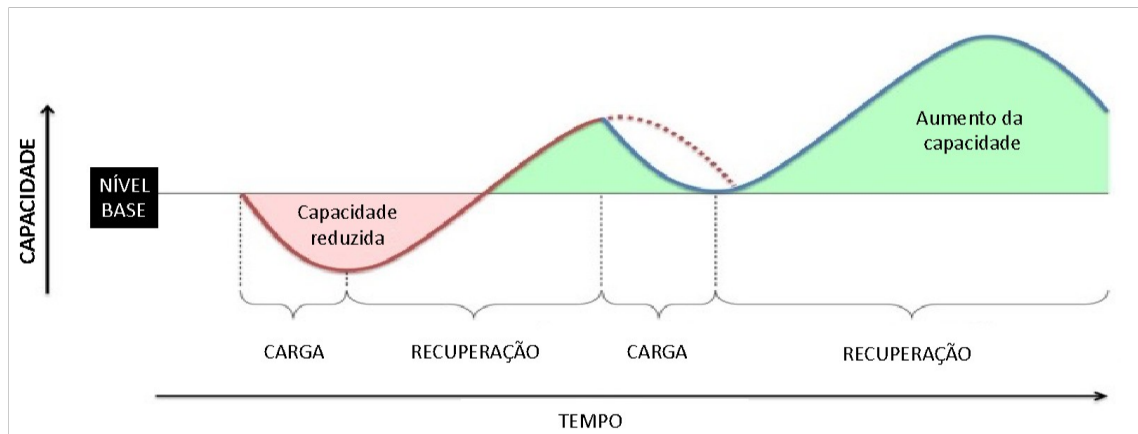
No estudo de Malone *et al.* (2017), foi encontrado um maior risco de lesões em jogadores quando expostos a cargas semanais elevadas e quando a carga cumulativa variava semanalmente. A sugestão da literatura atual é que sejam minimizadas alterações semanais ou picos elevados de carga de treino, pois estão mais relacionadas com o aparecimento de lesão em comparação a carga crônica. E modular a evolução do treino mesmo sendo um método popular, pode ser uma regra (GABBETT, 2018).

Para Gabbett (2016), a variação das cargas semanalmente está proporcionalmente relacionada com o aumento da probabilidade de lesões. Pesquisando conceitos mais remotos de estudos utilizaram uma razão entre a carga de treino aguda e a carga de treino crônica. Essa razão é concluída a partir das médias contínuas como parâmetros entre as cargas de treino agudas de 5 a 10 dias, relacionando com as cargas crônicas de 3 a 6 semanas, porém é importante evidenciar que pode haver variações no treino de acordo com a modalidade praticada, por exemplo em esportes que apresentam uma rotina que exige mais de sua adaptação esportes com rotinas mais sequenciais, por exemplo (GABBETT, WHITELEY, 2017). Em seu estudo, Gabbett (2016), aponta ainda que cargas mais elevadas não são exclusivamente o maior causador de lesões, mas as variações nessas cargas quando prescritas.

Uma das maiores convicções é a adaptação fisiológica, com o objetivo de incrementar a performance melhorando as capacidades do indivíduo. (IMPELLIZZIERI, MARCONA E COUTT, 2019). E ao contrário, o organismo responde de forma negativa e até mesmo diminuição na performance, queda na aptidão e risco de lesão pela falta de controle entre a demanda de treino e a recuperação (DREW, RAYSMITH, CHARLTON, 2017). Após a aplicação da carga de treino no atleta, existe uma diminuição da capacidade basal e o corpo tenta encontrar novamente a homeostase (equilíbrio corporal), essa é a resposta a demanda aplicada, sendo então que quanto maior a demanda ou estresse, existe uma necessidade maior de

recuperação. Nessa fase, as adaptações acontecem com o objetivo de fazer com que o atleta suporte cargas mais elevadas. Esse evento recebe o nome de supercompensação (SOLIGARD *et al.*, 2016).

Figura 2 - adaptação biológica a partir do ciclo de carga e recuperação.



Fonte: Soligard *et al.* (2016).

Então prescrever e acompanhar a carga de treino, mesmo como uma forma subjetiva e amparada na experiência do profissional, e no controle sob o erro nos ajustes do treinamento, baseado nas respostas que o atleta tolera e fornece, o monitoramento das cargas de treino avalia a exposição desse atleta ao longo de um período de treinamento a sua progressão. Podendo usar essas informações para manipular as próximas sessões de treinamento e, sua recuperação e tratamentos (IMPELLIZZERI *et al.*, 2020; IMPELLIZZIERI *et al.*, 2023).

3. METODOLOGIA

1.1. Desenho e caracterização do estudo

O presente estudo apresenta delineamento transversal, de caráter observacional retrospectivo (FREIRE; PATTUSSI, 2018), descritivo e correlacional (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2002).

1.1.1. População e amostra

Para o presente estudo foram selecionados, por conveniência, 15 atletas com Idade 27,4 ($\pm 3,4$ anos); Massa Corporal 79,4 ($\pm 5,28$ kg); Estatura 1,80 ($\pm 0,06$ cm) praticantes da modalidade de futebol, na categoria profissional da série A durante o Campeonato Brasileiro de futebol 2023. Todos os participantes desse estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local sob o parecer nº 5.659.349 abril 2022, CAAE - 59591622.5.0000.5547. Todos os participantes desse estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

1.2. Critérios de inclusão e exclusão

1.2.1. Critérios de Inclusão

Foram incluídos nesse trabalho atletas da modalidade de futebol na categoria profissional da série A durante o Campeonato Brasileiro de futebol 2023, indivíduos saudáveis no momento da análise, e com idade variando de 18 a 33 anos, inscritos para essa competição. Atletas que responderam corretamente ao preenchimento dos dados que foram coletados e armazenados pelo dispositivo GPS e praticam com regularidade a atividades compatíveis com as atividades propostas pelo clube, onde foi realizado o estudo.

1.2.2. Critérios de Exclusão

Foram excluídos desse trabalho goleiros e os atletas que apresentaram alguma restrição clínica no momento da avaliação inicial ou não participaram da temporada inteira por apresentarem alguma lesão que os limitou de terminar a competição, bem como os atletas, que não responderam corretamente ao preenchimento dos dados que serão coletados e armazenados pelo dispositivo GPS e praticam com regularidade as atividades compatíveis com as atividades propostas pelo clube, onde foi realizado o estudo.

1.3. Riscos

Em qualquer momento durante a anamnese o atleta avaliado esteve livre para não responder os questionamentos em que se sentisse constrangido. Durante a realização dos testes houve o acompanhamento do pesquisador junto ao participante, quando houve qualquer tipo de lesão desses atletas no momento das avaliações ou reavaliações este foi imediatamente direcionado ao serviço de pronto atendimento pelo pesquisador e quando houve a necessidade de algum medicamento e/ou tratamento, esse medicamento foi oferecido de forma gratuita aos participantes que necessitaram.

1.4. Benefícios

A somatória dos escores e resultados podem encorajar o participante ao retorno seguro. Maior credibilidade ao participante clínico no momento da alta para retorno ao desempenho, pois além da avaliação qualitativa clínica, um acompanhamento maior de forma quantitativa através dos escores foi fornecido pelo dispositivo. Maior envolvimento do participante com a manutenção e/ou recuperação do critério que necessita melhorar.

1.5. Instrumentos e procedimentos

Para o monitoramento da carga externa foi utilizado o GPS da marca Catapult, modelo S7, 10hz GPS, possui acelerômetro, giroscópio e magnetômetro, com suas principais características como: dupla capacidade de localização interior e exterior, posicionamento global - 10Hz GPS, GLONASS e SBAS (ou 18Hz GPS),

posicionamento local - 10Hz Catapult *ClearSky*, comunicação - Banda ultra larga (UWB) e Bluetooth 5, frequência cardíaca - derivada de ECG (Vetor S7, G7) e compatível com Polar *Gymlink*, acelerómetro - 3D +/- 16G. amostrado a 1 kHz, fornecido a 100Hz, giroscópio - 2000 graus/segundo a 100Hz, magnetómetro - D $\pm 4900 \mu\text{T}$ a 100Hz, bateria com autonomia de 6 horas, análise inercial avançada e algoritmos específicos do desporto. O dispositivo possui características físicas e dimensões como: Comprimento: 81 mm, Largura: 43,5 mm, Espessura: 15,9 mm, Volume: 48 cm³ Peso: 53g.

Figura 3 – dispositivo sistema de posicionamento global – S7/G7.



Fonte: Catapultsport (2024).

O dispositivo foi inserido na vestimenta com bolso, em sua posição correta, entre as escápulas dos atletas e foram ligados 15 minutos antes de cada sessão de acordo com os regulamentos do fabricante. Para evitar a variabilidade da medição, cada jogador sempre usou o mesmo dispositivo GPS, durante todas as sessões de treino ou jogo de futebol e assim que cada sessão era concluída, os dados eram transportados para o computador e os dispositivos eram posicionados novamente para o receptor, a conexão do receptor ao computador utilizava o cabo Porta Serial Universal (USB).

Foram avaliados 21 atletas de 5 posições (3 Goleiros, 3 laterais, 5 Zagueiros, 6 Meio campistas e 4 Atacantes), 6 atletas foram excluídos da pesquisa 3 goleiros (Dada a natureza muito diferente do goleiro, esta posição não foi incluída no estudo) e 3 jogadores de campo pelo motivo de não haver dados suficientes coletados para realização do estudo. Cada dispositivo possuía um número de identificação (ID) de 1 a 21, ID's por posição Atacantes: 1, 15, 18, 20, Meio Campistas: 4, 5, 6, 10, 11, 19 e Defesa: 2, 3, 7, 8, 13. Foram excluídos do estudo conforme descrito acima os ID's: 9, 12, 14, 16, 17 e 21. Todos os atletas foram orientados a colocar o dispositivo GPS em todas as sessões de treino e utilizavam os mesmos desde o aquecimento da sessão. Para análise foram levados em conta apenas os microciclos semanais com 1 jogo, desconsiderando os períodos com mais de 1 jogo, são microciclos de semana aberta com objetivos técnicos, táticos e físicos, mas não existe uma definição específica para cada um desses microciclos. As sessões têm como objetivo de ganho físico nos dias aquisitivos (4 dias e 3 dias anteriores ao jogo) e de recuperação e *Tapering* (período de recuperação após treino intenso), (2 dias e/ou 1 dia anterior à partida). Foram considerados como aparecimento de lesão toda aquela queixa que tenha retirado o atleta de uma sessão subsequente, causando indisponibilidade do atleta. Logo após, o atleta foi examinado pelos médicos responsáveis do clube.

As variáveis de volume avaliadas através dos dispositivos GPS foram: ERAI: Esforços repetidos de alta intensidade; IMA Acc: Análise de Movimento Inercial de Aceleração; IMA Dec: Análise de Movimento Inercial de Desaceleração; MDIR: Mudança de Direção. As variáveis de intensidade avaliadas através do dispositivo GPS foram: velocidade máxima em metros por segundo (m/s), Pico *Player Load* medido em unidade arbitrária (u.a.), aceleração máxima metros por segundo ao quadrado (m/s), frequência máxima (batimentos por minuto), aceleração máxima em metros por segundo ao quadrado (m/s²), desaceleração máxima em metros por segundo ao quadrado (m/S²).

Os dados de performance monitorados durante os treinos e jogos foram separados em categorias como: microciclos regulares (microciclos de sete dias). Ao todo foram contabilizados 21 microciclos ao longo do estudo, foi utilizado o microciclo regular com semana aberta sem congestionamento como padrão, conforme mostra a tabela 2.

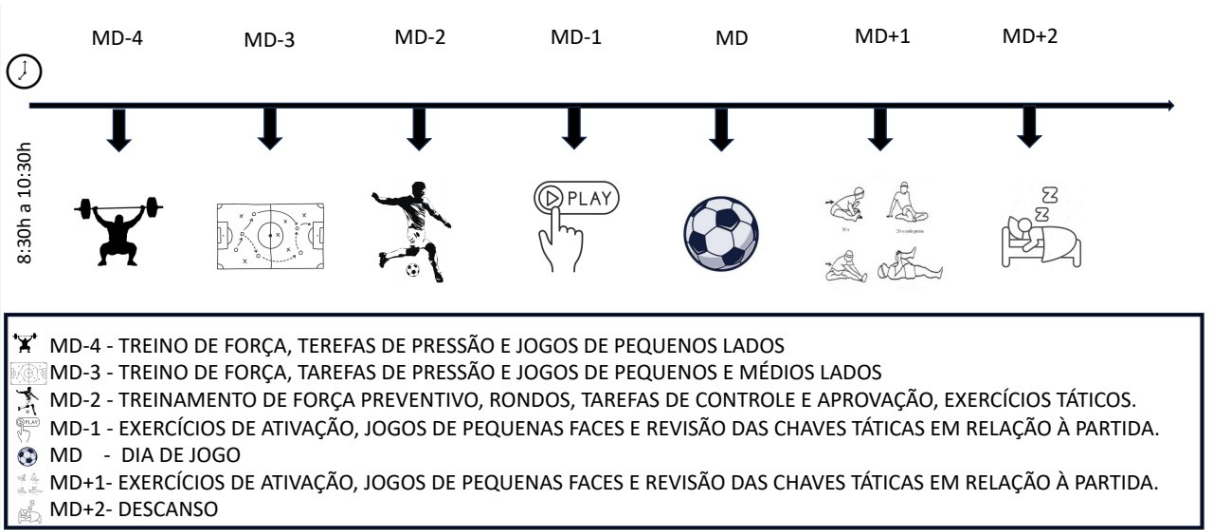
Tabela 2 - Microciclo regular padrão utilizado no estudo.

Microciclos regulares	MD+1	Exercícios de regeneração e atividades de baixo impacto para o grupo de jogadores que jogaram mais de 45 minutos na partida, enquanto o resto dos jogadores teve que compensar com rondos, exercícios de posse, circuitos de alta intensidade e jogos de pequenas faces.
	MD+2	Dias de descanso.
	MD-4	Treinamento de força, tarefas de pressão e jogos de pequenos lados.
	MD-3	Treinamento de força, tarefas de pressão, jogos de pequenos e médios lados.
	MD-2	Treinamento de força preventivo, rondos, tarefas de controle e aprovação, exercícios táticos.
	MD-1	O MD-1 incluiu exercícios de ativação, jogos de pequenas faces e revisão das chaves táticas em relação à partida.
	MD	Dia da partida.

Fonte: Oliva-Lozano et al. (2022).

Os microciclos representam a menor unidade de tempo dentro desse contexto, e influencia diretamente na carga de treinamento e recuperação dos atletas. O microciclo regular demonstrado de forma detalhada na Figura 4, foi utilizado na periodização do treinamento para esse estudo.

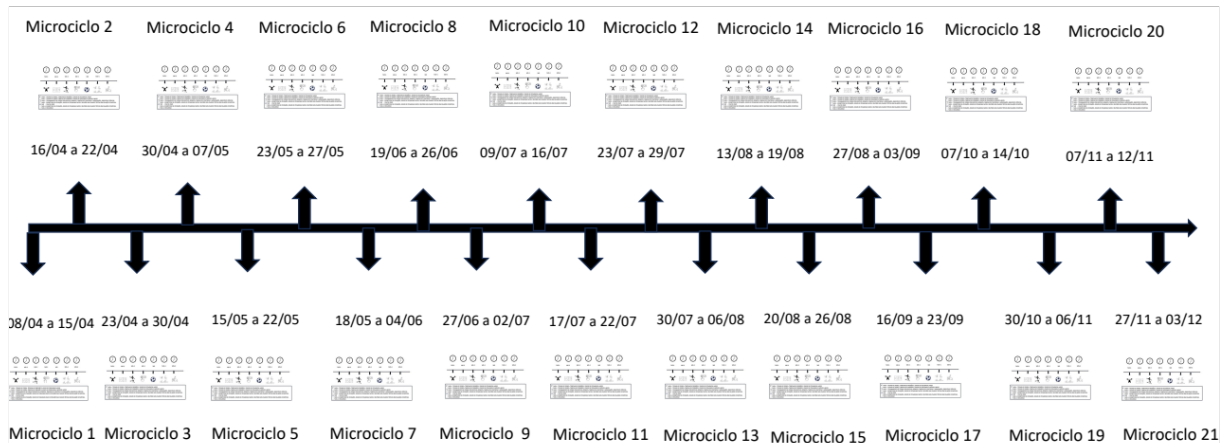
Figura 4- Exemplo de microciclo semanal especificadas de acordo com os conteúdos.



Fonte: Autoria própria (2024).

O trabalho de análise e planejamento dos 21 microciclos no período do estudo com as datas de cada microciclo, descritas na figura 5, foi importante para a otimização do desempenho dos atletas, já que foi possível compreender de forma mais clara o volume e intensidade de cada sessão de treinamento e partida. Esse monitoramento faz a análise das cargas e, então, o plano de treinamento pode ser controlado.

Figura 5- Linha do tempo com a descrição das datas de cada microciclo para o estudo.



Fonte: Autoria própria (2024).

1.6. Análise estatística

Dados descritivos foram reportados através da média e desvio padrão para as variáveis de volume e intensidade de jogo, e a contagem absoluta e relativa para o número de lesões por mecanismo, evento e posição de jogo. Foi realizada uma análise comparativa entre posições de jogo e evento (treino ou jogo) através de Equações Estimadas Generalizadas (GEE) usando matriz de correlação de trabalho intercambiável e função de ligação log com distribuição gama. A escolha da GEE é devido à natureza correlacionada dos dados, visto que o GEE age como uma extensão da ANOVA de medidas repetidas para dados longitudinais, com dependência entre as observações e que não pressupõe normalidade dos dados (LIANG; ZEGGER, 1986; GUIMARÃES; HIRAKATA, 2012). Da mesma maneira, a análise GEE foi utilizada para comparar as variáveis de volume acumulado de 2, 3 e 4 semanas para o desfecho de lesão (sim/não). Foi estabelecido um valor de probabilidade de $p < 0,05$. Para a comparação das posições de jogo foi realizado um ajuste estatístico através do pós-hoc de Bonferroni.

4. RESULTADOS

Foram analisados 15 jogadores Idade 27,4 ($\pm 3,4$ anos); Massa Corporal 79,4 ($\pm 5,28$ kg); Estatura 1,80 ($\pm 0,06$ cm) em um total de 21 semanas. Em relação às variáveis de volume, foram identificadas diferenças significativas para o fator Posição na variável IMA Acc Alta ($p=0,030$), porém sem diferenças pós-hoc. Para a variável Densidade de Aceleração ($p=0,044$), com os atletas Defensores apresentando valores menores comparados aos Meio-campistas, e para as MDIR de Baixa ($p=0,006$) e média ($p=0,035$) Aceleração, novamente com resultados favorecendo os Meio-campistas. Em relação ao fator Evento, apenas as variáveis de IMA Dec Alta e Densidade de Aceleração não apresentaram diferenças significativas entre Treino e Jogo. A tabulação dos dados das variáveis de volume pelos fatores Posição e Evento, podem ser conferidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação entre fatores Evento e Posição para Variáveis de Volume

(Continua)

Evento		Treino			Jogo			Posição Wal		Evento	
Posição	Atacantes	Meio- Campistas	Defensores	Atacantes	Meio- Campistas	Defensores	d χ2	p	Wald χ2	p	
Odômetro (metros) ^c	4.008,26 (1.411,16)	4.249,80 (1.469,54)	3.845,30 (1.382,92)	7.300,54 (3.096,57)	7.304,15 (3.414,28)	7.142,68 (3.608,69)	0,4 96	0,78 0	30,897	<0,001	
ERAI (contagem) ^c	17,26 (12,59)	14,59 (11,69)	11,81 (11,35)	36,63 (23,06)	28,06 (19,27)	25,26 (26,56)	4,6 75	0,09 7	16,738	<0,001	
PlayerLoad (u.a)	420,24 (139,16)	484,70 (178,61)	409,60 (142,08)	772,17 (294,53)	827,39 (353,29)	738,64 (327,36)	5,0 02	0,08 2	39,876	<0,001	
IMA Acc Baixa (contagem) ^c	29,54 (13,71)	28,76 (12,77)	24,70 (12,07)	45,43 (20,19)	40,52 (17,76)	41,70 (19,17)	2,3 82	0,30 4	27,292	<0,001	
IMA Acc Média (contagem) ^c	9,63 (5,27)	8,93 (4,77)	7,20 (4,13)	14,99 (7,69)	11,85 (6,44)	10,89 (6,40)	5,2 85	0,07 1	13,956	<0,001	
IMA Acc Alta (contagem) ^c	4,91 (3,28)	4,44 (3,12)	3,18 (2,51)	8,53 (5,53)	6,47 (4,58)	5,41 (4,10)	6,9 99	0,03	19,101	<0,001	
IMA Dec Baixa (contagem) ^c	33,65 (16,93)	36,33 (17,51)	32,16 (17,45)	50,09 (25,92)	47,93 (19,79)	48,24 (23,47)	0,6 82	0,71 1	13,871	<0,001	
IMA Dec Baixa (contagem) ^c	11,55 (7,24)	12,15 (7,46)	11,23 (7,82)	16,75 (9,00)	16,11 (8,67)	17,47 (9,77)	0,0 32	0,98 4	10,408	<0,001	
IMA Dec Alta (contagem)	3,97 (3,23)	3,44 (3,08)	3,26 (3,06)	5,48 (3,92)	4,42 (3,25)	5,50 (4,62)	0,7 23	0,69 6	6,439	0,11	

Tabela 3 – Comparação entre fatores Evento e Posição para Variáveis de Volume.

										(Conclusão)
Carga de										
Aceleração (metros)	1.488,65 (470,89)	1.538,14 (486,79)	1.439,85 (489,54)	2.317,85 (858,46)	2.304,15 (959,54)	2.354,35 (1.071,16)	3,7 02	0,15 7	24,479	<0,001
Densidade da Aceleração (contagem/segundos) ^c	0,36 (0,08)	0,37 (0,09)	0,35 (0,08)	0,38 (0,13)	0,39 (0,14)	0,36 (0,14)	6,2 45	0,04 4	0,323	0,57
Índice de Densidade da Aceleração ^c	3,82 (0,68)	3,71 (0,61)	3,84 (0,68)	3,36 (0,66)	3,44 (0,97)	3,48 (0,49)	0,0 78	0,96 2	34,44	<0,001
MDIR – Baixa (contagem) ^{c c}	204,97 (89,35)	227,25 (103,67)	179,83 (78,39)	301,90 (127,24)	348,28 (159,84)	276,67 (133,51)	10, 255	0,00 6	20,248	<0,001
MDIR – Média (contagem) ^{c c}	33,42 (17,34)	34,63 (17,98)	27,75 (15,75)	48,94 (23,43)	47,84 (24,46)	39,61 (23,20)	6,6 82	0,03 5	12,601	<0,001
MDIR – Alta (contagem) ^{c c}	8,22 (5,71)	7,40 (4,95)	6,35 (4,75)	14,42 (8,49)	11,69 (7,38)	10,27 (7,70)	4,2 69	0,11 8	16,808	<0,001

ERAI: Esforços repetidos de alta intensidade; FC: Frequência Cardíaca; IMA Acc: Análise de Movimento Inercial de Aceleração; IMA Dec:

Análise de Movimento Inercial de Desaceleração; MDIR: Mudança de Direção.

Pós-hoc: ^a Defensores < Meio-Campistas; ^a Defensores < Atacantes; ^a Treino < Jogo.

Fonte: autoria própria (2024).

Para as variáveis de intensidade, nem a Frequência Cardíaca Máxima ($p=0,579$) e nem a Desaceleração Máxima ($p=0,085$) apresentaram diferenças significativas para o fator *Posição* também em favor dos meio campistas, sendo todas as outras variáveis

estatisticamente significativas. Em relação ao *Evento*, diferenças estatísticas foram observadas para todas as variáveis, com valores superiores para *Jogo* em comparação ao Treino ($p < 0,001$). As informações das variáveis de intensidade pelos fatores mencionados podem ser verificadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação entre os Fatores Evento e Posição para as Variáveis de Intensidade.

Evento	Treino			Jogo			Posição		Evento	
Posição	Atacantes	Meio-Campistas	Defensores	Atacantes	Meio-Campistas	Defensores	Wald χ^2	p	Wald χ^2	p
Velocidade Máxima (m/s) c	7,39 (0,94)	7,19 (1,02)	7,08 (1,15)	8,08 (0,83)	7,91 (1,11)	8,01 (1,25)	8,197	0,014	39,249	<0,001
Pico PlayerLoad (u.a) c	5,52 (1,15)	5,30 (1,06)	5,08 (1,10)	7,16 (1,77)	6,65 (1,61)	6,12 (1,73)	7,603	0,022	32,097	<0,001
FC Máxima(bpm) c	170,48 (20,21)	169,98 (17,09)	171,03 (16,90)	183,11 (15,06)	179,57 (16,17)	179,41 (14,42)	1,093	0,579	34,217	<0,001
Aceleração Máxima (m/s ²) c c c	4,22 (0,44)	4,08 (0,50)	4,14 (0,56)	4,52 (0,53)	4,45 (0,87)	4,43 (0,61)	11,051	0,004	24,625	<0,001
Desaceleração Máxima (m/s ²) c	-4,65 (0,73)	-4,57 (0,81)	-4,47 (0,89)	-5,18 (0,71)	-5,11 (1,03)	-4,84 (1,02)	4,929	0,085	16,319	<0,001

ERAI: Esforços repetidos de alta intensidade; FC: Frequência Cardíaca; IMA Acc: Análise de Movimento Inercial de Aceleração; IMA Dec: Análise de Movimento Inercial de Desaceleração; MDIR: Mudança de Direção.

Pós-hoc: ^a Defensores < Meio-Campistas; ^a Defensores < Atacantes; ^a Treino < Jogo.

Fonte: autoria própria (2024).

Ao todo, foram contabilizadas 34 lesões durante o período de acompanhamento. As figuras 4 e 5 apresentam a contagem absoluta de lesões em relação a local, mecanismo, posição de jogo e evento. De maneira relativa, 88,2% das lesões ocorreram pelo mecanismo sem contato e 11,8% por contato, sendo destas, metade por contato indireto e metade por contato direto. Ainda, 85,3% das lesões ocorreram em treinos e 14,7% em jogos. A análise comparativa (realizada através das médias das somas de cada sujeito) entre os volumes acumulados durante 2, 3 ou 4 semanas previamente a ocorrência da lesão, apresentou diferença significativa apenas para a variável de IMA Acc Alta ($p < 0,05$), apresentando valores de acúmulo de ações de aceleração de alta intensidade maior para os atletas que não lesionaram. A tabela 5 apresenta os dados estatísticos da comparação das variáveis em relação ao desfecho da lesão.

Tabela 5 - Comparação dos Indicadores de Volume acumulado por semanas com o desfecho de Lesão.

		(Continua)			
<i>Lesão</i>		<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Estatística</i>	
Carga					
	Acumulada (Semanas)	Média (DP)	Média (DP)	Wald χ^2	p
<i>Odômetro (metros)</i>	2	49.641,47 (9.916,81)	48.657,12 (11.837,83)	0,55	0,814
	3	74.659,12 (12.125,90)	72.104,60 (15.128,19)	0,489	0,484
	4	99.417,18 (14.393,10)	99.121,37 (16.587,32)	0,009	0,923
<i>IRAI (contagem)</i>	2	179,97 (77,93)	179,59 (65,64)	0,615	0,433
	3	268,86 (109,54)	271,82 (95,13)	0,52	0,471
	4	355,31 (140,36)	379,37 (121,00)	0,017	0,897
<i>Player Load (u.a)</i>	2	5.374,61 (1.119,70)	5.343,90 (1.430,75)	0,018	0,894
	3	8.081,62 (1.439,47)	7.904,02 (1.752,46)	0,443	0,506

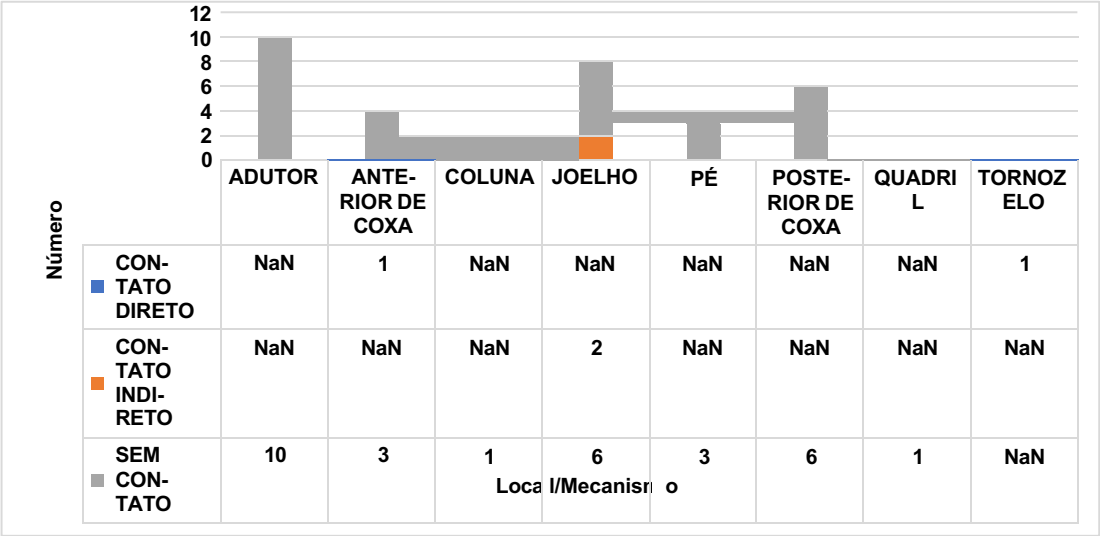
Tabela 5 - Comparação dos Indicadores de Volume acumulado por semanas com o desfecho de Lesão.

					(Conclusão)
	4	10.764,84 (1.771,69)	10.850,05 (2.021,63)	0,015	0,90 4
<i>IMA Acc Baixa (contagem)</i>	2	323,96 (89,38)	329,50 (102,28)	1,911	0,16 7
	3	486,77 (123,01)	483,36 (138,51)	1,538	0,21 5
	4	648,15 (157,20)	657,44 (172,47)	2,381	0,12 3
<i>IMA Acc Média (contagem)</i>	2	98,58 (31,77)	103,32 (30,59)	1,936	0,16 4
	3	148,59 (44,22)	153,00 (40,48)	1,146	0,28 4
	4	198,47 (56,84)	205,91 (48,99)	1,2	0,27 3
<i>IMA Acc Alta (contagem) *</i>	2	49,16 (20,21)	45,50 (17,63)	7,203	0,00 7
	3	73,99 (28,20)	67,91 (23,25)	5,774	0,01 6
	4	98,50 (36,40)	94,70 (29,54)	6,743	0,00 9
<i>IMA Dec Baixa (contagem)</i>	2	394,79 (104,31)	405,27 (129,86)	1,468	0,22 6
	3	593,00 (142,15)	594,82 (179,21)	0,843	0,35 8
	4	790,00 (179,86)	809,40 (229,31)	1,386	0,23 9
<i>IMA Dec Média (contagem)</i>	2	134,75 (39,50)	147,73 (52,96)	1,539	0,21 5
	3	202,03 (53,65)	221,55 (76,45)	0,415	0,52
	4	269,02 (67,51)	300,58 (95,07)	0,115	0,73 5
<i>IMA Dec Alta (contagem)</i>	2	40,93 (15,46)	43,23 (15,39)	0,659	0,41 7
	3	61,43 (21,21)	64,05 (20,69)	0,363	0,54 7
	4	81,85 (26,88)	88,23 (25,66)	0,567	0,45

					2
<i>Carga de Aceleração (metros)</i>	2	17.693,59 (3.228,93)	17.538,11 (3.797,19)	0,013	0,91
	3	26.619,23 (3.897,49)	25.931,12 (4.869,94)	0,5	0,48
	4	35.479,86 (4.585,29)	35.565,75 (5.550,72)	0,012	0,91 4
<i>MDIR Baixa (contagem)</i>	2	2.388,73 (547,54)	2.336,73 (545,57)	0,111	0,73 9
	3	3.573,38 (714,48)	3.573,41 (664,12)	0,011	0,91 6
	4	4.758,03 (876,08)	4.824,41 (710,08)	0,356	0,55 1
<i>MDIR Média (contagem)</i>	2	364,44 (91,76)	378,82 (93,51)	0,013	0,91 1
	3	544,92 (121,24)	578,23 (111,56)	0,081	0,77 6
	4	726,15 (151,03)	779,86 (114,02)	0,023	0,87 9
<i>MDIR Alta (contagem)</i>	2	86,87 (29,63)	83,73 (26,09)	0,021	0,88 5
	3	129,89 (40,59)	127,95 (28,22)	0,172	0,67 8
	4	173,33 (51,87)	173,45 (29,62)	0,022	0,88 1
ERAI- Esforços Repetitivos de Alta intensidade					Fonte: autoria própria (2024).

A Figura 6 mostra a contagem absoluta de lesões por local e mecanismo. Notavelmente, 88,2% das lesões ocorreram por mecanismo sem contato, enquanto 11,8% ocorreram por mecanismo de contato, dividido igualmente entre contato direto e indireto.

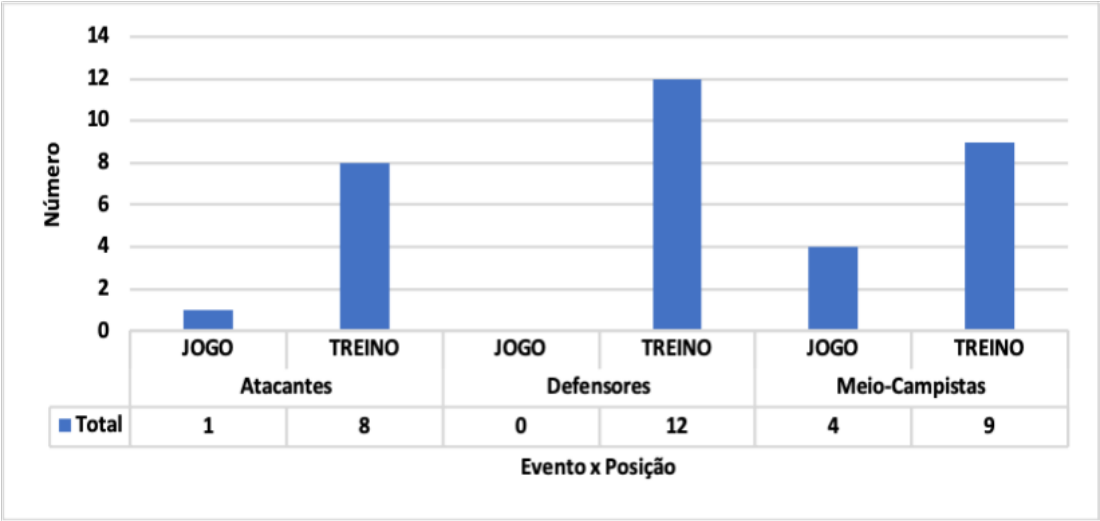
Figura 6 – Número de Lesões por Local e Mecanismo.



Fonte: autoria própria (2024).

A Figura 7 exibe a relação entre posição de jogo e evento. Notavelmente, 85,3% das lesões ocorreram em treinos e 14,7% em jogos, sendo que os defensores apresentaram mais lesões nos treinos e nenhuma em jogos.

Figura 7 - Número de Lesões por Evento e Posição.



Fonte: autoria própria (2024).

5. DISCUSSÃO

As evidências que lesões moderadas ou graves podem resultar em uma diminuição significativa no tempo de jogo, com os jogadores lesionados sendo menos utilizados como titulares e percorrendo distâncias menores em comparação com jogadores não lesionados. Além disso, destaca que os jogadores que se recuperaram

de lesões mais graves podem, paradoxalmente, percorrer distâncias maiores em corridas intensas e de alta velocidade em comparação com sua condição pré-lesão (RAYA-GONZALES *et al.* (2022)). Esses resultados sugerem que a natureza e a gravidade das lesões podem influenciar de forma diferente o desempenho dos jogadores após o retorno à competição. Em contraste, com a pesquisa atual quando destaca que a maioria das lesões ocorreu durante os treinos e que o mecanismo mais comum foi o sem contato. Esses resultados ressaltam a importância de considerar não apenas a carga física imposta aos jogadores durante os jogos, mas também durante os treinos, ao desenvolver estratégias de prevenção de lesões, como monitorar as cargas.

A análise comparativa entre os volumes acumulados de treinamento antes da ocorrência da lesão revelou que os jogadores que não se lesionaram acumularam uma carga maior de ações de aceleração de alta intensidade em comparação com os jogadores que sofreram lesões. Isso sugere que uma maior exposição a ações de alta aceleração pode estar associada a um menor risco de lesões, conforme indicado pela atual pesquisa. Em resumo, esse estudo destaca os efeitos das lesões no desempenho dos jogadores durante as partidas, nossa pesquisa ressalta a importância da carga de treinamento na prevenção de lesões. Essas perspectivas complementares enfatizam a complexidade da relação entre lesões, desempenho e preparação física no contexto do futebol, destacando a necessidade de uma abordagem abrangente na gestão da saúde e do desempenho dos atletas (RAYA-GONZALEZ *et al.*, 2022).

A comparação entre os estudos de Margato *et al.* (2020) e Bertschy *et al.* (2021) e os resultados do estudo atual apresentado, revela informações valiosas sobre a incidência e os padrões de lesões musculoesqueléticas no futebol. Enquanto o estudo de Margato *et al.* (2020) analisou dados de lesões ao longo de várias temporadas do campeonato brasileiro, fornecendo uma visão ampla da epidemiologia das lesões, o estudo de Bertschy *et al.* (2021) examinou a relação entre carga de treinamento e risco de lesões em jogadores de futebol.

A frequência que ocorrem as lesões musculares, representando uma parcela significativa do total de lesões observadas. Além disso, a redução gradual na frequência de lesões ao longo das temporadas sugere uma possível melhoria nas práticas de prevenção e cuidado com os atletas ao longo do tempo. A predominância de lesões nos isquiotibiais também é uma descoberta importante, destacando a

importância da atenção específica a essa área na prevenção de lesões. Em comparação, no estudo atual, foram contabilizadas 34 lesões durante o período de acompanhamento (MARGATO *et al.*, 2020).

A maioria das lesões (88,2%) ocorreu pelo mecanismo sem contato, enquanto 11,8% ocorreram por contato, divididas igualmente entre contato direto e indireto. Além disso, a grande maioria das lesões (85,3%) ocorreu durante os treinos, em comparação com apenas 14,7% durante os jogos. Em relação aos locais específicos das lesões, o estudo atual revela que o adutor foi o mais frequentemente afetado, com 10 lesões resultantes de mecanismo sem contato e 3 de contato direto.

Outras áreas afetadas incluíram o joelho (6 lesões sem contato e 1 com contato indireto), o pé (3 lesões sem contato), o quadril (1 lesão sem contato), a coluna (1 lesão sem contato) e o tornozelo (1 lesão com contato direto). Apesar das diferenças nos contextos e metodologias entre os estudos, ambos destacam a importância da prevenção de lesões musculoesqueléticas no futebol, especialmente em áreas como os isquiotibiais e o adutor.

Os resultados do estudo atual também destacam a predominância de lesões durante os treinos, ressaltando a importância de estratégias de prevenção e cuidado durante as sessões de treinamento.

Em primeiro lugar, os dados evidenciam uma tendência decrescente na frequência de lesões musculares ao longo das temporadas analisadas, sugerindo possíveis melhorias nas práticas de prevenção e gestão de lesões ao longo do tempo. No entanto, apesar dessa tendência de queda, as lesões musculares ainda representam uma proporção significativa do total de lesões observadas, corroborando a importância contínua de estratégias de prevenção direcionadas a essas lesões. (MARGATO *et al.* 2020).

Além disso, a predominância de lesões nos isquiotibiais ao longo das três temporadas destaca a necessidade de uma atenção específica a essa região anatômica no desenvolvimento de programas de prevenção de lesões. Essa área particular do corpo é conhecida por ser suscetível a lesões em diversos esportes, incluindo o futebol, devido à sua alta demanda durante a corrida e outros movimentos explosivos.

A distribuição dos mecanismos de lesão observados no estudo atual sugere que lesões sem contato foram tão comuns quanto as resultantes de contato direto, com o adutor emergindo como uma das áreas mais frequentemente afetadas. Esses

achados podem fornecer ideias interessantes para a identificação de áreas de risco e o desenvolvimento de estratégias de prevenção específicas para cada tipo de lesão e mecanismo.

Por outro lado, foi ressaltada a relação entre a carga de treinamento e o risco de lesões musculoesqueléticas. A correlação entre cargas crônicas de treinamento elevadas e um aumento no risco de lesões destaca a importância do gerenciamento adequado da carga de treinamento para prevenir lesões. Além de que, a identificação de picos abruptos na carga de treinamento como um fator de risco adicional destaca a necessidade de uma abordagem cuidadosa e progressiva no planejamento do treinamento (BERTSCHY *et al.* 2021). Os resultados apresentados nessa pesquisa corroboram com essas descobertas, mostrando uma prevalência significativa de lesões durante treinos e um predomínio do mecanismo sem contato. Esses achados sugerem a importância de estratégias de prevenção de lesões que abordem tanto a carga de treinamento quanto os fatores de risco associados aos mecanismos de lesão.

A incidência de lesões nos músculos isquiotibiais é um problema comum entre jogadores de futebol profissional e semiprofissional, e a prevenção dessas lesões é de extrema importância para a saúde e desempenho dos atletas, como as atividades em excêntrico, e o protocolo FIFA 11+ com treinamento de equilíbrio e o controle da estabilidade central. A revisão foi abrangente e avaliou as intervenções de prevenção disponíveis e sua eficácia na redução das lesões nos músculos isquiotibiais, proporcionando uma visão geral do conhecimento atual nessa área (BIZ *et al.*, 2021).

As descobertas de Alonso-Callejo *et al.* (2022) e os resultados do nosso trabalho apresentado indicam variações significativas no desempenho físico entre diferentes posições no futebol. A comparação entre os resultados do estudo de Oliva-Lozano *et al.* (2020) e as descobertas de Alonso-Callejo *et al.* (2022) destaca a complexidade do desempenho físico no futebol e a importância da posição dos jogadores nesse contexto. Ambos os estudos identificaram diferenças significativas entre as posições, mas enfatizaram aspectos diferentes do desempenho físico. O estudo de Oliva-Lozano *et al.* (2020) destacou variações na aceleração, desaceleração e velocidade entre as posições, enquanto o trabalho de Alonso-Callejo *et al.* (2022) focou nas diferenças na aceleração e na velocidade. Essas discrepâncias levantam questões sobre quais aspectos do desempenho físico são mais relevantes

para cada posição e como essas diferenças podem influenciar a estratégia de jogo e o treinamento.

Achados sugerem que as alas geralmente experimentam maior demanda física, com maior deslocamento de aceleração e desaceleração, além de maiores velocidades máximas e distâncias percorridas em alta velocidade. Por outro lado, os meias ofensivos podem ter uma demanda diferente, com maior ênfase em acelerações de baixa intensidade (OLIVA-LOZANO *et al.*, 2020).

Essas diferenças têm implicações importantes para o treinamento e a estratégia de jogo. Os treinadores podem precisar adaptar os programas de treinamento para cada posição, priorizando diferentes aspectos do desempenho físico. Além disso, a compreensão das demandas específicas de cada posição pode ajudar os treinadores a tomar decisões táticas mais informadas durante as partidas.

É interessante observar que ambos os estudos encontraram diferenças significativas entre as posições, sugerindo que a posição desempenha um papel crucial no tipo e na intensidade do esforço físico exigido dos jogadores. No entanto, as discrepâncias nas variáveis estudadas levantam questões sobre quais aspectos do desempenho físico são mais relevantes para cada posição e como essas diferenças podem afetar a estratégia de jogo e o treinamento de cada jogador. Por exemplo, enquanto Alonso-Callejo *et al.* (2022), destaca diferenças no desempenho de aceleração e de velocidade entre posições específicas, a pesquisa atual sugere que as diferenças no volume de aceleração podem ser mais significativas. Isso levanta questões sobre a importância relativa da explosão versus a resistência em diferentes posições e como os treinadores podem adaptar seus programas de treinamento para maximizar o desempenho de cada jogador.

A influência positiva das distâncias percorridas acima de determinadas intensidades de trabalho (20W/kg) na distância total percorrida durante os jogos. Além disso, ele ressalta a importância do treinamento de corrida em velocidades máximas específicas (25 km/h a 30 km/h) e do número de sprints quando as distâncias percorridas estão acima de um determinado limiar (55 W/kg) nos treinamentos (BRANQUINHO *et al.*, 2024). De forma diferente, argumenta-se que a carga externa, como a distância total percorrida e as distâncias percorridas em altas demandas, como corrida em alta velocidade ou sprint, são os resultados mais frequentes apresentados por estudos anteriores. Ele destaca que a distância total tem uma variabilidade relativamente baixa intra e inter jogador durante os jogos pequenos jogos

(SSGs), enquanto as distâncias cobertas em alta intensidade apresentam uma variabilidade relativamente alta (CLEMENTE *et al.*, 2022). O complemento essa discussão, revela que, entre os resultados apresentados, a distância total tem uma variabilidade relativamente baixa, enquanto as distâncias cobertas em alta intensidade têm uma variabilidade mais alta. Isso sugere que, embora a distância total seja um indicador importante de desempenho, as variações na intensidade do esforço podem ter um impacto significativo na variabilidade do desempenho entre os jogadores (YOUNESI *et al.*, 2021).

Portanto, enquanto Branquinho *et al.* (2024), enfatiza a importância das distâncias percorridas acima de determinadas intensidades e do treinamento específico de velocidade máxima e sprints, Clemente *et al.* (2022) e Younesi *et al.* (2021), destacam a relevância da carga externa, incluindo a distância total percorrida e as distâncias percorridas em alta intensidade, na determinação do desempenho dos jogadores durante os jogos e treinamentos. Essas diferentes perspectivas ressaltam a complexidade da relação entre a carga de treinamento, o desempenho físico e os resultados durante as competições, destacando a necessidade de uma abordagem integrada na análise e interpretação dos dados de monitoramento (BRANQUINHO *et al.*, 2024)

A busca contínua por métodos precisos na coleta de medidas de carga de treino, reconhecendo a falta de consenso na predição de aspectos positivos ou negativos para o treino ou jogo (PEXA *et al.*, 2023). Essa falta de consenso reflete a complexidade do campo e a diversidade de variáveis que podem influenciar o desempenho dos atletas. Sob outra perspectiva, Hader *et al.* (2019) destaca a importância da distância percorrida em alta velocidade como preditor potencial de fadiga aguda e residual após as partidas de futebol. Sugere que medidas objetivas, como a distância percorrida em alta velocidade, podem nos oferecer dados preciosos sobre o estado físico dos jogadores e sua capacidade de recuperação após o esforço. O atual estudo complementa essas perspectivas, demonstrando diferenças estatisticamente significativas entre os eventos de treino e jogo para todas as variáveis de intensidade. Em geral, os valores foram mais elevados durante os jogos, indicando uma maior intensidade de esforço durante as competições em comparação com as sessões de treinamento. Esse achado está em linha com a expectativa de que as exigências físicas são mais altas durante os jogos devido à natureza competitiva e ao ritmo acelerado das partidas. Além disso, a pesquisa de Chena (2022) também

destaca a importância de considerar o perfil de desempenho físico competitivo dos jogadores de acordo com sua posição de jogo.

Os atacantes centrais e os meio-campistas foram identificados como tendo valores variáveis de corrida relativa de alta velocidade mais altos, enquanto os meio-campistas centrais e traseiros centrais apresentaram valores variáveis de distância relativa coberta. Esses resultados sugerem que diferentes posições de jogo podem exigir diferentes padrões de desempenho físico, destacando a necessidade de uma abordagem personalizada na análise da carga de treino e no planejamento do treinamento.

Existe a tendência recente de um aumento na distância total de sprint percorrida durante os jogos de futebol, indicando uma priorização do desenvolvimento da habilidade dos jogadores em acelerar e desacelerar repetidamente (SERPIELLO *et al.*, 2018). Essa observação ressalta a importância das ações de aceleração e desaceleração no contexto do jogo e sugere que essas habilidades estão se tornando cada vez mais cruciais para o sucesso dos jogadores. Harper; Carling e Kiely (2019) e Newans *et al.* (2019) corroboram essa ideia, apontando para a crescente relevância das ações de aceleração e desaceleração no desempenho físico dos jogadores e nas estratégias de monitoramento e gestão de carga. No entanto, eles reconhecem as limitações do GPS no rastreamento preciso dessas variáveis, sugerindo o uso de sensores inerciais como uma alternativa eficaz. Szigeti *et al.* (2021) enfatiza a confiabilidade e validade consideráveis dos sensores inerciais no monitoramento de ações de aceleração e desaceleração no futebol, destacando sua utilidade como complemento ou alternativa ao GPS.

Os resultados da pesquisa atual complementam essas perspectivas, identificando diferenças significativas nas variáveis de volume de aceleração em relação à posição dos jogadores e ao evento (treino ou jogo). Notavelmente, os defensores apresentaram valores menores em comparação com os meio-campistas em diversas variáveis, sugerindo padrões distintos de movimento e demandas físicas entre as posições.

Foram identificadas associações entre distâncias percorridas durante a pré-temporada e o risco de lesões durante a competição, destacando a necessidade de monitorar de perto e ajustar a carga de treinamento para minimizar esses riscos (COLBY *et al.*, 2017). De outra forma, o trabalho de Kupperman e Hertel (2020) abordou modelos multivariados para quantificar o efeito da participação na pré-

temporada no risco de lesões, controlando as variáveis de carga de treinamento. Eles observaram associações entre diferentes aspectos do treinamento e o risco de lesões, destacando a complexidade dessas relações e a necessidade de considerar múltiplos fatores ao desenvolver estratégias de prevenção de lesões.

Destaca-se a associação entre distâncias semanais acumuladas de corrida e sprints de alta velocidade com o tempo de jogo dos jogadores. Isso sugere que treinos específicos de corrida em alta velocidade durante a semana podem favorecer a participação dos jogadores em competições, ressaltando a importância do condicionamento físico específico para o desempenho dos atletas (DALEN E LORAS, 2019). Em conjunto, esses estudos enfatizam a necessidade de uma abordagem integrada na gestão da carga de treinamento e na prevenção de lesões nos atletas de futebol. Eles destacam a importância de considerar não apenas a quantidade, mas também a intensidade e a natureza do treinamento, bem como os efeitos a longo prazo da pré-temporada no desempenho e na saúde dos jogadores. Essas informações são cruciais para desenvolver estratégias eficazes que maximizem o desempenho e minimizem o risco de lesões nos atletas de futebol (DALEN E LORAS, 2019).

Evidenciam a importância de considerar não apenas a distância total percorrida, mas também a intensidade do treinamento ao avaliar o risco de lesões em jogadores de futebol gaélico de elite (MALONE *et al.*, 2017). Eles observam que cargas altas de treino, que abrangem tanto a distância percorrida quanto a intensidade do treinamento, estão associadas a um menor risco de lesões, o que sugere a necessidade de uma análise mais abrangente da carga de trabalho. Diferentemente, Hulin *et al.* (2016) destacam que picos na carga de trabalho, incluindo a distância percorrida, estão relacionados a um maior risco de lesões em jogadores de críquete de elite. Isso sugere que a relação entre a carga de trabalho e o risco de lesões pode variar entre diferentes modalidades esportivas, destacando a necessidade de considerar as especificidades de cada esporte ao desenvolver estratégias de prevenção de lesões. Chena (2022) complementa essa discussão, observando que o nível de carga de trabalho varia significativamente de acordo com os exercícios específicos de futebol estudados. Ele destaca que a distância total percorrida, a corrida em alta velocidade e o número total de altas acelerações e desacelerações são significativamente maiores durante a competição em comparação com os exercícios usados para sessões de treinamento.

A correlação significativa entre variáveis de carga de treinamento, como número de desacelerações, minutos em alta frequência cardíaca e distância percorrida, com a mudança no Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) (PEXA, 2023). Esses resultados sugerem que a carga de treinamento pode ter um impacto direto na recuperação muscular e na resposta fisiológica dos atletas, o que pode influenciar tanto o desempenho quanto o risco de lesões. De outra maneira, Clemente *et al.* (2022) enfatiza as variáveis mais frequentemente estudadas em relação à carga de trabalho, incluindo distância total, distâncias percorridas em alta velocidade e sprints, juntamente com acelerações e desacelerações. Eles observam uma baixa inconstância intra e inter atleta na distância total, o que sugere que essa métrica pode ser uma medida confiável da carga de trabalho dos atletas. Entretanto, o estudo de Kupperman e Hertel (2020) não conseguiu evidenciar uma relação clara entre medidas de carga de treinamento captadas pelo GPS e o aumento do risco de lesão. Eles apontam para diversos motivos que podem contribuir para essa falta de conclusão, incluindo a ausência de um conceito definido sobre lesões, a variedade de índices de carga de treinamento utilizados e as diferenças na análise estatística entre os estudos.

A importância de considerar não apenas a quantidade total de carga acumulada, mas também os aumentos repentinos na carga de treino como preditores de lesões (BOWEN *et al.*, 2020). Seus resultados sugerem que treinamentos com picos agudos elevados, especialmente quando as cargas crônicas estão baixas, podem aumentar o risco de lesão sem contato. Essas descobertas destacam a necessidade de uma progressão gradual nos planos de treino, visando reduzir os picos de carga e melhorar as capacidades físicas dos jogadores ao longo do tempo. Enquanto Malone *et al.* (2018), investigaram o efeito das cargas de treinamento em combinação com as distâncias de alta velocidade (HSDs) na ocorrência de lesões. Seus resultados indicam que jogadores com cargas de treinamento crônico mais altas e que cobriram maiores distâncias em alta velocidade apresentaram um risco reduzido de lesão. Esses achados sugerem que a combinação de cargas de treinamento adequadas com o desenvolvimento da velocidade pode contribuir para a prevenção de lesões nos jogadores de futebol.

Em nosso estudo, verificamos diferenças significativas entre as posições dos jogadores em relação às variáveis de volume de treinamento, como densidade de aceleração e MDIR de baixa e média aceleração. Essas diferenças indicam que os

meio-campistas podem estar envolvidos em um maior volume de atividade de intensidade moderada durante as sessões de treinamento e jogos, em comparação com os defensores. Essas percepções ressaltam a importância de personalizar os planos de treinamento de acordo com as demandas físicas específicas de cada posição no campo.

O treino estruturado que inclui uma variedade de exercícios, como jogos de lado adaptados, treinamento de força e potência generalizado (GPBT) e exercícios de corrida, para melhorar a capacidade dos atletas de lidar com as demandas de velocidade do jogo (GUALTIERI *et al.*, 2023). Essa abordagem diversificada pode ajudar os atletas experientes a se beneficiarem ao compensar a carga de velocidade dos jogos. Sob outro ponto de vista, Dalen e Loras (2019) e nosso próprio estudo demonstram que a carga física durante as partidas de futebol é significativamente mais elevada em comparação com o treinamento. Os jogadores enfrentam uma carga mais intensa e exigente durante as competições, com distâncias totais percorridas, corridas em alta velocidade e número de sprints consideravelmente maiores durante os jogos. Esses achados destacam a importância dos treinadores e preparadores físicos adequarem os planos de treinamento para garantir que os jogadores estejam preparados para enfrentar as demandas físicas do jogo.

Nossa pesquisa, ao corroborar com esses achados, reforça a necessidade de uma preparação específica para os jogos, considerando a carga física mais intensa durante as competições. Embora as variáveis de IMA De Alta e Densidade de Aceleração não tenham apresentado diferença significativa entre jogos e treinamentos, os demais aspectos avaliados mostram a importância de um treinamento adaptado às demandas específicas das partidas.

As estratégias de prevenção de lesões podem variar amplamente entre equipes e podem incluir uma combinação de abordagens, como programas de condicionamento físico, técnicas de treinamento, monitoramento da carga de trabalho, avaliação biomecânica e intervenções específicas para jogadores em risco. Essas estratégias podem não ter sido documentadas de forma sistemática ou detalhada em nosso estudo. Algumas equipes podem considerar suas estratégias de prevenção de lesões como informações confidenciais ou estratégicas e podem optar por não compartilhar em estudos de pesquisa. Isso pode limitar nossa capacidade de acessar informações detalhadas sobre as estratégias utilizadas pela equipe.

Embora não tenhamos investigado diretamente as estratégias de prevenção de lesões neste estudo, reconhecemos sua importância significativa na redução do risco de lesões em jogadores de futebol. Recomendamos que pesquisas futuras abordem mais detalhadamente essas estratégias, a fim de fornecer uma compreensão mais abrangente e informada das melhores práticas para prevenção de lesões no esporte. Essas informações podem ser valiosas para equipes esportivas, treinadores e profissionais de saúde na melhoria da segurança e desempenho dos atletas.

A relação entre cargas elevadas de treinamento, especialmente quando variadas semanalmente (≥ 1500 a ≤ 2120 AU), e um aumento no risco de lesões entre os jogadores de futebol (MALONE *et al.*, 2017). Seu estudo observou um aumento no risco de lesões quando os jogadores eram submetidos a cargas cumulativas específicas, semanais e variadas para base U12 (~18,6 km), U13 (~19,3 km), U14 (~19,5 km), U15 (~21,0 km), U16 (~20,8 km), U17 (~16,0 km), U18 (~21,2 km) e U19 (~16,0 km). Isso sugere que a gestão cuidadosa da carga de treinamento pode ser crucial na prevenção de lesões. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2021), argumenta que medidas cumulativas de exposição, como aquelas utilizadas por Malone *et al.* (2017), não devem ser julgadas apenas como corretas ou incorretas, mas sim avaliadas com base em vários fatores, como o contexto da análise e as limitações das métricas. Ele ressalta que, em certas situações, a simples duração da exposição pode ser relevante e útil, apesar de suas limitações.

A validade e utilidade das medidas cumulativas de exposição dependem de uma série de fatores, incluindo o objetivo da análise e a consideração das limitações da métrica. Ele destaca a importância de testar as suposições subjacentes a essas medidas e reconhecer que, em determinados contextos, mesmo métricas limitadas podem fornecer compreensões valiosas (IMPELLIZZIERI *et al.* 2023). Na pesquisa atual, os resultados indicam uma descoberta interessante, os jogadores que acumularam uma carga mais elevada de ações de alta aceleração tiveram um menor risco de lesões durante o período de estudo. Isso sugere que uma maior exposição a ações de alta aceleração pode estar associada a uma menor probabilidade de lesões entre os jogadores analisados. Esses resultados divergem das conclusões de Malone *et al.* (2017), indicando que a relação entre carga de treinamento e risco de lesões pode ser mais complexa do que se pensava anteriormente.

Portanto, ao considerar esses diferentes pontos de vista e os resultados da pesquisa atual, parece claro que a relação entre carga cumulativa de treinamento e

risco de lesões em jogadores de futebol é multifacetada e pode depender de uma série de fatores contextuais e individuais.

Por um lado, há o argumento de que uma carga acumulada maior de ações de alta aceleração pode refletir uma maior participação dos jogadores em atividades de treinamento e competição, o que pode promover uma melhor condição física geral e habilidades específicas necessárias para o jogo. Essa visão sugere que uma exposição mais intensa e desafiadora pode, na verdade, contribuir para uma redução do risco de lesões, ao invés de aumentá-lo, como comenta Burstyn *et al.* (2019). No entanto Oliveira *et al.* (2021) observa que as medidas cumulativas de exposição, incluindo a distância total semanal acumulada, não podem ser julgadas categoricamente como corretas ou incorretas por si só. Sua validade e utilidade dependem de diversos fatores, como o objetivo da análise e as limitações das métricas utilizadas. Ele destaca que, em certos contextos, a simples duração da exposição pode ser a única informação disponível e ainda assim ser relevante e útil. Complementando essa perspectiva e enfatizando a importância de considerar os aspectos específicos da exposição sob investigação e a fundamentação das suposições subjacentes. Ele ressalta que, apesar das limitações das medidas cumulativas de exposição, elas ainda podem fornecer insights valiosos em muitos contextos, desde que sejam interpretadas corretamente e levando em consideração suas limitações (IMPELLIZZIERI *et al.* 2023).

Existem diferenças substanciais reveladas nos níveis de carga física entre partidas e treinamento, com uma carga física mais intensa e exigente durante as partidas de futebol (DALEN e LORAS, 2019). Isso sugere que as partidas impõem demandas significativamente maiores aos jogadores em termos de distâncias percorridas, corridas em alta velocidade, número de sprints e outras métricas de atividade física. Por um lado, nosso estudo reconhece a necessidade de mais pesquisas para compreender melhor os mecanismos subjacentes às associações entre atividade física e risco de lesões, bem como para desenvolver intervenções eficazes de prevenção de lesões no futebol. Destacamos a importância de uma abordagem equilibrada e progressiva para o treinamento dos jogadores, enfatizando o desenvolvimento não apenas da resistência física, mas também da capacidade de realizar movimentos rápidos e explosivos com segurança. Essas duas perspectivas destacam a importância de considerar não apenas a quantidade, mas também a

intensidade da atividade física na gestão da carga de treinamento e na prevenção de lesões.

Em conjunto, esse trabalho ressalta a complexidade da relação entre atividade física, desempenho e risco de lesões no futebol, destacando a necessidade de uma abordagem integrada que leve em consideração múltiplos fatores, incluindo volume, intensidade e natureza da atividade física, bem como estratégias de prevenção de lesões, para promover um treinamento seguro e eficaz e maximizar o desempenho dos jogadores no campo.

Este estudo apresenta possíveis limitações que também podem orientar investigações futuras. Por exemplo, apenas uma equipe de futebol profissional foi analisada, enquanto realizar uma pesquisa utilizando uma amostra com vários clubes, seria de grande valia para a esfera científica. Além disso, entendemos que a média de idade dessa equipe pode ter influenciado nos resultados, pois foi apresentado nas incidências de lesão um número maior de lesões articulares. Estudos futuros podem incluir variáveis adicionais que não foram consideradas neste estudo.

6. CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que existe relação entre as cargas mecânicas e o aparecimento de lesões.

De modo geral, foi possível verificar que os atletas meio campistas realizaram maior volume de ações relacionadas ao IMA Acc Alta, Densidade de Aceleração e MDIR Baixa e Média, na prática entendemos que os jogadores dessa posição necessitam de um olhar mais aprofundado em relação aos trabalhos preventivos, incluindo os movimentos de pivotagem, giros e estratégias de recuperação.

Quando se levou em consideração o tipo de evento (treino ou jogo), apenas as variáveis IMA Dec Alta e Densidade de Aceleração não apresentaram diferenças estatísticas. Comparando os volumes de ações acumulados (treinos e jogos) nas semanas prévias e a ocorrência da lesão, observaram-se pelos resultados em valores acumulados de ações de aceleração de alta intensidade, maior para os atletas que não se lesionaram.

É impossível determinar conclusivamente se quaisquer métricas de carga de trabalho derivadas do sistema de posicionamento global (GPS) estão associadas a um risco aumentado de lesões. Porém, os achados de IMA acc alta como fator protetor para lesões tem grande validade no contexto prático do treinamento. Além das diferenças identificadas entre posições e eventos que podem guiar estratégias de treinamento e gestão de carga para otimizar o desempenho e reduzir o risco de lesões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO-CALLEJO, A. *et al.* Effect of playing position and microcycle days on the acceleration speed profile of elite football players. **Scientific Reports**. v.10, n.12, p.1:19266, Nov. 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-23790-w.

AMMANN L., ALTMANN S. Taxas de carga de treinamento e correspondência no futebol profissional - devemos usar valores de referência de correspondência específicos do jogador ou da posição? **Front Sports Act Living**. 2023 maio 16; 5:1151828. Doi: 10.3389/fspor.2023.1151828. PMID: 37260734; PMCID: PMC10227614.

AMMANN, L.; CHMURA, P. Carga interna e externa durante exercícios de treinamento em campo com o objetivo de melhorar o desempenho físico dos jogadores no futebol profissional: um estudo observacional retrospectivo. **Frontiers in Psychology**. v.7, n.14, p. 1212573, Nov. 2023. DOI: 10.3389/fphys.2023.1212573.

ANDERSEN, T. R. *et al.* Lesões no futebol juvenil masculino: um estudo prospectivo de coorte de uma temporada de 223 jogadores de elite dinamarqueses. **Front Sports Act Living**. v. 18, n. 5, p.1250223, Dez. 2023. DOI: 10.3389/fspor.2023.1250223.

BEATO, M. *et al.* A validade e a variabilidade entre unidades das unidades GNSS (STATSports Apex 10 e 18 Hz) para medir a distância e a velocidade de pico em esportes de equipe. **Frontiers in Psychology**. v. 21, n. 9, p. 1288, set. 2018. DOI: 10.3389/fphys.2018.01288.

BERTSCHY, M. *et al.* Prevalência reduzida de lesões em atletas de futebol após a aclimação guiada por GPS. **International Journal of Exercise Science**. v.1, n. 14, p. 7, p.1070-1077, Aug. 2021.

BIZ C, *et al.* Prevenção de Lesão por Tensão nos Isquiotibiais (HSI) em Equipes de Futebol Profissionais e Semiprofissionais: Uma Revisão Sistemática e Meta-Análise. **Int J Environ Res Saúde Pública**. v.18, n.16, p.8272, Aug. 2021. Doi: 10.3390/ijerph18168272. PMID: 34444026; PMCID: PMC8394329.

BOURDON, P. C. *et al.* Monitoring athlete training loads: consensus statement. **International journal of sports physiology and performance**. v.12. n. 2, p. 161-170. Apr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2017-0208>

BOWEN, L. *et al.* Picos na relação de carga de trabalho aguda: crônica (ACWR) associados a uma taxa de lesões de 5 a 7 vezes maior em jogadores de futebol da Premier League inglesa: um estudo abrangente de 3 anos. **British Journal of Sports Medicine**. v. 54, n. 12, p. 731-738, Jun. 2020. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099422.

BUCHHEIT, M. *et al.* Microcycle Periodization in Elite Football The 11 Evidence-Informed and Inferred Principles of Microcycle Periodization in Elite Football. **Science Performanceand Science Reports**. v.1, p. 218. Fev. 2024.

BRANQUINHO, L. *et al.* Identificando a carga de treinamento semanal ideal para o desempenho no jogo em um time de futebol brasileiro de elite. **Frontiers in Psychology**. v. 5, n. 15, p. 13417912024, Mar. 2024. DOI: 10.3389/fphys.2024.1341791.

BURSTYN, I. *et al.* O que fazer quando a exposição acumulada afeta a saúde, mas apenas sua duração foi medida? Um Caso de Regressão Linear. **Int J Environ Res Saúde Pública**. v. 16, n. 11, p. 1896, mai. 2019. DOI: 10.3390/ijerph16111896.

CATAPULTSPORT. **Vector device overview (s7/g7)**. Disponível em: <https://support.catapultsports.com/hc/en-us/articles/360000919456-Vector-Device-Overview-S7-G7>. Acesso em: 28/05/2024.

ÇELIKKAYA, N. F. E. **A Monitorização da Carga de Treino através da Análise Tempo-Movimento e da Perceção Subjetiva do Esforço (PSE) no Futebol**. 2016. Dissertação (Mestrado em Treino de Alto Rendimento). Universidade de Lisboa-Faculdade de Motricidade Humana. Lisboa 2016.

CHENA, M. *et al.* Workloads of Different Soccer-Specific Drills in Professional Players. **Journal of Human Kinetics**. v. 8, n. 84, p. 135-147, Nov. 2022. DOI: 10.2478/hukin-2022-000075.

CLARSEN, B.; BAHR, R. Matching the choice of injury/illness definition to study setting, purpose and design: one size does not fit all. **British journal of sports medicine**. v. 48, n.7, p. 520-512, Apr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093297>.

CLEMENTE, F. M. *et al.* Caracterização do Perfil de Carga Externa Semanal de Equipes de Futebol Profissional de Portugal e Holanda. **Journal of Human Kinetics**. 66, p.155-164, Mar. 2019. DOI: 10.2478/hukin-2018-0054. PMID: 30988849; PMCID: PMC6458578.

COLBY M. J. *et al.* Preseason Workload Volume and High-Risk Periods for Noncontact Injury Across Multiple Australian Football League Seasons. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 31, n. 7, p. 1821-1829, Jul. 2017 DOI: 10.1519/JSC.0000000000001669.

COUTTS, A. J.; CROWCROFT, S.; KEMPTON, T. **Desenvolvimento de sistemas de monitoramento de atletas**: Base teórica e aplicações práticas. Em M. Kellmann & J. Beckmann (Eds.), *Esporte, Recuperação e Desempenho: Insights Interdisciplinares* (pp. 19-32). Abingdon: Routledge, 2018.

CRANE, J.; TEMPLE, V. A systematic review of dropout from organized sport among children and youth. **European Physical Education Review**. v. 21, n. 1, p. 114-131, Feb. 2015.

CRUZ W. M. *et al.* A pesquisa sobre o futebol no Brasil: análise dos grupos de pesquisa e da produção científica recente. **Movimento**, v. 28, p. e28057, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22456/1982-8918.121749>.

DALEN, T.; LORÅS, H. Monitorando o Treinamento e a Carga Física da Partida em Jogadores de Futebol Júnior: Iniciantes versus Substitutos. **Esportes (Baselia)**. v. 19, n. 7, p. 3:70, Mar. 2019, DOI: 10.3390/sports7030070.

DAMBROZ, F.; CLEMENTE, F. M.; TEOLDO, I. The effect of physical fatigue on the performance of soccer players: A systematic review. **PLoS One**. v.14, n.17 p.7: e02700992022. Doi: 10.1371/journal.pone.0270099.

DELECROIX, B. *et al.* Workload and injury incidence in elite football academy players. **Journal of Sports Sciences**. v.37, n. 24, p. 2768-2773, Dec. 2019. DOI: 10.1080/02640414.2019.1584954. Epub 2019 Mar 1. PMID: 30821604.

DELFINO, L. L. *et al.* Análise de caminho das características do cuidador e sintomas neuropsiquiátricos em pacientes com doença de Alzheimer. **Geriatrics Gerontology International**. v.18, Ed.8, May. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/ggi.13437>.

DIAZ-SERADILLA, E. *et al.* Análise de carga externa inter e intra-microciclo em jogadoras de futebol profissional: Uma abordagem de posição de jogo. **PLoS Um**. v.22, n.17, p.3:e0264908, Mar. 2022. Doi: 10.1371/journal.pone.0264908.

DREW, M. K.; RAYSMITH, B. P.; CHARLTON, P.C. Injuries impair the chance of successful performance by sportspeople: a systematic review. **British journal of sports medicine**. v. 51, n.16, p.1209-1214, Aug. 2017.

EDDENS, L.; SOMEREN, K. V.; HOWATSON, G. The Role of Intra-Session Exercise Sequence in the Interference Effect: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports medicine**. v. 48, n.1, p. 177-188, Jan. 2018. DOI: 10.1007/s40279-017-0784-1.

FIFA. **Physical analysis of the FIFA women's world cup France 2019**.

Available at: <https://www.fifa.com/tournaments/womens/womensworldcup/france2019/news/physical-analysis-of-france-2019-shows-increase-in-speed-and-intensity>. Acesso em Apr. 9, 2022.

FREIRE, M. C. M.; PATTUSSI, M. P. **Tipos de estudos**. IN: ESTRELA, C. Metodologia científica. Ciência, ensino e pesquisa. 3a ed. Porto Alegre: Artes Médicas, p.109-127, 2018.

GABBETT, T. 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, Jan. 2018.

GABBETT, T. J. How Much? How Fast? How Soon? Three Simple Concepts for Progressing Training Loads to Minimize Injury Risk and Enhance Performance.

Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, v. 50, n. 10, p.500-573, Nov. 2019.

GABBETT, T. J. The training — injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? **British journal of sports medicine**, v.50, n. 5, p. 273-280, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>.

GABBETT, T. J.; WHITELEY, R. Two training-load paradoxes: can we work harder and smarter, can physical preparation and medical be team-mates? *International journal of sports physiology and performance*. v. 12, n. 2, p. 250-254, Apr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0321>.

GUALTIERI, A. *et al.* Corrida e corrida de alta velocidade no futebol adulto profissional: definição de limites atuais, demandas de partidas e estratégias de treinamento. Uma revisão sistemática. **Frontiers in Sports and Active Living**. v. 13, n. 5, p.1116293. DOI: 10.3389/fspor.2023.1116293, jan. 2023.

GUIMARÃES, L. S. P.; HIRAKATA, V. N. Uso de modelo de equações de estimativas generalizadas na análise de dados longitudinais. **Revista HCPA**, v. 32, n. 4, p. 503–511, 2012.

HADER, K. *et al.* Monitorando a Resposta da Partida do Atleta: As Variáveis de Carga Externa Podem Prever Fadiga Aguda e Residual pós-jogo no Futebol? Uma Revisão Sistemática com Meta-análise. **Sports Medicine - Open**. v.9, n. 5, p. 1:48, dez. 2019. DOI: 10.1186/s40798-019-0219-7.

HARPER, D. J.; CARLING, C.; KIELY, J. High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. **Sports Medicine**. v. 49, n. 12, p.1923-1947, Dec. 2019.

HESPANHOL JUNIOR, L. C. *et al.* Meta-analyses of the effects of habitual running on indices of health in physically inactive adults. *Sports medicine*. v. 45, n. 10, p. 1455-1468, oct. 2015.

HOPPE, M. W. *et al.* Validity and reliability of GPS and LPS for measuring distances covered and sprint mechanical properties in team sports. **PLoS One**. v. 8, n. 13, p. 2: e0192708, Feb. 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0192708.

HULIN, B. 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**. v. 50, n. 4, p.231-236, Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094817>.

IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Entendendo a Carga de Treinamento como Exposição e Dose. **Esportes Medicine**. v. 53, n. 9, p. 1667-1679, Sep. 2023. DOI: 10.1007/s40279-023-01833-0.

IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Training Load and Its Role in Injury Prevention, Part I: Back to the Future. **Journal of Athletic Training**, v. 55, n. 9, p. 885-892, Sep. 2020.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and external training load: 15 years on. **International journal of sports physiology and performance**. v. 14, n. 2, p.1-4, Feb. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of sports sciences**. v. 23, n. 6, p. 583-592, jun. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640410400021278>.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE INJURY AND ILLNESS EPIDEMIOLOGY CONSENSUS GROUP *et al.* International Olympic Committee Consensus Statement: Methods for Recording and Reporting of Epidemiological Data on Injury and Illness in Sports 2020 (Including the STROBE Extension for Sports Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). **Journal of Orthopedic Journal of Sports Medicine Sports**. v. 18, n. 8, (2):2325967120902908, Feb. 2020. DOI: 10.1177/2325967120902908.

JIANG, Z. *et al.* Uma Revisão Sistemática da Relação entre Carga de Trabalho e Risco de Lesões de Jogadores Profissionais de Futebol Masculino. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v. 14, n.19, p. 20:13237, Oct .2022. DOI: 10.3390/ijerph192013237.

JIMÉNEZ-REYES, P. *et al.* Seasonal Changes in the Sprint Acceleration Force-Velocity Profile of Elite Male Soccer Players. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 36, n. 1, p. 70-74, Jan. 2022.

KALKHOVEN, J. T. *et al.* Carga e Lesão de Treinamento: Caminhos Causais e Direções Futuras. **Esportes Medicine**. v. 51, n. 6:1137-1150, jun. 2021. DOI: 10.1007/s40279-020-01413-6.

KALKHOVEN, J. T.; WATSFORD, M. L.; IMPELLIZZERI, F.M. Um modelo conceitual e estrutura detalhada para lesões atléticas relacionadas ao estresse, tensão e uso excessivo. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 23, n. 8:726-734, Aug, 2020. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.02.002.

KIRKENDALL DT. Evolução do futebol como um tópico de pesquisa. *Prog Cardiovasc Dis*. 2020 Nov-Dec;63(6):723-729. doi: 10.1016/j.pcad.2020.06.011. Epub 2020 26 de junho. PMID: 32599029.

KUPPERMAN, N.; HERTEL, J. Métricas de Carga de Trabalho Derivadas pelo Sistema de Posicionamento Global e Risco de Lesões em Esportes de Campo Baseados em Equipe: Uma Revisão Sistemática. **Journal of Athletic Training**. v. 1, n. 55, p. 9 :931-943, Set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-473-19>.

LIANG, K.-Y.; ZEGER, S. L. Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*, v. 73, p. 13–22, 1986.

LÓPEZ-VALENCIANO, A. *et al.* Epidemiologia de lesões no futebol profissional: uma revisão sistemática e meta-análise. **British journal of sports medicine**. v. 54, n. 12, p. 711-718, Jun. 2020. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099577.

MALONE, S. *et al.* High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 21, n. 3, p. 257–262, 2018. DOI: 10.1016/j.jsams.2017.05.016.

MARGATO, G. F. *et al.* Prospective Study of Muscle Injuries in Three Consecutive Seasons of the Brazilian Football Championship. **Revista Brasileira Ortopedia**. São Paulo. v. 55, n. 6, p. 687-694, Dez. 2020. DOI: 10.1055/s-0040-1712988.

MAUPIN, D. *et al.* The Relationship Between Acute: Chronic Workload Ratios and Injury Risk in Sports: A Systematic Review. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 11, p. 51–75, 2020. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S231405>

MIGUEL, M. *et al.* Load Measures in Training/Match Monitoring in Soccer: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v. 8, n. 18, p. 5:2721, Mar. 2021. DOI: 10.3390/ijerph18052721.

NASCIMENTO, F. H. F. *et al.* Velocidade e força em jogadores de futebol: uma análise exploratória. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 8371-8379, Feb. 2020. ISSN 2525-8761.

NEWANS, T. *et al.* Modelling the Acceleration and Deceleration Profile of Elite-level Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**. v. 40, n. 5, p.331-335, May. 2019. DOI: 10.1055/a-0853-7676.

NOBARI, H. *et al.* Acute and Chronic Workload Ratios of Perceived Exertion, Global Positioning System, and Running-Based Variables Between Starters and Non-starters: A Male Professional Team Study. **Frontiers in Psychology**. v. 17, n. 13:860888, Mar 2022. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.860888.

OLIVA-LOZANO, J. M. *et al.* Efeito do dia de treinamento, partida e duração do microciclo na periodização da carga de trabalho em jogadores profissionais de futebol: um estudo de temporada completa. **Biol Sport**. v.39, n.2, p.397-406, Mar. 2022. Doi: 10.5114/biol sport.2022.106148.

OLIVA-LOZANO, J. M. *et al.* Perfis de aceleração e sprint de jogadores de futebol profissionais em relação à posição de jogo. **PLoS One**. v. 6;15, n. 8, e0236959, Ago. 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0236959.

OLIVEIRA, R. *et al.* In-season monotony, strain and acute/chronic workload of perceived exertion, global positioning system running based variables between player positions of a top elite soccer team. **Sports Science, Medicine and Rehabilitation**. v. 13, n. 1, p. 126, Oct. 2021. DOI: 10.1186/s13102-021-00356-3.

OLIVEIRA-JU NIOR, R. *et al.* Validação e confiabilidade entre dispositivos de análise de carga externa para atletas no futebol. **Revista Brasileira de Medicina e**

Esporte. v. 28, n. 4, Ago. 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202228042021_0064.

ORCHARD, J. W.; SEWARD, H. ORCHARD, J.J. Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian football league. **The American journal of sports medicine.** v. 41, n.4, p.734–41, Apr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546513476270>.

PEXA, B. S. *et al.* Carga de Treinamento e Dor Atual Preveem Dor Muscular de Incorreção Tardia Futura em Atletas de Futebol Feminino Colegiados. **International Journal of Sports Physical.** v. 1, n. 18, p. 6:1271-1282, Dez. 2023. DOI: 10.26603/001c.89890.

PFIRRMANN, D. *et al.* A ênfase na preparação física e performance tem sido uma exigência para os atletas jovens no futebol, incrementando os seus níveis de treinamento buscando respostas mais positivas. **Journal of athletic training.** v. 51, n. 5, p. 410–424, mai. 2016. DOI: 10.4085/1062-6050-51.6.03

RAYA-GONZÁLEZ, J. *et al.* Análise do Efeito de Lesões nas Variáveis de Desempenho de Partida em Jogadores de Futebol Profissional: Um Design Longitudinal Retrospectivo e Experimental. **Sports Medicine.** v. 8, n. 31, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00427>.

REINHARDT, L. *et al.* Enhanced sprint performance analysis in soccer: New insights from a GPS-based tracking system. **PLoS One.** v. 31, n. 14, p. 5: e0217782, May. 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0217782.

SANTOS, S. F.; AGUIAR, E. C. O.; SIMÕES DA COSTA, B. L. S. Prevenção de lesão em LCA em atletas profissionais no futebol: uma revisão sistemática. **Intercontinental Journal of Sport Management / Revista Intercontinental de Gestão Desportiva**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 1–12, 2023. DOI 10.51995/2237-3373.v13i3e110066. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=174540009&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 21 jun. 2024.

SERPIELLO, F. R. *et al.* The Occurrence of Repeated High Acceleration Ability (RHAA) in Elite Youth Football. **International Journal of Sports Medicine**. v. 39, n.7, p. 502-7, Jul. 2018. DOI: 10.1055/a-0608-4738.

SNYDER B.J., MAUNG-MAUNG C., WHITACRE C. Indicators of Fatigue during a Soccer Match Simulation Using GPS-Derived Workload Values: Which Metrics Are Most Useful? **Sports (Basel)**. v. 12, n. 1, p. 9, Dec. 2023. Doi: 10.3390/sports12010009.

SOLIGARD, T. *et al.* How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. **British journal of sports medicine**. v. 50, n.17, p. 1030–1041, Sep. 2016. Doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>.

SZIGETI, G. *et al.* The Football Movement Profile of Youth National Team Players. **Sports performance and science reports**. v.1, n. 145, Nov. 2021. DOI: 10.1556/2060.2023.00160.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TIMOTEO, T. F. *et al.* Influence of workload and recovery on injuries in elite male volleyball players. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 35, n. 3, p. 791-796, mar 2021. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002754.

WINDT, J.; GABBETT, T. J. How do training and competition workloads relate to injury? The workload-injury a etiology model. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 5, p. 428–435, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096040>.

World Health Organization. Physical activity fact sheet [internet]. Geneva: WHO; 2019 [acesso em 2019 ago. 19]. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/healthtopics/diseaseprevention/physical-activity/data-and-statistics/physical-activity-fact-sheets>.

YOUNESI, S. *et al.* Session-to-session variations in external load measures during small-sided games in professional soccer players. **Biology of Sport**. v. 38, n. 2, p. 185-193, Jun. 2021. DOI: 10.5114/biol sport.2020.98449.

ANEXOS

ANEXO A- AUTORIZAÇÃO PARA USO DE BANCO DE DADOS

Autorização para Uso de Banco de Dados

Eu, Alexandre Oliveira, residente na Avenida José Manuel de Arruda, 3177 – Bela Marina, Cuiabá/MT, CEP 78070720, titular do CPF 08283838989, por meio deste documento, autorizo o Prof. Dr. Elto Legnani e alunos do Grupo de pesquisa em atividade física esporte e tecnologia (Usuário), o acesso e uso do banco de dados “acelerometria e geolocalização dos atletas do Cuiabá Futebol Clube em situação de jogo e treinos” pertencente a empresa Cuiabá Esporte Clube, situada na Avenida Ayrton Senna Da Silva, 403, Distrito Industrial, Cuiabá/MT – CEP 78098-282, doravante denominada “Empresa”.

1. **Objetivo:** Esta autorização destina-se ao uso do banco de dados mencionado acima para os seguintes propósitos: composição do banco de dados do projeto de pesquisa “INDICADORES DE DESEMPENHO NO ESPORTE, para que sejam utilizados na elaboração de trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e produção de artigos científicos, sob a orientação do prof. Dr. Elto Legnani e colaboradores.
2. **Responsabilidades do Usuário:** a. O Usuário concorda em utilizar os dados apenas para os fins autorizados; o usuário concorda em manter a confidencialidade das informações contidas no banco de dados e a não divulgar ou compartilhar tais informações com terceiros sem consentimento prévio por escrito da Empresa; O Usuário concorda em tomar as medidas necessárias para proteger os dados contra acesso não autorizado, perda, destruição ou divulgação não autorizada.
3. **Propriedade dos Dados:** O Usuário reconhece que todos os dados contidos no banco de dados são de propriedade exclusiva da Empresa e concorda em não reivindicar nenhum direito sobre esses dados.
4. **Duração:** Esta autorização entra em vigor na data de assinatura e permanecerá em vigor até ser revogada por escrito pelo Usuário ou pela Empresa.
5. **Revogação:** O Usuário tem o direito de revogar esta autorização a qualquer momento, mediante aviso por escrito à Empresa. Após a revogação, o Usuário deverá cessar imediatamente todo o uso dos dados do banco de dados.
6. **Disposições Gerais:** Esta autorização constitui o acordo completo entre as partes com relação ao assunto aqui tratado e substitui todos os acordos anteriores ou contemporâneos, escritos ou verbais, relacionados ao uso do banco de dados.

Por meio deste documento, as partes abaixo assinadas concordam com os termos e condições estabelecidos acima:

Prof. Dr. Elto Legnani e alunos do Grupo de pesquisa em atividade física esporte e tecnologia – Gpafetec (Usuário)

Data: 01/02/2024

Nome: Alexandre Oliveira - Representante Autorizado da Empresa

Cargo: Fisiologista

Data: 01/02/2024

