

# Instituto Politécnico da Maia - IPMAIA

Escola Superior de Ciências Sociais, Educação e  
Desporto



## **Monitorização da Fadiga através de testes objetivos e subjetivos em Atletas de Alto Rendimento de Futebol**

**Um estudo realizado com atletas do Clube Sport Marítimo**

Dissertação apresentado ao Instituto Politécnico da Maia com  
vista à obtenção do 2º Ciclo de Estudos conducente ao grau  
de Mestre em Condição Física no Desporto e Exercício  
(Decreto-lei nº 74/2006 de 24 de março)

João Pedro Roque Lourenço  
A033471

Dissertação de Mestrado em Condição Física no Desporto e  
Exercício

Orientador institucional  
Professor Doutor Daniel Fernando Teixeira da Silva Duarte  
Coorientadores institucionais  
Professor Doutor Ricardo Luís de Almeida Maia Ferreira  
Mestre Luís Filipe Gonçalves Fernandes

(Maia, julho 2022) 

## **Agradecimentos**

A concretização de um trabalho desta natureza exige, naturalmente, um contributo coletivo e, por isso, não posso deixar de reconhecer a importância de todos aqueles que desempenharam um papel determinante nesta caminhada. Assim, seguem-se os devidos agradecimentos.

Começo por agradecer ao departamento de investigação do Marítimo Training Lab, coordenado pelo Professor Élvio Gouveia, pela partilha de informação realizada, que se revelou crucial para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos meus professores, Professor Doutor Daniel Duarte e Mestre Luís Fernandes, por terem sido um verdadeiro pilar neste projeto, honrando os seus compromissos, ajudado através de *feedbacks* contantes e por terem tido bastante flexibilidade para estarem presentes em todos os momentos de construção deste trabalho.

Destaco também a ajuda do Professor Doutor Ricardo Ferreira, que se juntou ao grupo de trabalho a meio do percurso e teve uma elevada importância para o sucesso do mesmo, tendo sido incansável com as suas explicações detalhadas sobre as ferramentas utilizadas e com o seu *feedback* quase imediato a todas as dúvidas metodológicas que foram surgindo.

Por último, mas não menos importante, queria agradecer a toda a minha família pelo apoio incondicional que me prestaram, dado que fizeram um grande esforço para garantir que não me faltasse nada no decorrer do meu percurso académico. A todos, o mais sincero obrigado!

Este trabalho é suportado pelo Instituto de Desenvolvimento Empresarial da Região Autónoma da Madeira através do apoio ao projeto MTL – Marítimo Training Lab (Ref. M1420-01-0247-FEDER-000033) co-financiado pelo “Madeira 14-20”

## Resumo

Compreender a fadiga ainda é um desafio para a ciência, podendo a fadiga abranger diversos processos biopsicossociais e ser avaliada objetivamente e subjetivamente. No entanto, a literatura atual ainda é escassa para compreender como estes elementos – objetivos e subjetivos – se relacionam entre si. Assim, o objetivo do presente estudo foi conhecer as relações entre as variáveis da fadiga objetiva (*Squat Jump* [SJ] e *Countermovement Jump* [CMJ]) e subjetiva (*Rating Perceived Exertion* [RPE] e *Hooper Index* [HI]), numa amostra de atletas profissionais masculinos de futebol. As métricas objetivas (tempo de contacto, tempo de voo, altura, potência, ritmo, índice de força reativa (RSI) e índice de elasticidade) foram medidas no dia -2 ao jogo, juntamente com uma métrica subjetiva (HI). Complementarmente, o RPE foi medido no dia -3 ao jogo. As frequências médias e desvios-padrão foram registados. Adicionalmente, foram realizadas correlações de Spearman e regressões lineares simples/múltiplas. Após os critérios de inclusão e exclusão, foram recuperadas 360 entradas de dados de 32 atletas, com média de idade de 25,86 ( $\pm 3,15$ ), IMC de 23,8 ( $\pm 1,46$ ) e 8,28 ( $\pm 3,13$ ) anos de experiência sénior. A maioria são jogadores do meio-campo ( $n=13$ ), seguido de defesas ( $n=10$ ), atacantes ( $n=6$ ) e guarda-redes ( $n=3$ ). No geral, apresentaram IH de 13,90 ( $\pm 2,27$ ) e RPE de 4,86 ( $\pm 1,73$ ). Além disso, as métricas do CMJ foram: tempo de contacto 4,06 ( $\pm 1,42$ ); tempo de voo 0,55 ( $\pm 0,04$ ); altura 37,75 ( $\pm 4,55$ ); potência 15,34 ( $\pm 1,34$ ); ritmo 0,26 ( $\pm 0,16$ ); e RSI 0,10 ( $\pm 0,0$ ). As métricas do SJ foram: tempo de contacto 5,12 ( $\pm 1,62$ ); tempo de voo 0,53 ( $\pm 0,03$ ); altura 35,77 ( $\pm 4,22$ ); potência 14,37 ( $\pm 1,14$ ); ritmo 0,20 ( $\pm 0,11$ ); e RSI 0,07 ( $\pm 0,02$ ). Foram encontradas correlações estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) desprezíveis (0,113 – 0,172) entre as métricas objetivas tempo de contato, tempo de voo, altura, cadência, potência e índice de elasticidade, e as métricas subjetivas avaliadas. Além disso, foram encontrados dois modelos fracos com significância estatística ( $p < 0,05$ ) entre as variáveis objetivas dependentes (tempo de contato, altura e índice de elasticidade) e o IH ( $R^2=3,7\%$ ) e RPE ( $R^2=1,6\%$ ). Além disso, foram encontrados nove modelos de fraca significância estatística ( $p < 0,05$ ) entre as variáveis subjetivas dependentes (HI e RPE) e tempo de contacto ( $R^2=1,8 - 2,7\%$ ), tempo de voo ( $R^2=1,1 - 1,9\%$ ), altura ( $R^2=1,2 - 2,3\%$ ), potência ( $R^2=1,4\%$ ), ritmo ( $R^2=1,2 - 2,1\%$ ) e índice de elasticidade ( $R^2=1,6\%$ ). Em conclusão, embora tenham sido encontradas relações entre as variáveis objetivas e subjetivas, elas foram muito fracas para predispor a mudanças significativas.

## Abstract

Understanding fatigue is still a challenge for science, and fatigue can encompass several biopsychosocial processes and be evaluated objectively and subjectively. However, the current literature is still scarce to understand how these elements – objective and subjective – relate to each other. Thus, the objective of the present study was to know the relationships between objective (Squat Jump [SJ] and Countermovement Jump [CMJ]) and subjective (Rating Perceived Exertion [RPE] and Hooper Index [HI] ) fatigue variables, in a sample of professional male football athletes. Objective metrics (contact time, flight time, height, power, pace, reactive force index (RSI) and elasticity index) were measured at day -2 to the game, along with a subjective metric (HI). In addition, RPE was measured at -3 to the game. Mean frequencies and standard deviations were recorded. Additionally, Spearman correlations and simple/multiple linear regressions were performed. After the inclusion and exclusion criteria, 360 data entries were retrieved from 32 athletes, with a mean age of 25.86 ( $\pm 3.15$ ), BMI of 23.8 ( $\pm 1.46$ ) and 8.28 ( $\pm 3.13$ ) years of senior experience. Most are midfield players (n=13), followed by defenders (n=10), forwards (n=6) and goalkeepers (n=3). Overall, they had an HI of 13.90 ( $\pm 2.27$ ) and an RPE of 4.86 ( $\pm 1.73$ ). In addition, CMJ metrics were: contact time 4.06 ( $\pm 1.42$ ); flight time 0.55 ( $\pm 0.04$ ); height 37.75 ( $\pm 4.55$ ); power 15.34 ( $\pm 1.34$ ); rate 0.26 ( $\pm 0.16$ ); and RSI 0.10 ( $\pm 0.0$ ). SJ metrics were: contact time 5.12 ( $\pm 1.62$ ); flight time 0.53 ( $\pm 0.03$ ); height 35.77 ( $\pm 4.22$ ); power 14.37 ( $\pm 1.14$ ); rate 0.20 ( $\pm 0.11$ ); and RSI 0.07 ( $\pm 0.02$ ). Negligible (0.113 – 0.172) statistically significant ( $p < 0.05$ ) correlations were found between the objective metrics contact time, flight time, height, cadence, power and elasticity index, and the subjective metrics evaluated. In addition, two weak models were found with statistical significance ( $p < 0.05$ ) between the dependent objective variables (contact time, height and elasticity index) and the IH ( $R^2 = 3.7\%$ ) and RPE ( $R^2 = 1.6\%$ ). In addition, nine models of weak statistical significance ( $p < 0.05$ ) were found between the dependent subjective variables (HI and RPE) and contact time ( $R^2 = 1.8 - 2.7\%$ ), flight time ( $R^2 = 1.1 - 1.9\%$ ), height ( $R^2 = 1.2 - 2.3\%$ ), power ( $R^2 = 1.4\%$ ), rhythm ( $R^2 = 1.2 - 2.1\%$ ) and elasticity index ( $R^2 = 1.6\%$ ). In conclusion, although relationships were found between objective and subjective variables, they were too weak to predispose to significant changes.

## Índice Geral

Agradecimentos.....	II
Resumo .....	III
Abstract .....	IV
Índice de figuras .....	VI
Índice de tabelas.....	VI
Lista de abreviaturas.....	VII
1. Introdução.....	8
2. Revisão De literatura .....	- 10 -
2.1 Caracterização fisiológica da modalidade de futebol .....	- 10 -
2.2 Fadiga.....	- 11 -
2.3 Modelo psicofisiológico da fadiga.....	- 12 -
2.4 Importância da monitorização .....	- 15 -
2.5 Evolução da monitorização da fadiga.....	- 16 -
2.5.1 <i>Squat Jump e Countermoviment Jump</i> .....	- 17 -
2.5.2 <i>Instrumentos e componentes de avaliação do SJ e CMJ</i> .....	- 19 -
2.6 Monitorização e Ferramentas subjetivas.....	- 20 -
2.6.1 <i>Questionários de bem-estar (Hooper)</i> .....	- 22 -
2.6.2 <i>Questionário de percepção subjetiva de esforço “RPE”</i> .....	- 23 -
3. Objetivos.....	24
4. Metodologias.....	- 24 -
4.1 Disposições Gerais.....	- 24 -
4.2 Amostra e Recolha de Dados .....	- 25 -
4.3 Cuidados Éticos .....	- 25 -
4.4 Preparação das Avaliações.....	- 26 -
4.4.1 <i>Seqüência das Avaliações ou Monitorizações</i> .....	- 26 -
4.4.2 <i>Recursos Humanos</i> .....	- 27 -
4.4.3 <i>Recursos Materiais</i> .....	- 27 -
4.4.4 <i>Funções dos Avaliadores</i> .....	- 27 -
4.5 Protocolos .....	- 27 -
4.5.1 <i>Sessão-RPE</i> .....	- 27 -
4.5.2 <i>Wellness Questionnaire (HOOPER)</i> .....	- 28 -
4.5.3 <i>Squat Jump</i> .....	- 28 -
4.5.4 <i>Contramovement Jump</i> .....	- 29 -

4.5.5 Esquema Geral das Monitorizações .....	- 30 -
5. Resultados .....	- 32 -
6. Discussão de Resultados.....	41
7. Conclusão.....	49
8. Futuras investigações .....	49
9. Referências Bibliográficas.....	50
9. Anexos .....	67

### **Índice de figuras**

Figura 1 Flowdiagram .....	32
Figura 2 Questionário de monitorização do bem-estar (Hooper).....	67
Figura 3 Questionário da sessão-RPE .....	67

### **Índice de tabelas**

Tabela 1 Plano das monitorizações da equipa A, do Club Sport Marítimo.....	- 30 -
Tabela 2 Características dos participantes .....	- 32 -
Tabela 3 Características métricas dos participantes .....	- 33 -
Tabela 4 Correlações de rho de Spearman entre o Índice de Hooper, RPE, e as diferentes componentes dos saltos verticais (CMJ e SJ).....	37
Tabela 5 Modelos de regressão linear explicativos do Índice de Hooper e RPE.....	38
Tabela 6 Modelos de regressão linear explicativos das componentes do vertical CMJ	40
Tabela 7 Modelos de regressão linear explicativos das componentes do vertical SJ....	40

## Lista de abreviaturas

Alongamento-encurtamento.....	(CAE)
Células fotoelétricas.....	(PC)
Club Sport Marítimo.....	(CSM)
Countermovement Jump.....	(CMJ)
Creatina Quinase.....	(CK)
Demandas da vida dos atletas.....	(DALDA)
Frequência cardíaca.....	(VFC)
Índice de Elasticidade.....	(IE)
Lactato desidrogenase.....	(LDH)
Match day.....	(MD)
Nervoso autônomo.....	(SNA)
Percepção subjetiva de esforço.....	(RPE)
Pittsburgh Sleep Quality Index.....	(PSQI)
Plataformas de força.....	(FPs)
Profile of Mood States.....	(POMS)
Questionários de bem-estar.....	(Hooper)
Relative index strength.....	(RSI)
Repetição máxima.....	(RM)
Sistemas de posicionamento local.....	(LPS)
Squat Jump.....	(SJ)
Tapetes de contato.....	(CMs)

## 1.Introdução

O principal objetivo do processo de treino é gerir os estímulos que otimizam o desempenho do jogador/equipa para a competição, permitindo assim que os jogadores iniciem a competição com altos níveis de aptidão, motivação e capacidades cognitivas, bem como com um baixo nível de fadiga (Gabbett, 2020). No futebol de elite, os melhores profissionais podem jogar até 50 jogos por época, o que, para alguns, inclui viagens substanciais pelo mundo, nomeadamente para jogar na Liga dos Campeões ou para jogos da seleção nacional, realizando entre 1 a 2 jogos por semana.

Por estes motivos, os ciclos de treino são cuidadosamente periodizados para evitar o acumular de fadiga, uma vez que esta pode levar a um risco aumentado de doenças e lesões (Carling, Le Gall, Dupont, 2012; Dupont, Nedelec, McCall, McCormack, Berthoin, & Wisløff, 2010). Para isso, é importante definir um sistema de controlo que garanta um equilíbrio entre a carga de treino, o estado de recuperação e a prontidão para a competição (Bourdon, Cardinale, Murray, Gatin, Kellmann, Varley, 2017; Gabbett, 2020; Gatin, Kellmann, Varley, 2017).

Nos últimos anos, o desenvolvimento dos sistemas de monitorização no desporto foi impulsionado pela evolução e disponibilidade das novas tecnologias. Estas tecnologias permitem, por exemplo, monitorizar e registar a carga interna e externa ou até mesmo a posição entre jogadores, medindo velocidades e distâncias com recurso ao uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Illa Fernandez, Reche, Carmona, Tarragó, 2020; Rago, Brito, Figueiredo, Costa, Barreira, Krstrup, 2020). No entanto, para algumas equipas, a escassez de recursos financeiros pode ser uma grande barreira, dificultando ou impedindo a implementação dos sistemas de monitorização (como GPS) nos seus processos de treino.

Devido a esta realidade, ferramentas mais flexíveis são adotadas para conseguir controlar os atletas e regular a possível manifestação da fadiga (Ryan, Kempton, Impellizzeri, Coutts, 2020), de que são exemplo os questionários subjetivos de bem-estar (humor, *stress*, fadiga, dor e sono) e a perceção subjetiva de esforço referente à unidade de treino (RPE). Com efeito, segundo Saw, Main, Gatin (2016), estes têm sido instrumentos cada vez mais utilizados para a análise dos jogadores de desportos coletivos. Apesar da confiabilidade e do valor informativo das medidas subjetivas da carga de treino e do bem-estar, estas devem, no entanto, ser combinadas com variáveis mais precisas e objetivas, para se garantir um equilíbrio entre a perceção do atleta e a sua capacidade real de desempenho (Bourdon *et al.*, 2017). Para esse efeito, já foi referido por outros autores

que a altura do salto vertical é uma das medidas mais confiáveis para quantificar o desempenho atlético e a fadiga relacionada ao treino de jogadores de elite (Franceschi, Conte, Airale, Sampaio 2020; Loturco, Pereira, Kobal, Kitamura, Abad, Marques, 2017). No entanto, mais do que analisar, de forma isolada, dados físicos e de bem-estar, há a necessidade de contextualizar os dados para uma compreensão clara dos respetivos resultados (West, Clubb, Torres-Ronda, Howells, Leng, Vescovi, 2020). Embora essa relação seja interessante, existe ainda uma escassez de pesquisas que examinem a relação entre a carga semanal do treino e os índices de bem-estar do atleta.

Assim, no âmbito do controlo do *status* dos jogadores, a monitorização pode ser feita com recurso a ferramentas subjetivas (onde é o atleta que se autoavalia quanto à sua fadiga) ou a ferramentas objetivas (onde o atleta é sujeito a uma avaliação invasiva), sendo que, estas últimas, incluem, não raras vezes, a utilização de meios tecnológicos para avaliar a sua prontidão física.

Assim, o presente documento apresenta como objetivo geral da investigação estudar a fadiga de forma objetiva e subjetiva, com vista a lançar-se luz sobre as relações que se estabelecem entre estes elementos, de modo que seja possível compreender de uma melhor forma o comportamento da fadiga. Assim, investigou-se, durante uma época desportiva num clube de futebol, as questões que envolvem as vertentes biológica, psicológica e social que estão associadas aos testes físicos e percetuais utilizados. Para este fim, analisou-se e relacionaram-se os resultados descritos pelos questionários (IH e RPE) com as componentes do salto vertical (SJ e CMJ).

Este trabalho é composto por 6 capítulos. A introdução refere-se a uma estruturação geral de todo o trabalho onde se faz uma ponte de ligação entre o tema abordado no decorrer do trabalho com o projeto de investigação que foi desenvolvido. De seguida, entramos no capítulo da revisão de literatura onde se aborda o que é a fadiga e as suas diferentes formas de manifestação, em conjunto com as ferramentas que podem ser utilizadas para monitorizar e controlar a mesma. O terceiro capítulo diz respeito à metodologia, neste é feita referência a todos os processos que foram utilizados no decorrer da investigação tais como materiais, recursos humanos e protocolos. Seguidamente temos os resultados do trabalho que são apresentados em formato de tabelas, tanto para correlações como para, as regressões. Posteriormente chegamos ao capítulo da discussão dos onde através do suporte científico é feita uma reflexão e comparação dos resultados obtidos com trabalhos de outros autores. O capítulo seguinte refere-se a conclusão onde refletimos através da síntese dos resultados as anotações mais importantes, aquelas que dão respostas aos

objetivos do presente documento. Por fim, apresenta-se um capítulo destinado a futuras investigações onde é destacada a importância de novos projetos de trabalho sobre o mesmo tema de forma, a procurar novas respostas em outros contextos.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 Caracterização fisiológica da modalidade de futebol**

O futebol é um dos desportos mais populares, tanto pelo número de praticantes como pelo número de adeptos que conquista por todo o mundo. Segundo Mackenzie e Cushion (2013), este aspeto faz com que este desporto seja um dos mais estudados na literatura científica, tal como já havia sido referenciado por outros autores (González, García e Contreras, 2015; Sánchez, Yagüe, Fernández, e Petisco, 2014).

De ano para ano, a literatura científica tem vindo, crescentemente, a referir que o futebol tem evoluído constantemente nos requisitos físicos, isto porque o jogo tem-se tornado significativamente mais rápido. Por exemplo, dados da *Premier League* indicam que os jogadores em todas as posições percorrem maiores distâncias a velocidades mais altas (Barnes, Archer, Hogg, Bush e Bradley, 2014). Esta intensidade multidirecional de carácter intermitente exige, por parte dos atletas, habilidade técnica, consciência tática, bem-estar psicológico e um nível de condição física excepcional para poder competir a um alto nível (Torrete, 2015).

Do ponto de vista das ações, se as categorizarmos de acordo com sua especificidade metabólica, o jogo é decidido por ações anaeróbias (30%), apesar de possuir uma significativa exigência aeróbia (70%) (Dalen e Lorås, 2019). Estas variações de intensidade de alta exigência neuromuscular criam perturbações significativas em vários sistemas fisiológicos (De Hoyo, Cohen, Sañudo, Carrasco, Álvarez-Mesa, Del Ojo, e Otero-Esquina, 2016; Ingebrigtsen, Dalen, Hjelde, Drust e Wisløff, 2015).

A nível mental, cada jogador precisa de tomar decisões referentes a passes, dribles e lances, que correspondem a um número de aproximadamente duas mil decisões por jogo (Kunrath, Cardoso, Nakamura e Teoldo, 2018). Para além disto, os jogadores estão também sujeitos a uma significativa pressão psicológica, que tem tido especial atenção nos últimos anos, onde foi demonstrado por Fessi, Nouira, Dellal, Owen, Elloumi, e Moalla (2016) e Haddad, Chaouachi, Wong, Castagna, Hambli, Hue, e Chamari, (2013) que aspetos contextuais, particularmente aqueles relacionados às condições sociopsicológicas (como os fatores ambientais, experiências anteriores, contexto familiar,

traços de personalidade, práticas religiosas, classificação da liga e importância do jogo), podem influenciar a condição dos jogadores e o seu rendimento.

Globalizando a complexidade desta modalidade, faz com que o futebol seja cada vez mais profissional e multidisciplinar, o que estimula a que se criem ferramentas e se recorra ao conhecimento científico para planejar e organizar as épocas desportivas (Malone, Di Michele, Morgans, Burgess, Morton, e Drust, 2015). O registo destes parâmetros é utilizado por profissionais com o objetivo de fornecer uma explicação para as possíveis mudanças no desempenho do atleta, bem como para tentar reduzir o risco de lesões e de fadiga do atleta (Paulson, Mason, Rhodes, e Goosey-Tolfrey, 2015). Nesse sentido, um planeamento ideal quanto à preparação física dos jogadores de futebol deve reunir os indicadores que influenciam a sua capacidade física e causam fadiga, como é o caso da frequência de treinos, do volume total das unidades de treino, da intensidade dos exercícios, do controlo das cargas de treino das sessões e do bem-estar do atleta (Hader, Rumpf, Hertzog, Kilduff, Girard, e Silva, 2019; Thorpe, Strudwick, Buchheit, Atkinson, Drust, e Gregson, 2017).

## **2.2 Fadiga**

Pela sua importância para as ciências do desporto, a temática da fadiga tem sido objeto de múltiplos estudos científicos ao longo da história. No entanto, o entendimento sobre este fenómeno continua a ser ambíguo e de difícil explicação, sobretudo quando o mesmo é considerado em toda a sua plenitude. Com efeito, o número de fatores que podem influenciar o processo de fadiga durante o exercício, assim como o funcionamento integrado do corpo humano, levam-nos a uma complexidade de difícil estudo e compreensão (Noakes, 2012).

A referida complexidade não impediu, todavia, a ciência do desporto de tentar definir o conceito de fadiga. Atualmente, uma definição muito aceite refere-se à fadiga como uma perda, induzida pelo exercício físico, no desempenho do atleta, que pode ser causada por diversos fatores fisiológicos e psicológicos, que são relatados pelo atleta (Micklewright, St Clair Gibson, Gladwell, e Al Salman, 2017).

É de salientar que a fadiga pode manifestar-se de forma central ou de forma periférica. A nível central, a fadiga é descrita como não sendo proveniente do músculo, sendo antes resultante da incapacidade de o sistema nervoso central conduzir o estímulo ao músculo, resultando na perda de força (Noakes, 2012). Especificamente, este processo ocorre em regiões no interior do cérebro humano, designadamente nas raízes nervosas e nos

neurónios motores (Zajac, Chalimoniuk, Gołasz, Lngfort, e Maszczyk, 2015). Por outro lado, a fadiga periférica consiste na falha em manter uma saída de potência esperada (Ament e Verkerke, 2009) e pode ser causada por duas ações diferentes. A primeira é a depleção de glicogénio e a segunda é causada pelo acumular de lactato ou outros metabólitos, que são libertados durante o exercício (Noakes, 2012). Por este motivo, a fadiga periférica ocorre dentro do músculo (Zajac *et al.*, 2015). No entanto, a incapacidade que os processos de fadiga central e periférica apresentam para explicar, de forma convincente, a fadiga no desporto e no exercício tem exigido aos investigadores a ampliação do foco de abordagem, a fim de se clarificar o fenómeno da fadiga (Noakes, 2012).

As mudanças físicas e bioquímicas durante o exercício são aspetos fisiológicos que, naturalmente, devem ser considerados, mas o cansaço percebido deve ser igualmente tido em conta porque induz mudanças no comportamento/desempenho e, portanto, deve ser estudado com a mesma importância. O entendimento destes fatores em conjunto levou ao aparecimento do modelo psicofisiológico da fadiga (Noakes, 2012).

### **2.3 Modelo psicofisiológico da fadiga**

É bem conhecido que a carga de trabalho e o estado de bem-estar são fatores primários que afetam a saúde psicofisiológica dos atletas e a eficácia das adaptações do treino (Wilke, Wanner, Penna, Maia-Lima, Santos, Müller-Ribeiro e Duffield 2021). Além disso, ambas as medidas podem ser usadas como uma ferramenta simples para examinar as condições de bem-estar durante a semana de treino (Rago *et al.*, 2020).

Neste contexto psicofisiológico de fadiga, há uma junção da componente psicológica, da componente social e da componente biológica. No que se refere a esta integração psicológica e social, importa ter em conta que o ato de treinar, por si só, produz fatores de *stress* adicionais, que se somam ao *stress* causado pelo treino físico, havendo significativa variabilidade interpessoal e intrapessoal decorrente, designadamente, da idade, sexo, nível de aptidão física, estado hormonal/metabólico, assim como de fatores genéticos (Herring, Kibler, Putukian, Berkoff, Bytomski, Carson, e Coppel, 2019). Nisto, o desequilíbrio entre a carga e a recuperação pode resultar num aumento dos níveis de ansiedade, em alterações de humor, numa diminuição da motivação, na perda de confiança, em fadiga, em apatia, em irritabilidade, em tristeza, em agressividade, em confusão, em aborrecimento e em dificuldade de concentração, o que afeta o estado social e mental do atleta (Herring *et al.*, 2019).

Embora não seja exclusiva a atletas de futebol, a fadiga mental é frequente entre estes profissionais, sobretudo em períodos competitivos, porque os jogadores precisam de ter habilidades cognitivas diversas que lhes permitam tomar decisões de maneira rápida, ao mesmo tempo que também necessitam de habilidades motoras, que lhes permitam a locomoção e realização de passes (Da Silva Matias e Greco, 2010; Lindern, Mester, Strey, da Silva e Macedo Lisboa, 2017). É, aliás, de salientar que um atleta que esteja em condição de fadiga mental vê reduzido o seu rendimento (Smith, Zeuwts, Lenoir, Hens, De Jong, e Coutts, 2016).

Por seu turno, temos a vertente biológica que, por sua vez, se ramifica em metabólica (quando é de curta duração), neuromuscular (quando a fadiga é prolongada) e mecânica (que é a sua forma física de manifestação), sendo todas elas importantes para garantir o desempenho desportivo (Wu, Sterkenburg, Everett, Chapman, White, e Mengersen, 2019). A literatura mostra que esta vertente biológica da fadiga no contexto desportivo é responsável por induzir mais dano muscular na modalidade de futebol quando comparada com outros desportos (Mohr *et al.*, 2016; Souglis, Bogdanis, Giannopoulou, Papadopoulos e Apostolidis, 2015).

No que diz respeito à vertente metabólica da fadiga, o que acontece são alterações nos fatores bioquímicos indicativos de dano muscular provocados pelo exercício, que reduzem a capacidade de gerar força pelos músculos (durando pelo menos até 72 horas após o jogo). Esta afirmação é recentemente suportada pelo trabalho de Bahr, Clarsen, Derman, Dvorak, Emery, e Chamari (2020), no qual os autores verificaram que, durante os treinos ou nos jogos oficiais, existia uma queda no desempenho dos jogadores, que foi explicada pela fadiga muscular, que ocorreu devido à vertente metabólica, o que limitou o desempenho físico, técnico e tático dos atletas, aumentando o risco de lesões (Bahr *et al.*, 2020). Analisando ao pormenor, existiu uma alteração do pH, levando a um aumento da temperatura e do fluxo sanguíneo. Como consequência, existe um aumento de produtos do metabolismo muscular, resultando na hidrólise de ATP e na perda da homeostasia de cálcio, potássio, sódio, cloro e magnésio. Estes processos são ainda mais evidentes quando existem microlesões musculares, principalmente induzidas por exercícios com predominância de contrações excêntricas, caraterísticos da modalidade de futebol (Bahr *et al.*, 2020).

Por outro lado, já na vertente neuromuscular da fadiga, a via condutora que leva à exaustão do atleta é da responsabilidade da informação nervosa que, com a diminuição na propagação do comando a partir do sistema nervoso central, implica uma diminuição

na ativação das unidades motoras devido à alteração na propagação do potencial de ação pela célula muscular e leva a uma alteração na resposta contrátil, diminuindo o desempenho (Gandevia, 2001). Ademais, Read, Oliver, Croix, Myer e Lloyd (2015) destacaram alguns dos efeitos da fadiga sobre o atleta, referindo que pode influenciar na estabilização dinâmica das articulações, reduzindo a função neuromuscular, por deficiente comando periférico e/ou central. Para além destas manifestações terem efeito sobre marcadores da *performance*, estão também associadas a lesões não traumáticas, como entorses ou lesões musculares, tanto pela quebra da capacidade de manter o controlo e padrões motores, como pela redução da capacidade de tolerar forças excêntricas, correspondente à manifestação da vertente neurológica da fadiga (Read *et al.*, 2015).

Por fim, a última dimensão responsável pela fadiga é a vertente mecânica. Para além dos aspetos já comentados, esta pode definir-se como a forma de manifestação física da fadiga, sendo provavelmente um dos fatores mais importantes para avaliar a questão da fadiga mecânica. É comum ocorrer este tipo de fadiga em tarefas com uma duração superior a 2 horas, podendo, no entanto, também surgir em exercícios com duração inferior a 2 horas, como é o caso de desportos de elevada exigência física, como a meia maratona (Boccia, 2018), ou com duração igual a 2 horas, no caso do ciclismo (Glance, 2013) que relataram uma diminuição dos extensores de joelho. No caso do futebol, também foi observado que, com a sobrecarga dos jogos, ocorre uma redução na *performance* em *sprints* repetidos e na amplitude de movimento do joelho, (Mohr *et al.*, 2016).

Como vimos, este conceito de fadiga é geralmente definido de forma multifatorial, sendo bastante complexo. Portanto, é de extrema importância considerar os fatores psicológicos, cognitivos e biológicos para uma avaliação global do atleta (Twomey *et al.*, 2017). Esta problemática atinge, de forma recorrente, todos os atletas em todas as modalidades, manifestando-se a fadiga de forma multifatorial, limitando a capacidade do atleta de atingir o seu máximo potencial em contexto competitivo (Rago, Brito, Figueiredo, Costa, Barreira, Krstrup e Rebelo, 2020). Por este motivo, uma bateria de controlo das várias dimensões da fadiga deve ser montada para averiguar o estado dos atletas (Harper, Carling e Kiely, 2019).

## 2.4 Importância da monitorização

A monitorização da carga é uma prática bem implementada nos desportos coletivos, com vista a orientar as intervenções do treinador através de uma melhor compreensão do impacto do estímulo do treino nos jogadores (Miguel, Oliveira, Loureiro, García-Rubio, e Ibáñez, 2021). É que, se a fadiga sofrida pelos jogadores e suas recuperações não forem geridas corretamente, os atletas podem ser colocados num maior risco de desempenho, que poderá culminar numa época desportiva comprometida por uma lesão (Jones, Griffiths, e Mellalieu, 2017). Embora o controlo da fadiga seja fundamental, o tempo necessário para a recuperação completa da função neuromuscular ainda não está bem estabelecido. Tradicionalmente, foi-se relatando que 24 a 48 horas de recuperação são necessárias para se fazer regressar as medidas do *sprint* e dos saltos verticais às suas linhas de base da função neuromuscular. No entanto, pesquisas recentes mostram que o desempenho do salto vertical é reduzido após o jogo e que a respetiva recuperação requer, pelo menos, 72 horas (Thomas, Brownstein, Dent, Parker, Goodall, e Howatson, 2018; Gathercole, Sporer, Stellingwerff, e Sleivert, 2015). Além disso, há pesquisas que referem que diferentes indivíduos apresentam diferenças nos seus perfis de recuperação, pois o tempo de recuperação após um estímulo pode ter uma componente individual (Thomas, Dent, Howatson, e Goodall 2017). Assim sendo, estratégias de recuperação personalizadas no desporto são necessárias, sendo certo que alguns atletas beneficiam mais do seu uso do que outros para restaurar os seus valores fisiológicos (Schimpchen, Wagner, Ferrauti, Kellmann, Pfeiffer, e Meyer, 2017). Estas estratégias passam pela utilização de um determinado instrumento ou técnica que permita acompanhar a intensidade do exercício em cada jogador. Devido às variações evidentes do cronograma competitivo, esperam-se variações sazonais da intensidade do treino (Oliveira, Brito, Martins, Mendes, Marinho, Ferraz, e Marques, 2019).

Naturalmente, a identificação do estado de fadiga no início de um microciclo é essencial para individualizar o planeamento e a periodização do treino dentro de um dado ciclo (Oliveira *et al.*, 2019). Nesta temática, podemos interpretar o modelo sugerido por Gabbett *et al.*, (2017) para a monitorização da carga de treino e jogo, onde é construído um sistema onde a carga interna e externa de treino, assim como as perceções de bem-estar, são registadas e compõem o sistema de base para a análise de dados dos atletas. Para a construção destes sistemas de dados, é preciso que os treinadores e investigadores considerem aquilo que pretendem monitorizar e aquilo que esperam ter como resposta, assim como de que forma essa informação será utilizada. Neste sentido, segundo Halson

(2014), para que um sistema de monitorização seja sustentável do ponto de vista prático e científico, o mesmo deverá ser de *design* intuitivo, ser de fácil interpretação, ter relatórios de resultados eficientes, ter instrumentos que possam ser utilizados sem o uso da *internet* e ser elaborado de forma a que os dados possam ser transformados em *outputs* simples, criando um sistema adaptável e flexível aos atletas, com um mecanismo de identificação do mínimo de diferenças significativas e fazendo uma avaliação do sistema cognitivo. Finalmente, este sistema deve permitir que se façam análises a nível individual e coletivo, isto porque, atualmente, dada a elevada exigência a que os atletas de alto rendimento estão sujeitos (nomeadamente, os jogadores de futebol de elite), é fundamental que a programação do treino seja cada vez mais individualizada e objetiva, de forma a responder às necessidades fisiológicas do jogo e às funções que os atletas exercem em campo (Martín-García, Díaz, Bradley, Morera e Casamichana, 2018). Esta ideia levou à necessidade da recolha de dados objetivos e subjetivos, para que seja monitorizada a resposta à carga de cada jogador (Bourdon *et al.*, 2017).

## **2.5. Evolução da monitorização da fadiga**

Para controlar a fadiga, eram inicialmente utilizados instrumentos pouco práticos e de muito difícil acesso, como biópsias musculares, análises sanguíneas ou mesmo dinamómetros isocinéticos (Krustrup, Mohr, Steensberg, Bencke, Kjær, e Bangsbo, 2006; Rahnema, Reilly, Lees e Graham-Smith 2003; Saltin 2005). No entanto, a evolução das exigências associadas ao treino desportivo conduziu à necessidade de análises mais rápidas para melhorar a monitorização do treino. Deste modo, passámos de uma vertente de avaliação laboratorial para um contexto de instrumentos fornecidos pelas novas tecnologias, como a variabilidade da frequência cardíaca, os pulsómetros, os medidores de lactato e/ou o GPS (Borresen e Lambert, 2008; Buchheit, 2014; Miguel *et al.*, 2021). No entanto, nem todas as equipas têm a possibilidade de usufruir destas ferramentas. Por este motivo, para responder às necessidades de recolha de informação da carga atlética de forma rápida e acessível, surgiram as escalas subjetivas, tanto no pós-treino (através de escalas de perceção subjetiva de esforço [RPE]), como no pré-treino (usando medidas de qualidade de bem-estar – *Wellness* – do atleta). Estas ferramentas de campo são interessantes porque, através delas, conseguimos extrair informação sobre a fadiga de forma muito rápida e fiável quando comparadas com métodos laboratoriais ou tecnológicos (Rago, Brito, Figueiredo, Krustrup e Rebelo, 2019). Consequentemente, com tantos recursos, é preciso entender melhor quais destas ferramentas utilizar e em que

contextos podem as mesmas ser utilizadas, assim como perceber de que forma se podem transmitir essas informações da maneira mais eficaz possível (Wing, 2018).

A combinação da avaliação objetiva com a subjetiva permite que a equipa técnica tenha um leque de informação generalizada sobre o jogador. Medidas da avaliação da função neuromuscular, como testes de salto que incorporam o ciclo de alongamento-encurtamento, e medidas de autorrelato do atleta, como questionários subjetivos de bem-estar, têm sido usados em desportos de equipa como parte de um conjunto de ferramentas de teste e monitorização pragmática (Wing, 2018). Numa meta-análise, foi relatado que o desempenho da altura do *Countermovement Jump* (CMJ) e a pressão psicométrica percebida foram reduzidos imediatamente após a realização de exercícios específicos de futebol, tendo a fadiga perdurado por um período de até 72 horas, o que permite destacar a importância de tais ferramentas para monitorização e entendimento da fadiga do atleta (Cejudo, de Baranda, Ayala e Santonja, 2015).

#### 2.5.1 *Squat Jump e Countermovement Jump*

Os testes de salto, são um método popular para avaliar a fadiga e a *performance* dos atletas, devido à sua simplicidade (Roe, Till, Darrall-Jones, Phibbs, Weakley, Read, e Jones, 2016). Além disso, são bem aceites por jogadores de elite e são válidos e confiáveis, o que os torna potencialmente valiosos para detetar e quantificar a fadiga em condições de campo (Marrier, Le Meur, Robineau, Lacombe, Couderc, Hausswirth, e Morin, 2017). Dada a importância que o salto tem, apesar de serem muitos os protocolos que têm sido usados para avaliar esta capacidade, um dos testes mais conhecidos é o *Squat Jump* (SJ). No âmbito do desempenho, avaliam parâmetros diferentes quando comparados com o *Countermovement Jump* (CMJ), mas na área da avaliação da fadiga a junção dos dois saltos dão informações essenciais sobre o estado do atleta. Neste sentido, relativamente ao desempenho, o SJ tem sido associado à velocidade de *sprint* e a força relativa durante o agachamento de 1 repetição máxima (RM) dos membros inferiores (Haun, 2015). Este salto pode ser efetuado de forma estática ou dinâmica. No que diz respeito ao salto dinâmico, permite que o atleta desça e suba através do contramovimento contínuo e rápido sem nenhuma paragem ou pausa. Por outro lado, o estático exige que o atleta fique numa posição semi-agachada por vários segundos antes de poder realizar a fase ascendente/concêntrica e saltar. Porém é de salientar, que um fator de instrução destacado nos estudos, é que obrigam os atletas a colocar as mãos nas ancas (Haun, 2015).

Por outro lado, o outro salto que é bastante usado é o *Countermovement Jump* (CMJ), devido as suas características. Este salto (CMJ) tornou-se um dos testes mais usados por treinadores e pesquisadores (Dias, Dal Pupo, Reis, Borges, Santos, Moro, e Borges, 2011). Atualmente, é utilizado como ferramenta de controlo da fadiga em atletas de futebol, tal como foi representado no estudo de Campbell, Stewart, Sirotic, e Minnett (2020) onde mostrou que o desempenho do CMJ diminuiu após um período de treino intensificado em jogadores de futebol. Esta avaliação pode ser realizada com ou sem uso da oscilação dos braços, sendo que a execução do CMJ com a ação de balanço dos braços, mostrou aumentar o desempenho na altura de salto cerca de 10% (Cheng, Wang, Chen, Wu, e Chiu, 2008; Heishman, Brown, Daub, Miller, Freitas, e Bembem, 2019). No que diz respeito ao desempenho, é comparado com métricas diferentes, como *sprint* de 0-30m (Markström e Olsson, 2013), força relativa durante o agachamento dinâmico de 1 RM e *power clean* (Nuzzo, Anning, e Scharfenberg, 2011). Durante a execução do teste, é preciso ter a atenção à profundidade que o atleta irá descer durante a ação de “contramovimento” ou “pré-alongamento” antes de saltar. Embora não haja um acordo universal sobre qual é a profundidade mais apropriada, saltos mais altos parecem aumentar com maiores profundidades de contramovimento (Gheller, Dal Pupo, Lima, Moura, e Santos, 2014; Laffaye, Wagner e Tombleson, 2014). Finalmente, no que diz respeito a avaliação da fadiga, é de especial importância, a comparação da *performance* entre o SJ e CMJ. Através do seu uso é possível, avaliar a função neuromuscular refletindo a capacidade de alongamento e encurtamento dos músculos dos membros inferiores e assim avaliar a fadiga muscular (Edwards *et al.*, 2018). A força reativa é uma representação da função rápida do ciclo de alongamento e encurtamento (CAE) que mostra a capacidade dos atletas de mudar rapidamente de uma contração excêntrica para concêntrica e sua capacidade de desenvolver forças máximas num curto espaço de tempo. Na ação excêntrica, acumula-se energia elástica nas componentes das fibras e tendões musculares e, na fase concêntrica, parte dessa energia elástica é transformada em força de impulsão (Hirayama, Iwanuma, Ikeda, Yoshikawa, Ema, 2017). A maioria das ações no futebol envolvem todas as fases do ciclo alongamento-encurtamento, como correr, saltar e a mudanças de direção. Deste modo, para determinar a capacidade de trabalho a altas intensidades, a compreensão do CAE medida pelo SJ e CMJ é importante (Gaspar, Santos, Coutinho, Gonçalves, Sampaio, e Leite, 2019; Oliver, Armstrong e Williams, 2008). Isto porque, quando essas ações são repetidas com alguma frequência durante um

longo período de tempo sem a recuperação adequada, a produção de força no CAE é reduzida devido à fadiga neuromuscular (Komi, 2000).

É de destacar que, para que os estudos tragam informação correta e precisa, a avaliação dos saltos tem de ser efetuada de forma mais correta possível. Idealmente, deve-se registar um mínimo de três saltos e, portanto, três pontuações das mais diversas componentes avaliadas durante o salto, sendo que a melhor pontuação pode ser usada. No entanto, preferencialmente deve-se dar mais relevância as pontuações médias, isto porque, numa meta-análise de 151 artigos de pesquisa, foi relatado que a altura média do CMJ é mais sensível à fadiga neuromuscular do que a altura mais alta do CMJ (Claudino, Cronin, Mezêncio, McMaster, McGuigan, Tricoli, e Serrão, 2017).

### *2.5.2 Instrumentos e componentes de avaliação do SJ e CMJ*

A configuração do teste para o CMJ e SJ pode ser efetuada através da medição de diferentes dispositivos, onde as plataformas de força são consideradas “a tecnologia *goldstandard*”, que medem a força exercida sobre ela pelo sujeito (Linthorne, 2001). Outro instrumento utilizado são os tapetes de contacto (CMs), que são circuitos elétricos que são acionados mecanicamente por pressão, sendo que a maioria deles utiliza o tempo de voo para estimar indiretamente a altura do salto (Borges Júnior, Borges, Dias, Wentz, Mattos, Petry e Domenech, 2011). Os sistemas de células fotoelétricas (PC) também são usados para medir a *performance* dos saltos e são sistemas que medem os tempos de voo com duas barras paralelas, correspondentes a uma unidade recetora e uma unidade transmissora (Glatthorn *et al.*, 2011). Já os sistemas de posicionamento local (LPS) são baseados em sistemas de posicionamento global (GPS) ou sistemas de posicionamento internos integrados ao dispositivo, sendo usados para calcular e realizar correções nos registos da aceleração vertical (Pino-Ortega, García-Rubio e Ibáñez, 2018).

Também as aplicações para o telefone (*myjump*) são usadas para o cálculo do salto vertical e baseiam-se na deteção das fases iniciais e finais do salto por meio da tecnologia de gravação de alta velocidade (Balsalobre, Glaister e Lockey, 2015). Por seu turno, existem também as plataformas infravermelhas, como é o caso do *OptoJump*, que têm um sistema que calcula a altura do salto medindo o tempo de voo, fornecendo desta forma resultados muito precisos (Watkins, Barillas, Wong, Archer, Dobbs, Lockie, e Brown, 2017). Através das ferramentas de avaliação baseadas em infravermelhos (*Octojump*), conseguimos obter informações detalhadas dos saltos SJ e CMJ, como é o caso da altura do salto, que corresponde a uma mudança da altura do centro de massa do atleta

(Glatthorn *et al.*, 2011). Outra medida que é relatada é o tempo de voo, que corresponde à duração total que o atleta passa no ar sem entrar em contacto com o solo e que, em termos de medição do desempenho do salto vertical, é considerado o método mais válido e confiável para calcular a altura do salto (Balsalobre, Tejero, del Campo, e Bavaresco, 2014). Um outro dado que é fornecido é a potência máxima, que corresponde à variável que tem mais influência nas ações explosivas, como é o caso do salto vertical, sendo definida pelo trabalho em função do tempo (Abernethy, Wilson, e Logan, 1995).

Além dos dados referidos, o índice de elasticidade é mais um indicador-chave da avaliação do mecanismo de fadiga do atleta e, segundo McGuigan, Doyle, Newton, Edwards, Nimphius e Newton (2006), consiste na energia elástica que é aproveitada no pré-alongamento durante o CMJ, sendo representado sob a forma da equação  $IE = (CMJ - SJ) \times 100 / SJ$ , que já é calculada no *Octojump*. Outra medida que é fornecida é o *Reactive Strength Index* (RSI), com o qual podemos perceber qual é a capacidade do atleta mudar rapidamente de uma contração excêntrica para uma contração concêntrica, pois representa a sua capacidade de utilizar o ciclo alongamento-encurtamento, medida através de capacidades explosivas durante atividades dinâmicas de salto (Flanagan, Ebben, e Jensen, 2008).

## **2.6 Monitorização e Ferramentas subjetivas**

A avaliação subjetiva tem ganho o seu espaço nos contextos desportivos para a avaliação dos atletas. Este método de avaliação permite que seja o próprio atleta a classificar o seu cansaço físico e bem-estar, tendo como uma das suas principais vantagens o facto de poder ser utilizado por toda a equipa, onde os resultados e análises são emitidos rapidamente (Taylor *et al.*, 2012). Por outro lado, o sucesso da avaliação depende da sinceridade do atleta. Estes métodos são conhecidos como ferramentas de campo em formato de questionários pré-treino e pós-treino. Pesquisas sobre a monitorização da fadiga em desportos de alto rendimento demonstram que as medidas de autorrelato do atleta são amplamente utilizadas para avaliar o bem-estar geral e o esforço físico dos atletas (Taylor *et al.*, 2012).

Atualmente, há uma lista substancial de vários questionários de bem-estar disponíveis para os treinadores usarem (Saw *et al.*, 2016). No entanto, é importante entender que apenas alguns destes questionários foram cientificamente estudados e considerados sensíveis a mudanças nos regimes de treino semanal (Gastin, Meyer, e Robinson, 2013). Independentemente disso, dada a sua natureza de baixo custo e a capacidade de fornecer

*feedback* imediato, os questionários de bem-estar funcionam bem como uma ferramenta de monitorização da fadiga, especialmente quando se trabalha com grandes grupos de atletas (Coutts e Cormack, 2014).

Uma das ferramentas comumente utilizadas no âmbito da referida avaliação traduz-se no questionário de *Profile of Mood States* (POMS) e tem como objetivo principal medir o humor dos atletas através de uma escala de *Likert* de 5 pontos (Viana, Almeida, e Santos, 2001). Existem várias versões do questionário POMS, sendo a mais recente a POMS 2 que também é a mais usada com atletas (Buchheit, 2015). Existem ainda duas versões, uma para adultos (POMS 2–A) e outra para adolescentes (POMS 2–Y), ambas disponíveis em versões completas (65 itens) e em versões curtas (35 itens). Um outro questionário é o *RESTQ-Sport*, que é uma ferramenta que tem como objetivo medir as taxas de *stress* e a recuperação dos atletas através de um manual que contém informação do RESTQ, ou um CD que se introduz num computador (Kellmann, Kallus, Samulski, Costa, e Simola 2009). Existem dois questionários, o RESTQ-76 e o RESTQ-52, em que o primeiro é o mais completo e o segundo o mais restrito, sendo que o grupo-alvo para estes testes são os praticantes de desportos de todos os escalões, onde o questionário pode ser usado principalmente para avaliação da fadiga (Kellmann, 2010).

Uma outra ferramenta bastante utilizada é a análise diária das exigências da vida dos atletas (DALDA), que recolhe dados psicológicos dos mesmos (Moreira e Cavazzoni 2009). Este questionário está dividido em duas partes onde, na primeira, se convida o atleta a fazer uma autoavaliação sobre as fontes gerais de *stress* que ocorrem na sua vida quotidiana (medindo-as em 9 categorias) e, na segunda parte, se determina quais os sintomas de reação ao *stress* físico no atleta, medidos por 25 perguntas (Rushall, 1990). Apesar de todos estes questionários serem amplamente documentados na literatura, a maioria deles são referidos como sendo demasiado extensos e demorados, impedindo o seu uso diário a um grande número de atletas. Por estes motivos, muitas equipas técnicas adotam questionários mais curtos, que podem ser administrados diariamente, particularmente projetos personalizados, compostos de 4 a 12 itens, com a intenção de avaliar o bem-estar psicológico, físico e social do atleta (Jeffries, Wallace, Coutts, McLaren, McCall, e Impellizzeri, 2020; Saw, Kellmann, Main e Gatin, 2017). De entre o vasto leque de questionários criados com estas características, é de salientar o modelo criado por Hooper e Mackinnon (1995), que tem sido adotado por diversos estudos e amplamente usado por equipas técnicas, com vista a perceber-se o *stress* multifatorial que o treino exerce sobre o atleta (Clemente, Mendes, Nikolaidis, Calvete, Carriço, e Owen,

2017; Heidari *et al.*, 2019). A outra ferramenta de destaque para a monitorização diária da carga interna de treino é a *Session Rate of Perceived Exertion* (RPE), que conta com larga aceitação a nível científico (Bartlett, O'Connor, Pitchford, Torres-Ronda e Robertson, 2017; Coppale *et al.*, 2019; Delaney, Duthie, Thornton, e Pyne, 2018; Haddad, Stylianides, Djaoui, Dellal e Chamari, 2017).

### 2.6.1 *Questionários de bem-estar (Hooper)*

O questionário de *Hooper* é um método fiável, económico e fácil de aplicar para controlar as respostas ao trabalho físico e psicológico (Heidari *et al.*, 2019; Nobari, Akyildiz, Fani, Oliveira, Gómez, e Clemente, 2021; Saw *et al.*, 2016). Este tipo de avaliação é sempre realizada antes da unidade de treino e é efetuada segundo as recomendações de Hooper e Mackinnon (1995), onde se avalia a qualidade de sono da noite anterior, o humor, a dor muscular que o atleta sente, a fadiga e o *stress*. Assim, de uma forma simples, o atleta autoavalia-se através de uma escala numérica de *Likert* de 1 a 5, onde 1 é classificado como muito baixo e 5 é classificado como muito bom. O treinador, ao analisar os resultados, perceberá que, quanto menor for a soma da classificação de todas as variáveis citadas anteriormente (índice de *hooper*), pior é a pré-disposição do atleta para o treino, sendo necessário garantir-se, da parte da equipa técnica, uma atenção diferente para o atleta sinalizado, adaptando o treino ao jogador com o objetivo de este não piorar os seus índices de fadiga (McCall, Dupont e Ekstrand, 2016). Desta forma, os autores Saw *et al.* (2016) consideram que, através desta ferramenta, podem ser reportados dados mais sensíveis no que diz respeito à perceção do estado de fadiga do que medidas objetivas. Além disto, e embora a evidência neste sentido ainda seja baixa, foi observado que a avaliação subjetiva da fadiga através do sono, do *stress* e do descanso, prevê lesões no mês posterior à sua avaliação (Laux, Krumm, Diers, e Flor, 2015).

De facto, o questionário de *Hooper* é considerado, atualmente, como a segunda ferramenta de monitorização mais importante para a prevenção de lesões pelos médicos das equipas que compõem o “*The UEFA Elite Club Injury Study*” (McCall *et al.*, 2016). É, atualmente, aceite que existe uma ligação entre a fadiga física e a fadiga psicológica, motivo pelo qual a determinação do nível de bem-estar dos jogadores, através do questionário de *Hooper*, tem sido alvo de atenção por parte dos investigadores (Nobari, Fani, Pardos-Mainer e Pérez-Gómez, 2021). Neste sentido, foi registado que, em jogadores de futebol de elite, a fadiga autorrelatada, a qualidade do sono e a dor muscular diminuíram no dia após o jogo e melhoraram nos dias seguintes (Thorpe, Strudwick,

Buchheit, Atkinson, Drust e Gregson, 2016). Além do mais, segundo Selmi *et al.*, (2020), também foi visto que o treino intenso pode influenciar fatores físicos que afetam o desempenho atlético, como a qualidade e a recuperação do sono, o *stress*, a fadiga e a dor muscular.

Uma das vantagens reconhecidas das medidas de autorrelato é o reconhecimento de, tal como destacado em vários estudos, irregularidades nos perfis de bem-estar dos atletas, que conduzem a um sinal de alerta, muitas vezes rotulado como “bandeiras vermelhas” (Saw, Main e Gatin, 2015). A manipulação da carga de treino em resposta a uma bandeira vermelha é prática comum no desporto e apresenta-se como uma potencial limitação aos projetos de pesquisa nesse ambiente. Como tal, deve-se ter cautela ao interpretar os respetivos resultados. No entanto, tal como destacado por (Akubat, Barrett, Sagarra e Grant, 2018; McLaren, Macpherson, Coutts, Hurst, Spears, Weston, 2018; Torreño, Munguía-Izquierdo, Coutts, de Villarreal, Asian-Clemente, e Suarez-Arrones, 2016), as alterações no bem-estar não possuem necessariamente uma relação direta com a alteração do desempenho competitivo.

#### 2.6.2 *Questionário de perceção subjetiva de esforço “RPE”*

O *Rate of Perceived Exertion* (RPE) é dos métodos com mais sucesso em diversas modalidades e é bem aceite a nível científico (Haddad *et al.*, 2017). O RPE consiste na classificação da carga do atleta em relação à dificuldade percebida pelo mesmo no treino. Esta informação deve ser recolhida 30 minutos após a conclusão da atividade física, uma vez que, por esta via é possível identificar o impacto do exercício no atleta (Fanchini, Ferraresi, Petruolo, Azzalin, Ghielmetti, Schena e Impellizzeri, 2017). Devido à importância do controlo da carga interna no processo de treino, e tendo em conta as diferentes possibilidades de medida interna (por exemplo, frequência cardíaca, análise de gases respiratórios e lactato sanguíneo), o esforço percebido nominal RPE é um instrumento fácil de aplicar, uma vez que garante uma abordagem válida, confiável e sensível para quantificar e qualificar a carga interna por meio de um questionário simples (Fanchini *et al.*, 2017). Neste sentido, Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall, Hrovatin, Parker e Dodge (2001) propuseram uma adaptação da escala de *Borg*. Esta escala consiste na quantificação da carga interna do esforço percebido pelo atleta, numa escala ordinal (0-10) de perceção do esforço, onde os valores mais próximos de 0 correspondem a uma perceção de pouco cansaço do atleta e os valores mais próximos de 10 dizem respeito a estados de perceção mais exaustivos.

Em contextos práticos e na modalidade de futebol, já são alguns estudos que demonstram a importância de considerar esta ferramenta no âmbito da avaliação da fadiga, como é o caso do estudo de Bartlett *et al.*, (2017), onde os autores concluíram que, com o RPE, é possível quantificar e prever as relações entre as variáveis externas de treino no futebol. Além disso, Coppale *et al.*, (2019) mostraram que houve uma correlação positiva significativa entre o RPE e o biomarcador indicador de fadiga lactato desidrogenase (LDH) no decorrer de uma temporada.

Um estudo interessante foi o de Clemente *et al.*, (2017), que apurou que, nas diversas posições no futebol – defesas, médios e avançados – se verificam diferenças significativas na carga interna através da percepção subjetiva de esforço. Isto porque foram observados diferentes resultados para os vários membros da equipa, o que sugere que o treino provocou, para as mesmas cargas, diferentes respostas entre os jogadores (Clemente *et al.*, 2017). Por fim, num outro estudo, Gil-Rey, Lezaun e Los Arcos (2015) perceberam uma relação negativa entre a carga de treino interna e os valores de *performance* nos testes de capacidades físicas tradicionais (i.e. CMJ, *Sprint Running Test* e teste de capacidade aeróbia).

### **3. Objetivos**

Através do desenvolvimento do presente trabalho, prosseguiram-se os seguintes objetivos secundários:

- Compreender quais dos questionários subjetivos se correlacionam com os testes objetivos para a deteção da fadiga;
- Compreender que variáveis do salto vertical melhor se correlacionam com os testes subjetivos para a deteção da fadiga;
- Compreender se existe relação entre os dois tipos de salto;
- Compreender se existe relação entre os dois tipos de questionários;

### **4. Metodologias**

#### **4.1 Disposições Gerais**

Ao longo do presente capítulo, apresentam-se um conjunto de medidas gerais preventivas, que visam garantir a eficácia de todos os processos de avaliação. Estas medidas foram adotadas durante os momentos de avaliação, bem como sempre que se justificassem em função das instâncias contextuais. Todos os processos foram construídos em consonância com o contexto e por concordância da maioria das partes envolvidas.

## 4.2 Amostra e Recolha de Dados

Para uma correta recolha de dados e uma amostra da população de acordo com os objetivos propostos, trabalhámos com o plantel sénior do *Club Sport Marítimo* (CSM), mediante o consentimento do mesmo, durante o período competitivo da época desportiva 2020/2021. Os critérios de inclusão foram os seguintes:

- Atletas que tenham representado o clube na totalidade de tempo do estudo;
- Atletas do plantel sénior CSM;
- Atletas sem lesões de natureza aguda e/ou crónica;
- Atletas que preencheram o questionário do RPE no *match day-3* (MD-3) e realizaram os questionários de bem-estar no *match day-2* (MD-2), juntamente com os saltos verticais no MD-2;

A equipa de recolha de dados foi constituída por quatro técnicos do clube em questão. Para os propósitos do presente estudo, todas as sessões MD-2 foram consideradas no que diz respeito às avaliações dos saltos verticais e aos questionários de *Wellness*. Em contrapartida, a perceção de intensidade do treino foi medida em todas as sessões MD-3. É de salientar que diversos tipos de sessões foram excluídas da análise, como as sessões de treino individual, sessões de recuperação e de reabilitação, visto que não contemplavam o treino principal, que é o de campo. Ao longo da recolha de dados, todos os jogadores foram convidados, individualmente, 30 minutos após o término da sessão de treino, a responderem ao RPE (MD-3) e, 30 minutos antes do treino (MD-2), a responderem a questões sobre o seu *Wellness*, onde também realizaram testes de impulsão vertical SJ e CMJ no mesmo treino (MD-2). O local de recolha da informação foi o campo de treinos do clube durante a época desportiva 2020/2021.

## 4.3 Cuidados Éticos

Todos os dados foram recolhidos no Complexo Desportivo do Marítimo, nomeadamente no Marítimo *Training Lab*, sendo referentes aos atletas da equipa A do clube. Consequentemente, houve um cuidado de contacto prévio com os responsáveis pela coordenação do laboratório, pedindo-lhes autorização para a utilização de todos os dados presentes neste estudo, tendo sido prestados esclarecimentos acerca do propósito desta pesquisa. Cada responsável recebeu informações sobre os objetivos do trabalho, bem como sobre os procedimentos e métodos que foram utilizados no decorrer da pesquisa.

#### **4.4 Preparação das Avaliações**

Previamente à realização de cada avaliação, ocorreu sempre uma reunião preparatória geral, que foi efetuada no dia anterior ao início das avaliações. Nesse momento, foi também prestada, pelo preparador físico da equipa, informação sobre os locais e horários de treino, bem como sobre a coordenação geral do processo entre os diferentes elementos que integram a equipa de avaliação. Em consequência, todas as avaliações, salvo condições extraordinárias, ocorreram em laboratório, nas datas, horários e locais pré-estabelecidos, procurando salvaguardar-se a similaridade e replicabilidade de todos os procedimentos adotados (espaços, materiais, condições, avaliador, sequência de avaliações, rotinas do avaliado, condições climatéricas, etc.).

A distribuição dos avaliadores pelas diferentes avaliações foi realizada atendendo à sua experiência e ao seu nível de prontidão para a aplicação do(s) respetivo(s) protocolo(s). De todo o modo, qualquer avaliador estava preparado para a aplicação de qualquer protocolo, salvaguardando a realização da avaliação/teste na hipótese do avaliador designado em primeira instância se encontrar indisponível. Nos momentos de avaliação, qualquer processo que pudesse colocar em causa a integridade física, emocional ou psicológica dos jogadores era imediatamente interrompido. Para este fim, todos os elementos compareciam no local das avaliações cerca de 30 minutos antes do início das mesmas, de forma a garantir a preparação prévia de todo o material subjacente e dos demais pormenores. Foi da responsabilidade da equipa de avaliação a garantia da prontidão do equipamento para os dias de avaliação. Perante qualquer situação anómala, esta era imediatamente reportada ao chefe de campo (função que foi desempenhada pelo preparador físico), para que o mesmo procurasse resolver a situação de forma imediata, em função da especificidade do problema.

##### *4.4.1 Sequência das Avaliações ou Monitorizações*

A seguinte ordem foi mantida ao longo de todo o processo:

- 1) Explicação do teste;
- 2) Registo dos dados do RPE;
- 3) Registo dos dados do *Wellness*;
- 4) Registo do *Squat Jump*;
- 5) Registo do *Countermovement Jump*

#### 4.4.2 Recursos Humanos

Durante as avaliações, cada elemento da equipa de avaliação, incluindo o chefe de campo, foi responsável pela aplicação de um ou mais parâmetros, pelo que a cooperação entre todos foi fundamental. A função de chefe de campo foi desempenhada pelo preparador físico, que teve como competências:

- Coordenar e organizar todo o processo de avaliação dos questionários e, inclusivé, estar presente nas avaliações dos saltos verticais;
- Assegurar os recursos espaciais e materiais para a realização das avaliações;
- Informar os jogadores da equipa em questão sobre a data, local e horário da avaliação ou monitorização;
- Reforçar/educar os jogadores e restantes elementos para a seriedade do processo de avaliação no alto rendimento;
- Autenticar a fiabilidade e validade dos testes.

#### 4.4.3 Recursos Materiais

A prontidão dos equipamentos necessários para cada dia de avaliação ou monitorização (*tablets*, computadores, *software* específico, etc.) foi assegurada com a devida antecedência. Foram considerados planos alternativos para o caso de alguma falha pontual (p.e., preparação de folhas de registo, a serem utilizadas no caso de possível falha dos *tablets* usados na recolha da informação dos questionários; a aplicação *my jump* foi instalada nos telemóveis dos avaliadores para o caso de se verificar uma falha do *software Octojump*).

#### 4.4.4 Funções dos Avaliadores

No que diz respeito aos avaliadores, estes prestaram o auxílio necessário no caso da presença de alguma barreira linguística, dificuldades de manuseamento dos *tablets*, etc. Além disso, os avaliadores verificavam se os jogadores preenchiam todos os campos do questionário, evitando assim qualquer lapso ou esquecimento.

### 4.5 Protocolos

#### 4.5.1 Sessão-RPE

Este questionário teve como objetivo monitorizar a carga interna de treino. Assim sendo, o procedimento consistiu na atribuição de uma classificação geral (i.e., Escala de *Borg* CR10), dada individualmente por cada jogador, à sessão de treino, mediante a sua perceção subjetiva de esforço (Anexo I).

O referido procedimento teve lugar, sensivelmente, 30 minutos após o término das sessões de treino, no momento MD-3. Para o efeito, foi facultado um *tablet* com uma aplicação móvel do clube à entrada do balneário (independentemente do local de treino das equipas), onde todos os jogadores tinham um registo individual, tendo havido a necessidade de se garantir que estes acediam exclusivamente à sua área de preenchimento. Com este propósito, o chefe de campo tinha que garantir que o *tablet* estava em condições para ser utilizado antes de cada sessão de treino, verificando o seu nível de bateria, para além de averiguar se os jogadores cumpriam com todos os requisitos. Este procedimento é suportado cientificamente por Foster *et al.*, (2001) e Impellizzeri *et al.*, (2004).

#### 4.5.2 *Wellness Questionnaire (HOOPER)*

O questionário de Bem-Estar (*Wellness*) teve como objetivo averiguar o estado de prontidão dos jogadores para o treino. O procedimento consiste na atribuição de uma classificação geral (i.e., numa escala de 1 a 5), dada individualmente por cada jogador, a um conjunto de parâmetros que avaliam a sua condição de bem-estar e consequente prontidão para treinar (Anexo II).

Este processo ocorreu até 30 minutos antes do início da sessão de treino, no momento MD-2. Para o efeito, foi disponibilizado um *tablet* com uma aplicação móvel à entrada do balneário (independentemente do local de treino das equipas). Todos os jogadores tiveram um registo individual na aplicação móvel, pelo que foi garantido que acediam exclusivamente à sua área de preenchimento. Os avaliadores verificavam se o *tablet* estava em condições para ser utilizado antes de cada sessão de treino (p.e., nível de bateria). Para averiguar se os jogadores cumpriam com os requisitos, para além da verificação imediata pelo preparador físico, um outro elemento da equipa de avaliação consultava a base de dados dos questionários com uma periodicidade máxima de uma semana. Para esta avaliação, como recursos materiais, foi usado o *tablet* com a aplicação móvel do clube, bem como folhas de registo (i.e., plano alternativo/instrumento de prevenção). Por fim, toda a bibliografia de suporte para esta avaliação é sustentada por Hooper e Mackinnon, (1995).

#### 4.5.3 *Squat Jump*

A avaliação do *Squat Jump* (SJ) teve como objetivo estimar a potência vertical dos membros inferiores. Neste sentido, os procedimentos para este momento de registo regeram-se num protocolo onde o atleta executou 4 saltos, onde não foi permitida a

inclusão do balanço dos braços. O tempo de recuperação entre repetições estabeleceu-se na relação de 1/6, em que “1” corresponde à duração de execução de uma repetição e “6” à duração do tempo de recuperação (passiva).

Assim que o equipamento foi preparado para ser utilizado (i.e., *Optojump Next*), os avaliados colocaram-se numa zona central entre as barras do aparelho e só iniciaram o teste à indicação do avaliador. Os avaliados colocaram-se numa posição de agachamento (sensivelmente 90°), com as mãos posicionadas sobre as ancas (posição inicial) durante 2-3 segundos. Após esta pausa e à contagem do avaliador (i.e., 2 segundos, “1!... 2!”), os jogadores impulsionaram-se o mais alto possível. Os avaliados procuraram ter o cuidado de aterrar na mesma zona em que iniciaram o salto, pois o não cumprimento deste procedimento poderia ter influência na *performance* obtida pelos jogadores. Como medida preventiva, o avaliador colocou uma marca orientadora no solo sobre a zona de realização do teste. Qualquer erro na execução do teste significou uma repetição da avaliação, respeitando-se um período de recuperação nunca inferior a 1/6.

Durante a avaliação, posicionou-se uma câmara a 2.8 metros do bordo das barras do *Optojump next* e numa zona central aos avaliados, com vista à recolha das imagens. Por fim, os avaliados tiveram direito a duas tentativas, para se familiarizarem com o teste.

Esta avaliação foi da responsabilidade do preparador físico, nomeadamente a instrução inicial sobre o modo de realização do mesmo (p.e., posição inicial, números de ensaios, etc.), bem como a preparação do equipamento para a realização do teste. Foi da responsabilidade do avaliador conferir a fiabilidade dos resultados obtidos. Os resultados do teste são dados em função do tempo de contacto no solo, tempo de voo, altura, potência, *pace* e índice de força reativa. Todas as métricas foram calculadas diretamente pelo software do *Optojump* e puderam ser obtidas em valores mínimos, médios e máximos. Para que isto fosse possível, foi necessário um computador com o respetivo *software* e uma fita para a marcação do local de descolagem e aterragem do salto. A bibliografia de suporte para esta avaliação é apoiada por Gathercole *et al.*, (2015) e Walker *et al.*, (2017).

#### 4.5.4 *Contramovement Jump*

A avaliação do *Countermovement Jump* (CMJ) teve como objetivo estimar a potência vertical dos membros inferiores. Como procedimentos, o protocolo foi composto por 4 saltos, não tendo sido permitido a inclusão do balanço dos braços. O tempo de

recuperação entre repetição estabeleceu-se na relação de 1/6, em que “1” corresponde à duração de execução de uma repetição e “6” a duração do tempo de recuperação (passiva). Assim que o equipamento tivesse preparado para ser utilizado (i.e., *Optojump Next*), os avaliados colocavam-se numa zona central entre as barras do aparelho e iniciavam o teste apenas à indicação do avaliador. A mecânica do gesto e a profundidade do contramovimento foi autorregulada pelos jogadores e, durante a fase de vôo do CMJ, os jogadores tiveram de manter os membros inferiores em perfeita extensão, de modo a não deturpar o resultado obtido (i.e., a flexão dos membros inferiores representa um maior tempo de vôo na fase final do movimento), visto que o não cumprimento deste procedimento poderia ter influência na *performance* obtida pelos jogadores. Assim sendo, como medida preventiva, o avaliador colocava uma marca orientadora no solo sobre a zona de realização do teste. No entanto, qualquer erro na execução do teste significava uma repetição da avaliação, respeitando-se um período de recuperação nunca inferior a 1/6.

Ao nível do controlo da avaliação, foi posicionada uma câmara para recolha de imagens a 2.8 metros do bordo das barras do *Optojump Next* e em zona central. Os avaliados tiveram direito a duas tentativas para familiarização com o teste. Foi da responsabilidade do avaliador a preparação do equipamento para a realização do teste, bem como a instrução inicial sobre o modo de realização do mesmo (p.e., posição inicial, número de ensaios, etc.). Foi também da responsabilidade do avaliador a confirmação da fiabilidade dos resultados obtidos.

O resultado do teste foi dado em função do tempo de contacto no solo, do tempo de voo, da altura, da potência, do *pace* e do índice de força reativa. Todas as métricas foram calculadas diretamente pelo *software* do *Optojump* e foram obtidas em valores mínimos, médios e máximos. Os recursos necessários para esta avaliação corresponderam ao material da *Optojump Next*, ligado a um computador e respetivo *software*, e a uma fita para a marcação do local de descolagem e aterragem do salto. A bibliografia de suporte desta avaliação é apoiada por Gathercole *et al.*, (2015) e Walker *et al.*, (2017).

#### 4.5.5 Esquema Geral das Monitorizações

Tabela 1 Plano das monitorizações da equipa A, do Club Sport Marítimo

Teste	Software e/ou Equipamento	Periodicidade
Sessão- <i>wellness</i>	<i>Tablet</i>	MD-2
Carga Interna (Sessão-RPE)	<i>Tablet</i>	MD-3

Força Explosiva (SJ)	<i>Optojump Next</i>	MD-2
Força Explosiva (CMJ)	<i>Optojump Next</i>	MD-2

Abreviaturas:

CMJ= Salto com contramovimento;

SJ= Salto em meio agachamento;

MD= Dia de jogo;

RPE= Percepção subjetiva de esforço.

#### 4.5.6 Procedimentos Estatísticos

Para a componente estatística do presente trabalho foi utilizada a correlação de Spearman, onde todas as análises foram realizadas no *software* SPSS versão 28. Para este efeito, a interpretação deste procedimento estatístico teve por base a explicação detalhada do trabalho de Prion e Haerling (2014), onde, segundo os autores, a correlação Spearman rho é uma técnica de estatística utilizada para determinar a relação entre duas variáveis, quantificando a sua força e direção. O Spearman rho varia de um valor entre -1 e 1, onde o 0 significa que não existe nenhum relacionamento. Quanto maior o valor absoluto do número, mais forte é a relação entre as duas variáveis. Uma indicação positiva significa que ambas as variáveis se movem na mesma direção. Uma indicação negativa das variáveis significa que estas se movem numa direção oposta. Regra geral, os resultados Spearman rho são interpretados da seguinte forma:

- 0 a 0.20 – Insignificante;
- 0.21 a 0.40 – Fraco;
- 0.41 a 0.60 – Moderado;
- 0.61 a 0.80 – Forte;
- 0.81 a 1.00 – Muito forte.

No que diz respeito às regressões lineares, todos os dados foram exportados para uma tabela do *software* Microsoft Excel e, posteriormente, as análises estatísticas foram realizadas usando o *software* SPSS versão 28. As regressões lineares múltiplas tiveram, num primeiro momento, como variáveis dependentes, o Índice de *Hooper* e o RPE e, como variáveis independentes, diversas componentes dos saltos verticais, tendo sido utilizado o método *Stepwise*. O modelo explicativo das variáveis independentes a serem incluídas em cada regressão teve um índice de significância estabelecido de  $p < 0.05$ .

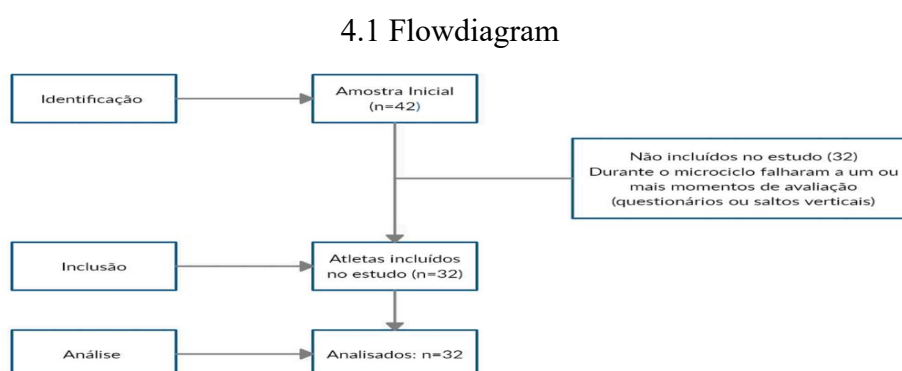
Por outro lado, também foram efetuadas regressões lineares simples que tiveram como variáveis dependentes as diversas componentes dos saltos verticais e como variáveis independentes o Índice de *Hooper* e o RPE, tendo sido utilizado o método *Enter*. Consequentemente, o modelo explicativo das variáveis independentes a serem incluídas

em cada regressão teve um índice de significância estabelecido de  $p < 0.05$ . Para a componente de avaliação da percentagem do  $R^2$ , foi utilizada a análise estatística de Cohen (1988) onde, quanto maior o valor absoluto do número, mais forte é a sua classificação e, nesse sentido, os dados são interpretados da seguinte forma:

- $R^2 < 2\%$  – Muito fraco;
- $2\% \leq R^2 < 13\%$  – Fraco;
- $13\% \leq R^2 < 26\%$  – Moderado;
- $R^2 \geq 26\%$  – Substancial.

## 5. Resultados

Inicialmente, a totalidade da nossa amostra era constituída por 42 atletas profissionais de futebol. No entanto, após os critérios de inclusão e exclusão aplicados, o número foi reduzido para 32 atletas. Esta redução de 10 jogadores ocorreu, primeiramente, porque ficaram de parte atletas que se encontrassem doentes ou que se apresentassem com um quadro clínico de lesão, que lhes impedisse de realizar o teste de salto vertical na máxima potência. Para além disso, este estudo foi feito durante uma época desportiva e, tal como acontece em qualquer clube sénior, existem jogadores que, por motivos de ordem profissional, têm que abandonar a equipa ou ser distribuídos pelas restantes equipas séniores do clube. O seguinte *flowdiagram* representa uma síntese ilustrativa da amostra do estudo.



Os participantes neste estudo são de diferentes nacionalidades, sendo que os jogadores brasileiros constituem a grande maioria desta amostra (~58%). Além disto, é de destacar que este grupo de atletas foi composto por jogadores de todas as posições, onde,

particularmente, foram os atletas do meio campo que representaram a grande maioria (~41%). Para uma análise mais pormenorizada dos dados, ver a tabela 2.

Tabela 2 Características dos participantes

Nacionalidade	N (%)
Moçambique; Servia; Chipre; Suíça; Itália; Angola; Argentina; Brunei; Camarões; República Democrática do Congo.	1 (5.26)
Irão; França; Colômbia	2 (10.52)
Portugal	5 (26.31)
Brasil	11 (57.89)
Posições	
GR	3 (9.37)
DF	10 (31.25)
MC	13 (40.62)
PL	6 (18.75)

Abreviaturas:

N= numerário;

GR= guarda-redes;

DF= defesas;

MC= médios;

AV= avançados;

%= percentagem.

A amostra que foi analisada correspondia a indivíduos com uma média de idades de aproximadamente 26 anos e um índice de massa corporal médio de 23.8 ( $\pm 1.46$ ). Relativamente aos exames subjetivos e tendo em conta os resultados obtidos pelo questionário de *Hooper*, que avaliou 4 medidas de bem-estar através de uma escala de *Likert* classificada de 1 a 5, verificou-se que o nível da qualidade de sono e de *stress* é correspondente a uma média superior relativamente à dor muscular e à fadiga. Por outro lado, no questionário da perceção subjetiva de esforço, medida pelo RPE numa escala ordinal de 0 a 10, observou-se que a intensidade sentida pela equipa foi aproximadamente de 5, o que, pela adaptação da escala de *Borg* feita por Foster *et al.* (2001), significa que o cansaço foi classificado como difícil.

Por fim, no que diz respeito aos exames objetivos, foram avaliadas várias componentes do salto do SJ e do CMJ e, através de uma análise comparativa de todas as componentes em estudo, o salto de CMJ obteve valores mais elevados para a grande maioria das variáveis do salto vertical, com exceção da variável tempo de contacto, que foi a única que teve um resultado mais elevado para o salto SJ. No entanto, para uma análise mais pormenorizada dos dados, ver a tabela 3.

Tabela 3 Características métricas dos participantes

Características	Média (desvio padrão)
Idade	25.86 ( $\pm$ 3.15)
IMC	23.8 ( $\pm$ 1.46)
Anos de experiência	8.28 ( $\pm$ 3.13)
<b>Testes subjetivos</b>	
Qualidade de Sono	3.75 ( $\pm$ 0.76)
Nível de Stress	3.61 ( $\pm$ 0.72)
Dores Musculares	3.29 ( $\pm$ 0.73)
Fadiga	3.24 ( $\pm$ 0.68)
Índice <i>Hooper</i>	13.90 ( $\pm$ 2.27)
Valores do RPE	4.86 ( $\pm$ 1.73)
<b>Testes objetivos</b>	
Tcont_CMJ	4.06 ( $\pm$ 1.42)
Tflight_CMJ	0.55 ( $\pm$ 0.04)
Height_CMJ	37.75 ( $\pm$ 4.55)
Power_CMJ	15.34 ( $\pm$ 1.34)
Pace_CMJ	0.26 ( $\pm$ 0.16)
RSI_CMJ	0.10 ( $\pm$ 0.0)
Tcont_SJ	5.12 ( $\pm$ 1.62)
Tflight_SJ	0.53 ( $\pm$ 0.03)
Height_SJ	35.77 ( $\pm$ 4.22)
Power_SJ	14.37 ( $\pm$ 1.14)
Pace_SJ	0.20 ( $\pm$ 0.11)
RSI_SJ	0.07 ( $\pm$ 0.02)
IE_Médio	5.90 ( $\pm$ 9.36)

Abreviaturas:

$\pm$ = desvio padrão;

CMJ= Salto com contramovimento;

SJ= Salto em meio agachamento;

Tcont\_Médio= Média do tempo de contacto na plataforma;

Tflight\_Médio= Média do tempo de voo;

Height\_Médio= Média da altura de salto;

Power\_Médio= Média da potência de salto;

Pace\_Médio= Média do ritmo de salto;

RSI\_Médio= Média do Índice de força reativa;

IE= Índice de elasticidade;

IMC= Índice de massa corporal.

Verificaram-se valores de correlação muito fortes positivos (0.998 – 0.841), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as seguintes variáveis: Height\_Médio\_CMJ e Tflight\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_SJ; Power\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_SJ; Power\_Médio\_SJ e Height\_Médio\_SJ; RSI\_Médio\_SJ e Pace\_Médio\_SJ. Também se verificaram valores de correlação muito fortes negativos (-0.985 – -0.843), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as variáveis: Pace\_Médio\_CMJ e Tcont\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_CMJ e Tcont\_Médio\_CMJ; Pace\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_SJ; RSI\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_SJ.

Observou-se valores de correlação forte positivos (0.804 – 0.625), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as seguintes variáveis: Power\_Médio\_CMJ e

Tflight\_Médio\_CMJ; Tflight\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_CMJ; Power\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_CMJ; Power\_Médio\_CMJ e Height\_Médio\_CMJ; Tflight\_Médio\_SJ e Height\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_SJ e Height\_Médio\_CMJ; Power\_Médio\_SJ e Height\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_CMJ e Power\_Médio\_CMJ; Tflight\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_CMJ; Power\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_CMJ e Pace\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_SJ.

Averiguou-se valores de correlação moderados positivos (0.515 – 0.411), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as seguintes variáveis: Tcont\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Pace\_Médio\_CMJ; Pace\_Médio\_SJ e Pace\_Médio\_CMJ; Pace\_Médio\_SJ e RSI\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e RSI\_Médio\_CMJ. Também se verificou valores de correlação moderada negativos (-0.507 – -0.446), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as variáveis: Pace\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_CMJ; Tcont\_Médio\_SJ e Pace\_Médio\_CMJ; Tcont\_Médio\_SJ e RSI\_Médio\_CMJ.

Registaram-se valores de correlação fraca positivos (0.338 – 0.225), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as seguintes variáveis: Tflight\_Médio\_CMJ e Tcont\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_CMJ e Tcont\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_CMJ; IE e Tflight\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Height\_Médio\_CMJ; IE e Height\_Médio\_CMJ; Pace\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_CMJ; Power\_Médio\_SJ e RSI\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_SJ e Tflight\_Médio\_SJ; RSI\_Médio\_SJ e Height\_Médio\_SJ; Pace\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_SJ. Ainda, verificaram-se valores de correlação fraca negativos (-0.361 – -0.218), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as variáveis: RPE e *Hooper*; Power\_Médio\_CMJ e Tcont\_Médio\_CMJ; Pace\_Médio\_CMJ e Tflight\_Médio\_CMJ; Pace\_Médio\_CMJ e Height\_Médio\_CMJ; Tcont\_Médio\_SJ e Power\_Médio\_CMJ; IE e Pace\_Médio\_CMJ; Power\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_SJ; IE e Tflight\_Médio\_SJ; IE e Height\_Médio\_SJ; IE e Power\_Médio\_SJ.

Ademais, encontramos valores de correlação insignificante positivos (0.180), de alto nível de significância ( $p < 0.001$ ), entre as variáveis Pace\_Médio\_CMJ e Power\_Médio\_CMJ.

Além disto, também se verificaram valores de correlação insignificante positivos (0.172 – 0.138), de moderado nível de significância ( $p < 0.01$ ), entre as seguintes variáveis: Tcont\_Médio\_CMJ e *Hooper*; Tflight\_Médio\_CMJ e *Hooper*; Height\_Médio\_CMJ e *Hooper*; Tflight\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_SJ e Tcont\_Médio\_CMJ; IE e Tcont\_Médio\_CMJ; IE e Power\_Médio\_CMJ. No seguimento, apurámos valores de correlação insignificante negativos (-0.172 – -0.145), de moderado nível de significância ( $p < 0.01$ ), entre as seguintes variáveis: Pace\_Médio\_CMJ e *Hooper*; Height\_Médio\_CMJ e RPE; Tflight\_Médio\_SJ e Pace\_Médio\_CMJ; Height\_Médio\_SJ e Pace\_Médio\_CMJ; IE e RSI\_Médio\_SJ.

Por fim, foram registados valores de correlação insignificantes positivos (0.132 – 0.113), de baixo nível de significância ( $p < 0.05$ ) entre as seguintes variáveis: Tflight\_Médio\_SJ e *Hooper*; Height\_Médio\_SJ e *Hooper*; RSI\_Médio\_CMJ e Tflight\_Médio\_CMJ; RSI\_Médio\_CMJ e Height\_Médio\_CMJ. Da mesma forma, foram registados valores de correlação insignificante negativa (-0.119 – -0.118), de baixo nível de significância ( $p < 0.05$ ), entre as variáveis: Tflight\_Médio\_CMJ e RPE; Power\_Médio\_CMJ e RPE.

Todas as outras correlações não foram estatisticamente significativas. No entanto, para uma análise mais pormenorizada dos dados, ver tabela 4.

Tabela 4 Correlações de rho de Spearman entre o Índice de Hooper, RPE, e as diferentes componentes dos saltos verticais (CMJ e SJ)

	IH	RPE	Tcont_Médio_CMJ	Tflight_Médio_CMJ	Height_Médio_CMJ	Power_Médio_CMJ	Pace_Médio_CMJ	RSI_Médio_CMJ	Tcont_Médio_SJ	Tflight_Médio_SJ	Height_Médio_SJ	Power_Médio_SJ	Pace_Médio_SJ	RSI_Médio_SJ
RPE	-0.345***													
Tcont_Médio_CMJ	0.148**	-0.090												
Tflight_Médio_CMJ	0.172**	-0.118*	0.286***											
Height_Médio_CMJ	0.158**	-0.149**	0.269***	0.997***										
Power_Médio_CMJ	0.078	-0.119*	-0.254***	0.784***	0.789***									
Pace_Médio_CMJ	-0.172**	0.079	-0.957***	-0.361***	-0.332***	0.180***								
RSI_Médio_CMJ	-0.091	-0.002	-0.843***	0.115*	0.132*	0.631***	0.785***							
Tcont_Médio_SJ	0.056	0.009	0.515***	0.036	0.028	-0.245***	-0.471***	-0.479***						
Tflight_Médio_SJ	0.126*	-0.026	0.152**	0.772***	0.796***	0.625***	-0.155**	0.092	0.052					
Height_Médio_SJ	0.113*	-0.036	0.151**	0.780***	0.804***	0.620***	-0.145**	0.089	0.032	0.998***				
Power_Médio_SJ	0.089	-0.024	-0.059	0.682***	0.708***	0.663***	0.039	0.269***	-0.302***	0.916***	0.914***			
Pace_Médio_SJ	-0.063	-0.016	-0.507***	-0.054	-0.046	0.232***	0.465***	0.472***	-0.985***	-0.099	-0.079	0.252***		
RSI_Médio_SJ	-0.020	-0.018	-0.446***	0.230***	0.258***	0.447***	0.411***	0.498***	-0.877***	0.388***	0.353***	0.655***	0.841***	
IE	0.022	-0.092	0.159**	0.225***	0.225***	0.138**	-0.218***	-0.013	0.040	-0.298***	-0.310***	-0.310***	-0.013	-0.165**

Nota. \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Abreviaturas:

IH= Índice de Hooper;

RPE= Percepção do esforço;

CMJ= Salto com contramovimento;

SJ= Salto em meio agachamento;

Tcont\_Médio= Média do tempo de contacto na plataforma;

Tflight\_Médio= Média do tempo de voo;

Height\_Médio= Média da altura de salto;

Power\_Médio= Média da potência de salto;

Pace\_Médio= Média do ritmo de salto;

RSI\_Médio= Média do Índice de força reativa;

IE= Índice de elasticidade.

Encontrámos um modelo estatisticamente significativo ( $p < 0.001$ ) para a variável dependente Índice de *Hooper*, nas quais as variáveis independentes foram a média do tempo de contacto do CMJ e a média de altura de salto do CMJ. Os respetivos valores de Beta foram de 0.217 e 0.060, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2 = 3.7\%$ . Também achámos um modelo estatisticamente significativo ( $p = 0.009$ ) para a variável dependente RPE, na qual a variável independente foi a média do Índice de Elasticidade. O respetivo valor de Beta foi de -0.025, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2 = 1.6\%$ .

Outros modelos foram testados, mas não se demonstraram estatisticamente significativos. A tabela 5 demonstra, em mais pormenor, todos os modelos estatisticamente significativos encontrados.

*Tabela 5 Modelos de regressão linear explicativos do Índice de Hooper e RPE*

	Índice de <i>Hooper</i>		RPE	
	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p
Tcont_CMJ_Médio	0.217 [0.047;0.387]	0.013		
Height_CMJ_Médio	0.060 [0.006; 0.113]	0.028		
IE_Médio			-0.025 [-0.045; -0.006]	0.009
$R^2$	0.037	<0.001	0.016	0.009

Abreviaturas:

B=Beta;

$R^2$ = proporção de variância;

p= valor de significância;

Tcont\_Médio= Média do tempo de contacto na plataforma;

Height\_Médio= Média da altura de salto;

IE= Índice de elasticidade;

CMJ= Salto com contramovimento.

Verificámos um modelo estatisticamente significativo ( $p = 0.001$ ) para a variável dependente média do tempo de contacto do CMJ, na qual a variável independente foi o Índice de *Hooper*. O respetivo valor de Beta foi de 0.107, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2 = 2.7\%$ .

Achámos um modelo estatisticamente significativo ( $p = 0.002$ ) para a variável dependente média da altura de salto do CMJ, na qual a variável independente foi o Índice de *Hooper*. O respetivo valor de Beta foi de 0.319, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2 = 2.3\%$ .

Apurámos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.003$ ) para a variável dependente média do Pace do CMJ, na qual a variável independente foi o Índice de *Hooper*. O respetivo valor de Beta foi de -0.011, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=2.1\%$ .

Averiguámos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.005$ ) para a variável dependente média do tempo de voo do CMJ, na qual a variável independente foi o Índice de *Hooper*. O respetivo valor de Beta foi de 0.003, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2= 1.9\%$ .

Aferimos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.007$ ) para a variável dependente média do tempo de contacto do SJ, na qual a variável independente foi o Índice de *Hooper*. O respetivo valor de Beta foi de 0.102, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.8\%$ .

Apurámos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.009$ ) para a variável dependente média do índice de Elasticidade, na qual a variável independente foi o RPE. O respetivo valor de Beta foi de -0.737, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.6\%$ .

Registámos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.010$ ) para a variável dependente média altura de salto do SJ, na qual a variável independente foi o Índice de *Hooper*. O respetivo valor de Beta foi de 0.253, sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.6\%$ .

Verificamos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.014$ ) para a variável dependente média da potência de salto do CMJ, na qual a variável independente foi o RPE. O respetivo valor de Beta foi de -0.100 sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.4\%$ .

Achamos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.021$ ) para a variável dependente média de altura de salto do CMJ, na qual a variável independente foi o RPE. O respetivo valor de Beta foi de -0.318 sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.2\%$ .

Averiguamos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.023$ ) para a variável dependente média do Pace do CMJ, na qual a variável independente foi o RPE. O respetivo valor de Beta foi de 0.012 sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.2\%$ .

Encontramos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.023$ ) para a variável dependente média do tempo de voo do CMJ, na qual a variável independente foi o RPE. O respetivo valor de Beta foi de -0.003 sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.2\%$ .

Observamos um modelo estatisticamente significativo ( $p=0.024$ ) para a variável dependente média do tempo de voo do SJ, na qual a variável independente foi o Índice de Hooper. O respetivo valor de Beta foi de 0.002 sendo que a força do modelo foi fraca com um  $R^2=1.1\%$ .

Outros modelos foram realizados, mas não foram estatisticamente significativos. Para melhor análise, ver a tabela 6 que demonstra todos os modelos estatisticamente significativos encontrados.

*Tabela 6 Modelos de regressão linear explicativos das componentes do salto vertical CMJ*

	Tcont_CMJ_Média		Tflight_CMJ_Média		Height_CMJ_Média		Power_CMJ_Média		Pace_CMJ_Média	
	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p
IH	0.107 [0.043; 0.172] 0.001		0.003 [0.001; 0.005]	0.005	0.319 [0.114; 0.524] 0.002				-0.011 [-0.019; -0.004]	0.003
$R^2$	0.027 0.001		0.019	0.005	0.023 0.002				0.021	0.003
RPE			-0.003 [-0.005; 0.000]	0.023	-0.318 [-0.588; -0.048] 0.021		-0.100 [-0.180; -0.020]	0.014	0.012 [0.002; 0.021]	0.023
$R^2$			0.012	0.023	0.012 0.021		0.014	0.014	0.012	0.023

*Tabela 7 Modelos de regressão linear explicativos das componentes do salto vertical SJ*

	Tcont_SJ_Média		Tflight_SJ_Média		Height_SJ_Média		IE_Média	
	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p	B [95%CI]	p
IH	0.102 [0.028; 0.175]	0.007	0.002 [0.000; 0.003]	0.024	0.253 [0.062; 0.443]	0.010		
$R^2$	0.018	0.007	0.011	0.024	0.016	0.010		
RPE							-0.737 [-1.292; 0.183]	0.009
$R^2$							0.016	0.009

Abreviaturas tabela 6 e 7

$R^2$ = proporção de variância; B= Beta; p = valor de significância; Índice de Hooper = classificação de bem-estar; RPE= Percepção do esforço percebido; CMJ= Salto com contramovimento; SJ= Salto em meio agachamento; IH= Índice de Hooper; Tcont\_Médio= Média do tempo de contacto na plataforma; Tflight\_Médio= Média do tempo de voo; Height\_Médio= Média da altura de salto; Power\_Médio= Média da potência de salto; Pace\_Médio= Média do ritmo de salto; RSI\_Médio= Média do Índice de força reativa; IE= Índice de elasticidade

## 6. Discussão de Resultados

No nível de elite, o estudo da relação entre a psicometria e as respostas físicas e biológicas, durante os treinos semanais, é de grande importância para se poder manipular com eficiência a carga de treino, prevenindo-se a fadiga e, assim, permitindo-se a recuperação suficiente (Modric, Versic, Sekulic e Liposek, 2019). Por estes motivos, tem sido sugerido que a fadiga física e a deficiência psicométrica prejudicam o desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol (Clemente, Martinho, Calvete e Mendes, 2019). Sabe-se também que a análise da carga semanal do treino, usando ferramentas subjetivas (RPE, TQR e *Hooper*) juntamente com medidas objetivas (CMJ), permite monitorizar as variações no desempenho físico dos jogadores e o estado de prontidão entre os atletas (Bourdon *et al.*, 2017; Gabbett, Nassis, Oetter, Pretorius, Johnston, Medina, e Ryan, 2017). Enquanto as medidas subjetivas contribuem para avaliar a resposta dos jogadores à carga de treino da sessão, designadamente em relação às estratégias de descanso e à influência do treino no bem-estar geral, a avaliação objetiva do CMJ fornece uma quantificação confiável do desempenho atlético e da fadiga relacionada ao treino dos jogadores.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que analisou as associações e regressões entre métodos objetivos e subjetivos em jogadores profissionais de futebol durante uma época desportiva, com o propósito de perceber qual é a relação entre estes métodos e, desta forma, compreender melhor as questões relativas aos efeitos fisiológicos e psicológicos da fadiga em atletas de alto rendimento. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar os resultados subjetivos descritos pelos atletas através de questionários (*Hooper* e RPE), tendo em conta as várias componentes do salto vertical (SJ e CMJ).

Assim sendo, o primeiro passo foi perceber se existia alguma associação entre os métodos de análise subjetiva e, tendo como base a correlação de Spearman, os resultados atuais indicam que existem associações muito significativas  $p < 0.001$  entre os dois testes (Índice de *Hooper* e o RPE). Porém, esta correlação é classificada como fraca (-0.345). Um resultado mais baixo foi relatado no estudo de Roy, Olivier Caya, Julien Charron, Comtois e Pierre Sercia (2019), onde o coeficiente de correlação entre a carga de treino diária medida pelo RPE e o Índice de *Hooper* diário foi significativo, mas fraco ( $\rho = 0,164$ ;  $p < 0,01$ ). Por outro lado, um estudo longitudinal de 16 semanas (Moalla, Fessi, Farhat, Nouira, Wong, e Dupont, 2016) mostrou correlações significativas  $p < 0.01$  entre a carga diária de trabalho (RPE x tempo de treino) e a percepção de sono (0.23), fadiga

(0.48), stress (0.30) e dor muscular (0.48) em jogadores profissionais de futebol, acrescentando que o IH (0.47) foi moderadamente sensível à variabilidade da carga de treino. Posteriormente, um resultado semelhante foi concluído no estudo de Gallo, Cormack, Gabbett, e Lorenzen (2017) que, na tentativa de averiguar a relação entre a carga de treino medida pelo (RPE x tempo do treino) e o *Wellness* dos atletas através do questionário de *Hooper*, os autores revelaram que a dor muscular e a fadiga foram moderadas e inversamente correlacionadas aos resultados do RPE. No estudo de Chen, Clemente, Pagaduan, Crowley-McHattan, Chien e Kuo (2022), a análise de regressão linear e correlação demonstrou ser negativa entre o RPE e todas as variáveis de bem-estar. As associações fracas e moderadas encontradas podem ser explicadas pelo facto de o RPE poder ser usado como indicador tanto do trabalho realizado pelos atletas (carga externa) quanto do *stress* fisiológico a eles imposto (carga interna) (Bourdon *et al.*, 2017; Halson, 2014), enquanto que o Índice de *Hooper* pode ser usado como um indicador de *overtraining* e de recuperação (Moalla *et al.*, 2016; Morin, Ahmaïdi e Leprêtre 2014). Neste sentido, verificamos que o nosso estudo vai de encontro com a recente meta-análise de Duignan, Doherty, Caulfield e Blake (2020), que revelou um efeito fraco entre a carga de trabalho medida pelo RPE e o bem-estar. Isso exalta a vertente biopsicossocial da fadiga, onde percebemos que as pontuações de bem-estar são influenciadas por muitos fatores que vão para além da carga imposta.

Deste modo, passamos para uma análise mais detalhada do questionário de bem-estar (*Hooper*), onde procuramos perceber melhor cada uma das suas componentes (qualidade de sono, fadiga, *stress* e dor muscular) através do registo da média dos referidos parâmetros de cada jogador no decorrer da época desportiva, investigando que dimensões do bem-estar do atleta podem influenciar negativamente o seu estado fisiológico e psicológico. Posto isto, quando recorremos à literatura para comparar os nossos resultados, constatamos que uma intensificação da carga de treino é suscetível de causar distúrbios psicológicos, como má qualidade do sono, aumento do *stress*, fadiga, aumento da dor muscular e pior recuperação (Hooper e Mackinnon, 1995; Kenttä e Hassmén, 1998; Osiecki, Rubio, Coelho, Novack, Conde, Alves, e Malfatti, 2015). Contudo, em contextos de longo prazo, como se constatou no estudo de Selmi, Ouergui, Levitt, Marzouki, Knechtle, Nikolaidis e Bouassida (2022), a fadiga e a dor muscular aumentam de semana para semana, não se observando, contudo, o mesmo nas pontuações da qualidade do sono e *stress*. Resultados semelhantes foram vistos nos estudos de Moalla *et al.*, 2020; Nédélec, Halson, Abaidia, Ahmaïdi e Dupont, 2015, onde os autores

relataram que houve maior sensibilização para a fadiga e para a dor muscular em comparação com os outros itens de bem-estar. Para além disso, uma pesquisa recente de Starling e Lambert (2018) refere que, de acordo com treinadores de rugby, a dor muscular é a componente mais importante para se incluir num questionário de autorrelato, a fim de se monitorizar as adaptações de treino e fadiga.

Neste sentido, e através da análise da média durante uma época desportiva das 4 componentes do questionário de *Hooper*, vimos que, recorrendo à escala de *Likert* de 1 a 5, as variáveis que mais influenciaram negativamente a condição dos atletas ao longo da época desportiva foram a fadiga (3.24) e a dor muscular (3.29), pois registaram uma média inferior no decorrer da época em relação ao nível de *stress* (3.61) e à qualidade de sono (3.75). Por isso, podemos afirmar que estes campos da dimensão do bem-estar são mais sensíveis ao acumular do desgaste físico que o atleta vai passando ao longo da época e, por sua vez, influenciam de forma negativa o *status* físico e mental, tal como foi demonstrado anteriormente nos estudos citados. Por isso, sugerimos que estas duas medidas sejam consideradas como componentes importantes a serem incluídas nos questionários de bem-estar.

Tendo por base os resultados apresentados, se é verdade que, quanto mais volume/carga/estímulo for dado ao atleta mais rapidamente ele chegará ao pico de *performance*, também é verdade que a fadiga e o risco de lesão aumentará proporcionalmente ao aumento desse volume/carga/estímulo. Durante o treino (micro) e a época (macro), o atleta está sempre na “corda bamba” entre o que é a *performance* ótima e o possível risco de lesão causado por fadiga acumulada (Gabbett, 2016). Então, devemos procurar trabalhar para atingir a melhor *performance* possível em segurança e evitar o registo de elevados níveis de fadiga.

De acordo com o suprarreferido, o que sugerimos para controlar o estado de fadiga do atleta é a monitorização da carga através do rácio de carga aguda/crónica com o uso do RPE (Griffin, Kenny, Comyns e Lyons, 2020). Através da análise deste rácio, teremos 3 cenários possíveis: (1) resultado  $<0.8$ : significa que o atleta acusou pouca fadiga durante a semana e, por isso, devemos aumentar a intensidade; (2) rácio de 0.8 - 1.3: significa que o atleta respondeu bem à carga durante a semana; (3) rácio  $>1.5$ : o atleta treinou muito ou teve um aumento de carga muito repentino, por isso desenvolvendo fadiga (Griffin, Kenny, Comyns, e Lyons, 2020).

Relativamente ao DOMS (*Delayed-Onset Muscle Soreness*), pode afirmar-se que este fenómeno corresponde a algo que é comum após a prática intensa de exercício físico.

Estas dores são resultantes do dano que o exercício físico (principalmente excêntrico) provoca nas fibras musculares, manifestando-se primariamente 6 a 48 horas após o exercício, tendo o seu pico entre as 24 a 72 horas e desaparecendo naturalmente entre 5 a 7 dias após a prática do exercício (O'Connor e Hurley, 2003). Contudo, no mundo “real” do desporto, não existem 5 a 7 dias para recuperar naturalmente do exercício físico, sendo, por isso, necessário recorrer a outras soluções. Então, o que sugerimos para melhorar a qualidade do bem-estar dos atletas e, desta forma, responder rapidamente ao DOMS é o recurso à massagem, à crioterapia e a exercícios de baixa intensidade, algo que é bem clarificado na meta-análise de Torres, Ribeiro, Duarte e Cabri (2012).

Posteriormente, fomos analisar ao pormenor a existência ou não de correlações entre os referidos testes subjetivos (*Hooper* e RPE) e os testes objetivos de controlo da fadiga (SJ e CMJ) e constatámos que, das 7 componentes referentes a ambos os saltos verticais estudados, o Índice de *Hooper* apresentou correlações significativas de  $p < 0.05$  e  $p < 0.01$  (baixo e moderado) com 6 dessas componentes dos saltos verticais (*Tcont\_Médio\_CMJ*, *Tflight\_Médio\_CMJ*, *Height\_Médio\_CMJ*, *Pace\_Médio\_CMJ*, *Tflight\_Médio\_SJ*, *Height\_Médio\_SJ*). Porém, o RPE apenas apresentou correlações significativas de  $p < 0.05$  e  $p < 0.01$  (baixo e moderado) com 3 componentes dos saltos verticais (*Tflight\_Médio\_CMJ*, *Height\_Médio\_CMJ*, *Power\_Médio\_CMJ*).

De facto, conseguimos retirar 3 registos-chave destas análises de associações. O primeiro diz respeito ao desempenho do salto, que é tipicamente analisado por meio de diversas variáveis. No entanto, ao examinar esta ação, podemos ver que umas são mais sensíveis à fadiga neuromuscular do que outras. No nosso estudo, verificámos, através dos resultados acima referidos, que o *Tflight\_Médio* e o *Height\_Médio*, quer para o SJ como para o CMJ, apresentaram correlações significativas com os testes subjetivos, o que indica serem mais recetíveis à fadiga e, por isso, deveremos ter um olhar especial quando estivermos a estudar a fadiga do atleta. Algo semelhante foi visto no estudo de Gathercole, Sporer e Stellingwerff (2015), que analisou várias componentes do CMJ e as suas correlações com a carga de treino percebida e os valores de bem-estar, onde os autores referiram que o *flight time*, *greatest displacement recorded during the jump*, *force exerted at concentric phase onset*, reportaram mudanças negativas quando a carga de treino aumentou e o bem-estar diminuiu. Neste sentido, podemos afirmar que o *flight time*, no nosso estudo e nos estudos anteriormente citados, é um indicador-chave da avaliação do mecanismo de fadiga. Subsequentemente, ao compararmos os resultados obtidos entre as

avaliações subjetivas e objetivas, constatamos que o IH apresenta mais correlações com métricas objetivas de salto do que o RPE.

No que diz respeito à literatura, a escala de percepção de esforço de *Borg* modificada por Foster *et al.*, (2001) é uma das ferramentas mais úteis para avaliar a intensidade do exercício, obtendo uma estimativa subjetiva da intensidade percebida por jogadores de futebol (Gaudino *et al.*, 2015; Impellizzeri *et al.*, 2004). Esta escala relaciona-se com procedimentos fisiológico, como o consumo de oxigénio, frequência cardíaca, ventilação, concentração tardia de glicose, bem como com fatores psicológicos (Sparks *et al.*, 2017; Haddad *et al.*, 2017). Além disso, associações moderadas a muito altas entre os valores de percepção do esforço e as medidas de carga externa extraídas de gravações de GPS, como acelerações, atividade total de alta intensidade, distância de *sprint* e distância total, foram relatadas em estudos anteriores (Casamichana *et al.*, 2013; Gaudino *et al.*, 2015; Clemente, 2018; Rago *et al.*, 2019). Estas correlações entre as pontuações de RPE e as métricas de controlo de carga interna e externa fizeram com que o RPE se tornasse uma ferramenta indispensável. Porém, o que podemos argumentar é que, nos nossos resultados, apesar de se ter relacionado com medidas objetivas do CMJ, o RPE não foi tão expressivo como o teste de *Hooper*, que se tem mostrado bastante interessante na área do controlo da fadiga, tendo sido inicialmente validado para a natação (Hooper e Mackinnon, 1995), depois para o rugby de sete (Elloumi *et al.*, 2012) e, nos últimos anos, para o futebol (Moalla *et al.*, 2016; Rabbani e Buchheit, 2016). Portanto, nesta modalidade, e por ter sido validado mais recentemente, ainda não existem tantos estudos sobre o teste de *Hooper* como existem sobre o RPE. Ainda assim, têm surgido estudos, como o de Thorpe *et al.*, (2015), onde se relata que a carga de treino diária afetou as medidas de bem-estar em jogadores de futebol de elite da *Premier League*.

Até onde sabemos, há poucas informações sobre a relação entre a carga interna e as pontuações do questionário *Hooper* em jogadores profissionais de futebol, mas, segundo os resultados da nossa investigação, este questionário relacionou-se significativamente com várias componentes do salto vertical, inclusivamente com o *Tflight\_Médio* que, como vimos anteriormente, mostra ser um dado sensível que se manifesta em caso de fadiga. Desta forma, este questionário revela ser uma ferramenta interessante, que deverá ser tida em conta para se avaliar e estudar a fadiga dos atletas, juntamente com testes de salto vertical. Esta ordem de raciocínio é apoiada pelo trabalho de Selmi *et al* (2022), que mostrou que o IH foi positivamente correlacionado com outras medidas objetivas,

como o cortisol ( $r=0.55$ ,  $p<0.05$ ) e CK ( $r=0.65$ ,  $p<0.01$ ), tendo ainda sido correlacionado negativamente com o CMJ ( $r=-0.70$ ,  $p<0.01$ ).

Por outro lado, o terceiro grande apontamento é que, das várias componentes dos dois tipos de salto analisados (SJ e CMJ), as componentes de salto do CMJ apresentam uma esmagadora maioria de correlações com os dois testes subjetivos, podendo-se concluir que o CMJ é mais preponderante para o controlo da fadiga do que o SJ. Embora o uso dos três saltos acima mencionados, com vista a monitorar a fadiga, esteja bem documentado, o CMJ é o teste de salto vertical mais utilizado para avaliar o desempenho do salto e o estado neuromuscular, pois são vários os trabalhos que estudaram a sua validade e confiabilidade em comparação com outros testes de salto vertical (Byrne, Moody, Cooper e Kinsella, 2017; Fitzpatrick, Hicks, Russell e Hayes, 2021; Gathercole *et al.*, 2015; Heishman, Daub, Miller, Freitas, Frantz e Bembem, 2020). Outra possível causa a considerar para se explicar o melhor resultado verificado no CMJ pode passar pelo facto de os atletas realizarem regularmente um gesto mais semelhante a este salto no treino/jogo do que ao salto de SJ.

Finalizando a temática das correlações, procurámos perceber como é que uma alteração da média dos registos máximos causados por ações explosivas do salto vertical (SJ e CMJ) iria influenciar uma avaliação subjetiva seguinte através dos questionários (*Hooper* e RPE). Para responder a estas questões, recorreremos ao estudo de regressões lineares explicativas do IH e RPE, procurando perceber se uma alteração de um valor nos questionários de análise da fadiga subjetiva iria predizer alguma alteração nas diversas componentes do salto vertical.

Considerando o suprarreferido, encontramos 3 modelos explicativos. Concretamente, e no que diz respeito ao IH, verificámos um modelo fraco, porém estatisticamente significativo, com as médias do tempo de contacto e altura de salto do CMJ. Isto significa que, para cada nível que o IH mude, é de esperar que estas duas variáveis de testes objetivos se alterem nos seguintes termos: entre 0.047 a 0.387 para o tempo de contacto e entre 0.006 a 0.113 para a altura de voo. No que diz respeito à outra ferramenta subjetiva (RPE), também encontramos um modelo fraco, no entanto estatisticamente significativo, e foi possível averiguar que uma mudança de um valor na escala deste teste induziria uma variação entre -0.045 a -0.006 na componente de salto índice de elasticidade.

Ao chegar a este ponto, consideramos importante destacar que apenas as componentes do CMJ (*Tcont\_CMJ\_Média* e *Height\_CMJ\_Média*) surgiram nos modelos de regressão apresentados, o que significa que alterações de um valor nos exames subjetivos não

preveem nenhuma mudança para o salto SJ, o que, por sua vez, significa que esta não é a melhor medida para, com o propósito de estudar e analisar a fadiga de uma equipa, juntar a uma bateria de testes. Além disto, o IH mostrou-se, mais uma vez, mais sensível a regressões do que o RPE, visto que encontramos dois modelos explicativos para o IH e apenas um para o RPE. Isto sugere que a fadiga é complexa e biopsicossocial. Assim, muito embora exista uma relação entre a capacidade neurológica medida pelos saltos e o bem-estar, outros fatores contextuais e comportamentos intrapessoais podem modular as pontuações de bem-estar, frisando ainda que as respostas percebidas no esforço de treino e as pontuações de bem-estar são dependentes do tipo de tarefa que os atletas executaram. Como referido, e embora não existam muitos estudos semelhantes ao nosso, importa destacar um estudo que foi feito por Selmi *et al.*, 2022, no qual os autores utilizaram o IH, que apresentou uma capacidade preditiva limitada em relação às medidas internas (RPE) e externas (distância total). Porém, um outro estudo mostrou que uma mudança de um ponto no índice de *Hooper* exigiria uma redução da corrida de alta intensidade referente à presente unidade de treino (Ruddy *et al.*, 2020). Relacionando os resultados decorrentes dos trabalhos anteriormente citados com os nossos achados, parece que o IH tem pouca capacidade preditiva para métricas de avaliação de carga interna subjetivas (RPE) mas, no que se refere a testes de carácter fisiológico de avaliação da potência (como é o caso da corrida de alta intensidade e do salto de CMJ), parece que o uso do IH poderá ajudar a explicar algumas reduções/melhorias de *performance* de testes de avaliação da fadiga.

Até ao momento, vimos, de forma clarificada, como é que uma mudança no exame subjetivo pode prever mudanças num exame objetivo. A partir daqui, procurámos perceber como é que funciona o lado oposto da monitorização. Deste modo, investigámos se alterações nas componentes do salto vertical (SJ e CMJ) poderiam induzir uma modificação nas respostas subjetivas analisadas pelos questionários de *Hooper* e RPE, sendo de frisar que os nossos resultados encontraram 12 modelos explicativos de regressão linear das componentes de salto vertical estudadas, algo que consideramos de elevada relevância. Descritivamente, para o salto de CMJ, espera-se que uma mudança nas médias do tempo de contacto do atleta ou do tempo de voo ou *pace* ou altura do salto justifiquem uma mudança nas pontuações do IH e do RPE. Para além disso, verifica-se que a alteração do valor da potência de salto é suscetível de prever uma mudança no valor de registo do RPE. Por outro lado, relativamente ao SJ, uma alteração nas médias do tempo de contacto ou tempo de voo ou altura de salto justificam uma mudança do valor

do IH, importando ainda acrescentar que uma mudança no Índice de Elasticidade também justifica uma alteração do RPE.

Através destes modelos, podemos refletir sobre dois achados muito importantes. O primeiro é que, mais uma vez, e tal como visto na temática das correlações, o *flight time* mostrou ser a componente de salto mais sensível à fadiga. Por este motivo, consideramos ser a variável mais importante em análise dos saltos verticais. O segundo é que o CMJ, mais uma vez, quando comparado com o SJ, é mais sensível à variação e ao controlo da fadiga no caso de o compararmos com medidas subjetivas, tendo ficado demonstrado que houve mais registos das componentes de salto do CMJ para modelos explicativos de regressão com medidas subjetivas do que as componentes de salto do SJ. Para além disto, a esmagadora maioria das regressões das componentes do salto vertical, quer sejam medidas pelo CMJ ou pelo SJ, predispunham uma maior previsão de mudança para os valores do IH do que para o RPE. No entanto, curiosamente, uma correlação moderada a forte foi observada entre a perceção de fadiga dos jogadores e a variação do dia-a-dia da corrida de alta intensidade ( $r = -0.51$ ,  $p < 0.001$ ). A inclinação do modelo de regressão indica que cada aumento de ~400 m na distância leva a um aumento de uma unidade na diminuição da fadiga. Neste sentido, parece que o RPE relaciona-se melhor com medidas de carga externa, como a corrida, do que internas, como o salto (Thorpe *et al.*, 2015).

É importante destacar que conseguimos observar que o CMJ e o IH se apresentam como bons preditores de mudança um do outro. Uma possível explicação para o grande destaque do CMJ ao longo dos modelos de regressão pode ser suportada pelo trabalho de Garrett, Graham, Eston, Burgess, Garrett, Jakeman e Norton (2019), que referiram que o CMJ é uma das principais ferramentas utilizadas para examinar o nível do estado neuromuscular nos desportos de elite e, devido à sua confiabilidade e validade, tornou-se o teste “padrão ouro” para controlar a fadiga neuromuscular em ambientes desportivos de alto rendimento. A sua forte ligação ao IH poderá ser explicada pelo facto de a dor muscular e a fadiga comprometerem a *performance* do atleta, tal como refere Freitas, Nakamura, Miloski, Samulski, Mauricio, Bara-Filho (2014).

A maioria das ações no futebol envolve todas as fases do CAE, que podem ser medidas pelo CMJ, e estas ações ganham forma física nos atos de correr, saltar e mudar de direção. Assim, para delimitar a capacidade de trabalho a altas intensidades, o entendimento do CAE é importante (Gaspar, Santos, Coutinho, Gonçalves, Sampaio, e Leite, 2019; Oliver, Armstrong e Williams, 2008). Quando estas ações são repetidas, com alguma frequência,

durante um longo período de tempo sem a recuperação suficiente, a produção de força no CAE é reduzida devido à fadiga neuromuscular (Komi, 2000), na qual acreditamos que o DOMS e a fadiga possam ter uma responsabilidade na redução da *performance*, o que indicia uma boa associação entre o IH e o CMJ.

Por fim, a monitorização e a gestão do treino devem resultar de uma combinação de abordagens ou ferramentas objetivas e subjetivas que devem ser usadas para garantir um equilíbrio adequado entre os dados obtidos da prática quantificável e o esforço percebido do atleta, tanto do ponto de vista do desempenho quanto da recuperação (Bourdon *et al.*, 2017).

## **7. Conclusão**

Embora tenham sido encontradas relações entre as variáveis objetivas e subjetivas, elas foram muito fracas para predispor a mudanças relevantes uma em relação à outra.

O caráter fraco das relações entre as ditas variáveis demonstra a vertente biopsicossocial da fadiga, visto que nada parece garantir que o facto de o atleta se sentir psicologicamente cansado vai afetá-lo biologicamente e vice-versa. Por isso, devemos avaliar o atleta como um todo.

Assim sendo, após o estudo de dois testes subjetivos e dois testes objetivos, podemos afirmar que os mais importantes a considerar para a monitorização da fadiga num contexto prático são o IH e o CMJ, uma vez que estes testes se associaram bem, pelo facto de terem tido bastantes correlações significativas. É, ainda, de salientar que a alteração de um valor nas métricas subjetivas prediz mais modificações nos resultados dos exames objetivos do que o contrário. Por este motivo, devemos ter especial atenção à avaliação subjetiva, para entender melhor as modificações biológicas registadas pelas avaliações objetivas.

Em destaque, das métricas encontradas, a altura de voo e o tempo de voo para o CMJ tiveram melhores correlações. Por outro lado, em relação ao questionário de *Hooper*, devemos ter especial atenção à dor muscular de início tardio e à fadiga que o atleta possa relatar antes de treinar.

## **8. Futuras investigações**

Para futuros estudos, sugere-se a realização de protocolo semelhante, preferencialmente em equipas profissionais de futebol, com o intuito de perceber se os resultados encontrados no presente estudo são semelhantes noutros contextos de alto rendimento.

Além disso, também seria interessante seguir as mesmas metodologias em equipas de alto rendimento, mas de outras modalidades e com diferentes exigências/competências físicas.

Uma investigação interessante no âmbito da avaliação da fadiga seria a utilização do teste subjetivo IH, com o intuito de estudar regressões e correlações com métricas de controlo objetivo de campo, como é o caso dos dados do GPS, onde se procuraria perceber, no dia -3 ao jogo, o impacto das mudanças de direção, acelerações, travagens e distâncias percorridas a alta velocidade na pré-disposição para o treino do dia seguinte, medindo o bem-estar no início do dia -2 ao jogo. Além disto, devido à escassez de estudos utilizando o IH, seria interessante avaliar regressões e correlações entre este mesmo teste no dia -2 ao jogo e, logo de seguida, levar os atletas a uma avaliação objetiva laboratorial, através da avaliação isocinética dos extensores e flexores dos membros inferiores, com o intuito de perceber se a pré-disposição para o treino influenciava variáveis como pico de força, produção de força máxima, etc.

## **8. Referências Bibliográficas**

Abad, C. (2016). Efeito do destreinamento na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro. 7.

Abernethy, P., Wilson, G., & Logan, P. (1995). Strength and Power Assessment: Issues, Controversies and Challenges. *Sports Medicine*, 19(6), 401–417. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519060-00004>

Akubat, I., Barrett, S., Sagarra, M. L., & Abt, G. (2018). The Validity of External:Internal Training Load Ratios in Rested and Fatigued Soccer Players. 9.

training load ratios in rested and fatigued soccer players. *Sports*, 6(2), 44.

Aubert, A., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports medicine*, 33(12), 889-919.

Bahr, R., Clarsen, B., Derman, W., Dvorak, J., Emery, C., Finch, F., & Chamari, K. (2020). International Olympic Committee Injury and Illness Epidemiology Consensus Group.

Balsalobre-Fernández, C. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. 7.

- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., & Bavaresco, N. (2014). The Concurrent Validity and Reliability of a Low-Cost, High-Speed Camera-Based Method for Measuring the Flight Time of Vertical Jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 528–533. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318299a52e>
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness Training in Football – a Scientific Approach*. Bagsværd, Denmark: Hostorm.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, 24(7), 665-674.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsø, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 110-116.
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, S. (2014). The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095–1100.
- Bartlett, J. D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., & Robertson, S. J. (2017). Relationships Between Internal and External Training Load in Team-Sport Athletes: Evidence for an Individualized Approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 230–234. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0791>
- Boksem, A., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: costs and benefits. *Brain research reviews*, 59(1), 125-139.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic Control of Heart Rate during and after Exercise. *Sports Med*, 14.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161-S2-170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 19.

Buchheit, M. (2015). Sensitivity of monthly heart rate and psychometric measures for monitoring physical performance in highly trained young handball players. *International journal of sports medicine*, 36(05), 351-356.

Buchheit, M., & Simpson, M. (2017). Player-tracking technology: half-full or half-empty glass?. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-35.

Buchheit, M., Racinais, S., Bilsborough, C., Bourdon, C., Voss, C., Hocking, J., & Coutts, J. (2013). Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of science and medicine in sport*, 16(6), 550-555.

Campbell, P. G., Stewart, I. B., Sirotic, A. C., & Minett, G. M. (2020). The Effect of Overreaching on Neuromuscular Performance and Wellness Responses in Australian Rules Football Athletes. 10.

Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Are Physical Performance and Injury Risk in a Professional Soccer Team in Match-Play Affected Over a Prolonged Period of Fixture Congestion? *International Journal of Sports Medicine*, 33(01), 36–42. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1283190>

Casamichana, D., Castellano, J., Calleja, J., Roman, & Castagna, C. (2013). Relação entre indicadores de carga de treinamento em jogadores de futebol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369 – 374.

Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2015). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.05.004>

Cheng, K. B., Wang, C.-H., Chen, H.-C., Wu, C.-D., & Chiu, H.-T. (2008). The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance—A simulation study. *Journal of Biomechanics*, 41(9), 1847–1854. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.04.004>

Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 397–402. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>

Clemente, F. M., Martinho, R., Calvete, F., & Mendes, B. (2019). Training load and well-being status variations of elite futsal players across a full season: Comparisons between normal and congested weeks. *Physiology & Behavior*, 201, 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.01.001>

Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology & Behavior*, 179, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.06.021>

Clemente, F., & Mendes, R. (2015). *Treinar Jogando - Jogos Reduzidos e Condicionados no futebol*. Lisboa: Prime Books.

Clemente, F. (2018 ). Associações entre bem-estar e variáveis de carga interna e externa em dois jogos intermitentes de futebol reduzido . *Fisiologia e Comportamento* , 197 , 9-14 .

Coutts, A., & Cormack, S. (2014). Monitoring the training response. *High-performance training for sports*, 71-84.

Da Silva Matias, A., & Greco, J. (2010). Cognição & ação nos jogos esportivos coletivos. *Ciências & Cognição*, 15(1), 252-271.

Dalen, T., & Lorås, H. (2019). Monitoring Training and Match Physical Load in Junior Soccer Players: Starters versus Substitutes. *Sports*, 7(3), 70. <https://doi.org/10.3390/sports7030070>

De Hoyo, M., Cohen, D., Sañudo, B., Carrasco, L., Álvarez-Mesa, A., del Ojo, J., Domínguez-Cobo, S., Mañas, V., & Otero-Esquina, C. (2016). Influence of football match time–motion parameters on recovery time course of muscle damage and jump ability. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1363–1370. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1150603>

Delaney, J., Duthie, G., Thornton, R., & Pyne, B. (2018). Quantifying the relationship between internal and external work in team sports: Development of a novel training efficiency index. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 149–156. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1432885>

Dellal, A., Jannault, R., Lopez, M., & Pialoux, V. (2011). Influence of the numbers of players in the heart rate responses of youth soccer players within 2 vs. 2, 3 vs. 3 and 4 vs. 4 small-sided games. *Journal of human kinetics*, 28(2011), 107-114.

Department of Psychology New York University New York, New York (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* De Jacob Cohen

Dias, J., Pupo, J., Reis, C., Borges, L., Santos, G., Moro, R., & Borges, G. (2011). Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 2034-2039.

Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 Soccer Matches in a Week on Physical Performance and Injury Rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758. <https://doi.org/10.1177/0363546510361236>

Edwards, H. (1981). Human muscle function and fatigue. *Human muscle fatigue: physiological mechanisms*, 82, 1-18.

Elloumi, M., Makni, E., Moalla, W., Bouaziz, T., Tabka, Z., Lac, G., & Chamari, K. (2012). Monitoring training load and fatigue in rugby sevens players. *Asian journal of sports medicine*, 3(3), 175.

Fanchini, M., Ferraresi, I., Petruolo, A., Azzalin, A., Ghielmetti, R., Schena, F., & Impellizzeri, F. M. (2017). Is a retrospective RPE appropriate in soccer? Response shift and recall bias. *Science and Medicine in Football*, 1(1), 53–59. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1231411>

Fessi, M. S., Nouria, S., Dellal, A., Owen, A., Elloumi, M., & Moalla, W. (2016). Changes of the psychophysical state and feeling of wellness of professional soccer players during pre-season and in-season periods. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 375–386. <https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1222278>

Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the Reactive Strength Index and Time to Stabilization During Depth Jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1677–1682. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318182034b>

Football Medicine (2015). Strength diagnosis in soccer. *Football Medicine. Consult.* 28 Maio 2018, disponível em <https://footballmedicine.net/strength-diagnosis-in-soccer/>

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). *A New Approach to Monitoring Exercise Training.* 8.

Franceschi, A., Conte, D., Airale, M., & Sampaio, J. (2020). Training Load, Neuromuscular Readiness, and Perceptual Fatigue Profile in Youth Elite Long-Jump Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(7), 1034–1038. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0596>

Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>

Gabbett, T. J. (2020). Debunking the myths about training load, injury and performance: Empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*, 54(1), 58–66. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099784>

Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2017). Self-Reported Wellness Profiles Of Professional Australian Football Players During The Competition phase of the season. 8.

Gaspar, A., Santos, S., Coutinho, D., Gonçalves, B., Sampaio, J., & Leite, N. (2019). Acute effects of differential learning on football kicking performance and in countermovement jump. *PLOS ONE*, 14(10), e0224280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224280>

Gastin, P. B., Meyer, D., & Robinson, D. (2013). Perceptions of Wellness to Monitor Adaptive Responses to Training and Competition in Elite Australian Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2518–2526. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827fd600>

Gathercole, R. J., Sporer, B. C., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. G. (2015). Comparison of the Capacity of Different Jump and Sprint Field Tests to Detect Neuromuscular Fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2522–2531. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000912>

Gathercole, R., Sporer, B., & Stellingwerff, T. (2015). Countermovement Jump Performance with Increased Training Loads in Elite Female Rugby Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 36(09), 722–728. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1547262>

Gaudino, P., Iaia, F., Strudwick, J., Hawkins, D., Alberti, G., Atkinson, G., & Gregson, W. (2015). Fatores que influenciam a percepção de esforço (avaliação de esforço percebido da sessão) durante o treinamento de futebol de elite . *International Journal of Sports Physiology and Performance* , 10(7), 860 – 864

Gheller, R. G., Dal Pupo, J., Lima, L. A. P. de, Moura, B. M. de, & Santos, S. G. dos. (2014). A influência da profundidade de agachamento no desempenho e em parâmetros biomecânicos do salto com contra movimento. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 16(6), 658. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n6p658>

Gibson, N. E., Boyd, A. J., & Murray, A. M. (2016). Countermovement Jump Is Not Affected During Final Competition Preparation Periods In Elite Rugby Sevens Players. 7.

Gil-Rey, E., Lezaun, A., & Los Arcos, A. (2015). Quantification of the perceived training load and its relationship with changes in physical fitness performance in junior soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2125–2132. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1069385>

Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and Reliability of Optojump Photoelectric Cells for Estimating Vertical Jump Height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 556–560. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d>

González, S., García M., & Contreras, R. (2015). Evolución de la toma de decisiones y la habilidad técnica en fútbol. *Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física del Deporte*.

Griffin, A., Kenny, I. C., Comyns, T. M., & Lyons, M. (2020). The Association Between the Acute:Chronic Workload Ratio and Injury and its Application in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 50(3), 561–580. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01218-2>

- Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, D. P., Castagna, C., Hambli, M., Hue, O., & Chamari, K. (2013). Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiology & Behavior*, 119, 185–189. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.06.016>
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
- Hader, K., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Kilduff, L. P., Girard, O., & Silva, J. R. (2019). Monitoring the Athlete Match Response: Can External Load Variables Predict Post-match Acute and Residual Fatigue in Soccer? A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0219-7>
- Halson, L. (2014) Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139-147.
- Harper, J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-intensity acceleration and deceleration demands in elite team sports competitive match play: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sports Medicine*, 49(12), 1923-1947.
- Haun, C. (2015). An Investigation of the Relationship Between a Static Jump Protocol and Squat Strength: A Potential Protocol for Collegiate Strength and Explosive Athlete Monitoring (Doctoral dissertation, East Tennessee State University).
- Heidari, J., Beckmann, J., Bertollo, M., Brink, M., Kallus, K. W., Robazza, C., & Kellmann, M. (2019). Multidimensional Monitoring of Recovery Status and Implications for Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(1), 2–8. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0669>
- Herring, A., Ben, W., Putukian, M., Berkoff, D., Bytowski, J., Carson, E., & Coppel, D. (2019). Load, overload, and recovery in the athlete: Select issues for the team physician—A consensus statement. *CURRENT SPORTS MEDICINE REPORTS*, 18(4), 141-148.
- Hirayama, K. (2017). Plyometric Training Favors Optimizing Muscle–Tendon Behavior during Depth Jumping. *Frontiers in Physiology*, 8, 9.
- Hooper, & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes. *Sports Med*, 20(5), 321-327.

- Illa, J., Fernandez, D., Reche, X., Carmona, G., & Tarragó, J. R. (2020). Quantification of an Elite Futsal Team's Microcycle External Load by Using the Repetition of High and Very High Demanding Scenarios. *Frontiers in Psychology*, 11, 577624. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577624>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042–1047. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B., & Wisløff, U. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 101–110. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.933879>
- Jeffries, C., Wallace, L., Coutts, J., McLaren, J., McCall, A., & Impellizzeri, M. (2020). Athlete-reported outcome measures for monitoring training responses: a systematic review of risk of bias and measurement property quality according to the COSMIN guidelines. *International journal of sports physiology and performance*, 15(9), 1203-1215.
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring: Preventing overtraining. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95–102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>
- Kellmann, M., Kallus, K.W., Samulski, D., Costa, L., & Simola, R. (2009). The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes.
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery: A Conceptual Model. *Sports Medicine*, 26(1), 1–16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197–1206. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00064-6)

- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(6), 1165-1174
- Krustrup, P., Ørtenblad, N., Nielsen, J., Nybo, L., Gunnarsson, T. P., Iaia, F. M., Madsen, K., Stephens, F., Greenha, P., & Bangsbo, J. (2011). Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the Wrst 72 h after a high-level competitive soccer game. *Eur J Appl Physiol*, 9.
- Kunrath, C. A., Cardoso, F., Nakamura, F. Y., & Teoldo, I. (2018). Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: A pilot study. *Human Movement*, 19(3), 16–22. <https://doi.org/10.5114/hm.2018.76075>
- Kunrath, A., Gonçalves, E., Silva, L., TiggemanI, L., Dias, P., Oliveira, D., & Teoldo, I. (2016). Avaliação da intensidade do treinamento técnico-tático e da fadiga causada em jogadores de futebol da categoria sub-20. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 30, 217-225.
- Laffaye, G., Wagner, P. P., & Tombleson, T. I. L. (2014). Countermovement Jump Height: gender and Sport- Specific Differences In The Force- Time Variables. 10.
- Lambert, M. I., & Borresen, J. (2010). *Measuring Training Load in Sports*. 7.
- Larsen, M. N., Nielsen, C. M., Ørntoft, C., Randers, M. B., Helge, E. W., Madsen, M., Manniche, V., Hansen, L., Hansen, P. R., Bangsbo, J., & Krustrup, P. (2017). Fitness Effects of 10-Month Frequent Low-Volume Ball Game Training or Interval Running for 8–10-Year-Old School Children. *BioMed Research International*, 10.
- Laux, P. (2015). Recovery–stress balance and injury risk in professional football players: A prospective study. 10.
- Lindern, D., Mester, A., & Strey, A. M. (2017). Impacto de uma intervenção psicológica para atletas de futebol de categorias de base. *Contextos Clínicos*, 10(1), 14.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kopal, R., Kitamura, K., Marques, G., Guerriero, A., Moraes, J. E., & Nakamura, F. B. Y. (2017). Validity And Usability Of A New System For Measuring And Monitoring Variations In Vertical Jump Performance. 7.

- Mackenzie, R., & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *Journal of Sports Sciences*, 31(6), 639–676. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.746720>
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489–497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>
- Markström, L., & Olsson, J. (2013). Countermovement jump peak force relative to body weight and jump height as predictors for sprint running performances:(in) homogeneity of track and field athletes?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 944–953.
- Martín-García, A., Gómez Díaz, A., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a Professional Football Team’s External Load Using a Microcycle Structure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511–3518. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002816>
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: A survey of teams’ head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725–730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
- Mcguigan, M. R., Doyle, T. L. A., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2006). ECCENTRIC UTILIZATION RATIO: EFFECT OF SPORT AND PHASE OF TRAINING. 4.
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2018). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 641–658. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0830-z>
- Micklewright, D., St Clair Gibson, A., Gladwell, V., & Al Salman, A. (2017). Development and Validity of the Rating-of-Fatigue Scale. *Sports Medicine*, 47(11), 2375–2393. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0711-5>
- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Load Measures in Training/Match Monitoring in Soccer: A Systematic Review. *International*

Journal of Environmental Research and Public Health, 18(5), 2721.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph18052721>

Moalla, W., Fessi, M. S., Farhat, F., Nouira, S., Wong, D. P., & Dupont, G. (2016). Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 387–394.  
<https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1239579>

Modric, Versic, Sekulic, & Liposek. (2019). Analysis of the Association between Running Performance and Game Performance Indicators in Professional Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 4032.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph16204032>

Morin, S., & Ahmaïdi, S. (2014). Modélisation des effets de l'entraînement: Revue des différentes études. 11.

Moreira, A., & Cavazzoni, P. B. (2009). Monitoring training through the Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-21 and Daily Analysis of Life Demands in Athletes in Portuguese versions. *Journal of Physical Education*, 20(1), 109-119.

Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer: Part I – Post-Match Fatigue and Time Course of Recovery. *Sports Medicine*, 42(12), 997–1015. <https://doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000>

Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 13.

Nobari, H., Fani, M., Pardos-Mainer, E., & Pérez-Gómez, J. (2021). Fluctuations in Well-Being Based on Position in Elite Young Soccer Players during a Full Season. 12.

Nobari, H., Akyildiz, Z., Fani, M., Oliveira, R., Pérez-Gómez, J., & Clemente, F.M. (2021). Weekly wellness variations to identify non-functional overreaching syndrome in Turkish National Youth Wrestlers: a pilot study. *Sustainability*, 13(9), 4667.

Nuzzo, J. L., Anning, J. H., & Scharfenberg, J. M. (2011). The Reliability of Three Devices Used for Measuring Vertical Jump Height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2580–2590. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fee650>

- O'Connor, R., & Hurley, D. A. (2003). The Effectiveness of Physiotherapeutic Interventions in the Management of Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review. *Physical Therapy Reviews*, 8(4), 177–195. <https://doi.org/10.1179/108331903225003181>
- Oliveira, R., Brito, J. P., Martins, A., Mendes, B., Marinho, D. A., Ferraz, R., & Marques, M. C. (2019). In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLOS ONE*, 14(4), e0209393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209393>
- Oliver, J., Armstrong, N., & Williams, C. (2008). Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 141–148. <https://doi.org/10.1080/02640410701352018>
- Osiecki, R., Rubio, T. B. G., Coelho, R. L., Novack, L. F., Conde, J. H. S., Alves, G., & Malfatti, C. R. M. (2015). The Total Quality Recovery Scale (TQR) as a Proxy for Determining Athletes' Recovery State after a Professional Soccer Match. 6.
- Paulson, T. A. W., Mason, B., Rhodes, J., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2015). Individualized Internal and External Training Load Relationships in Elite Wheelchair Rugby Players. *Frontiers in Physiology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00388>
- Rabbani, A., & Buchheit, M. (2016). Ground travel-induced impairment of wellness is associated with fitness and travel distance in young soccer players. *Kinesiology*, 48(2), 200–206. <https://doi.org/10.26582/k.48.2.11>
- Rago, V. (2019). Relationship between External Load and Perceptual Responses to Training in Professional Football: Effects of Quantification Method. 12.
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Costa, J., Barreira, D., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2020). Methods to collect and interpret external training load using microtechnology incorporating GPS in professional football: A systematic review. *Research in Sports Medicine*, 28(3), 437–458. <https://doi.org/10.1080/15438627.2019.1686703>
- Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. 11.
- Read, P., Oliver, J. L., Croix, S., Myer, D., & Lloyd, S. (2015). Injury risk factors in male youth soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 37(5), 1-7.

- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. 13.
- Rushall, B. S. (1990). A tool for measuring stress tolerance in elite athletes. 18.
- Roe, G., Till, K., Darrall, J., Phibbs, P., Weakley, J., Read, D., & Jones, B. (2016). Changes in markers of fatigue following a competitive match in elite academy rugby union players. *South African Journal of Sports Medicine*, 28(1), 2-5.
- Ryan, S., Kempton, T., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2020). Training monitoring in professional Australian football: Theoretical basis and recommendations for coaches and scientists. *Science and Medicine in Football*, 4(1), 52–58. <https://doi.org/10.1080/24733938.2019.1641212>
- Saltin B., (2005) Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sport*
- Sánchez-Sánchez, J., Yagüe, M., Fernández, C., & Petisco, C. (2014). Efectos de un entrenamiento con juegos reducidos sobre la técnica y la condición física de jóvenes futbolistas.[Effects of small-sided games training on technique and physical condition of young footballers]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 10(37), 221-234.
- Saw, A. E., Kellmann, M., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2017). Athlete Self-Report Measures in Research and Practice: Considerations for the Discerning Reader and Fastidious Practitioner. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-127-S2-135. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0395>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2015). Role of a self-report measure in athlete preparation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 685-691.
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Selmi, O. (2020). Effect of an intensified training period on well-being indices, recovery and psychological aspects in professional soccer players. 9.
- Selmi, O., Ouergui, I., E Levitt, D., Marzouki, H., Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., & Bouassida, A. (2022). Training, psychometric status, biological markers and

neuromuscular fatigue in soccer. *Biology of Sport*, 39(2), 319–327. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2022.104065>

Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297–1304. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1156241>

Souglis, A., Bogdanis, G. C., Giannopoulou, I., Papadopoulos, C., & Apostolidis, N. (2015). Comparison of Inflammatory Responses and Muscle Damage Indices Following a Soccer, Basketball, Volleyball and Handball Game at an Elite Competitive Level. *Research in Sports Medicine*, 23(1), 59–72. <https://doi.org/10.1080/15438627.2014.975814>

Starling, L. T., & Lambert, M. I. (2018). Monitoring Rugby Players for Fitness and Fatigue: What Do Coaches Want? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6), 777–782. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0416>

Sparks, M., Coetzee, B., & Gabbett, T (2017). Cargas de jogo internas e externas de jogadores de futebol de nível universitário: uma comparação entre métodos. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1072 – 1077.

Taylor, K.-L., Chapman, D. W., Cronin, J. B., Newton, M. J., & Gill, N. (2012). Fatigue Monitoring in High Performance Sport: A SuRVEY OF Current Trends. 20(1), 13.

Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958–964. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0004>

Thorpe, T., Strudwick, J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2016). The Tracking of Morning Fatigue Status Across In-Season Training Weeks in Elite Soccer Players. *International journal of sports physiology and performance*.

Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). The Influence of Changes in Acute Training Load on Daily Sensitivity of Morning-Measured Fatigue Variables in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-107-S2-113. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0433>

- Torreño, N., Munguía-Izquierdo, D., Coutts, A., de Villarreal, E. S., Asian-Clemente, J., & Suarez-Arrones, L. (2016). Relationship Between External and Internal Loads of Professional Soccer Players During Full Matches in Official Games Using Global Positioning Systems and Heart-Rate Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 940–946. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0252>
- Torres, R., Ribeiro, F., Alberto Duarte, J., & Cabri, J. M. H. (2012). Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 13(2), 101–114. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.07.005>
- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97–107. <https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
- Viana, M.F., Almeida, P., & Santos, R.C. (2001). Portuguese adaptation of the reduced version of the Profile of Mood States – POMS. *Psychological Analysis*, 19(1), 77-92.
- Walker, O. (2016). Countermovement Jump (CMJ). *Obtido de Science for Sport*: <https://www.scienceforsport.com/countermovement-jump-cmj/>
- Watkins, C. M., Barillas, S. R., Wong, M. A., Archer, D. C., Dobbs, I. J., Lockie, R. G., Coburn, J. W., Tran, T. T., & Brown, L. E. (2017). Determination of Vertical Jump as a Measure of Neuromuscular Readiness and Fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3305–3310. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002231>
- Weaving, D., Beggs, C., Dalton, N., Jones, B., & Abt, G. (2019). Visualizing the complexity of the athlete-monitoring cycle through principal-component analysis. *International journal of sports physiology and performance*, 14(9), 1304-1310.
- West, S. W., Clubb, J., Torres-Ronda, L., Howells, D., Leng, E., Vescovi, J. D., Carmody, S., Posthumus, M., Dalen-Lorensen, T., & Windt, J. (2021). More than a Metric: How Training Load is Used in Elite Sport for Athlete Management. *International Journal of Sports Medicine*, 42(04), 300–306. <https://doi.org/10.1055/a-1268-8791>
- Wing, C. (2018). Monitoring athlete load: Data collection methods and practical recommendations. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 26-39.

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. 4.

Young, B., & Murray, P. (2017). Reliability of a field test of defending and attacking agility in Australian football and relationships to reactive strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 509-516.

Young, B., Miller, R. and Talpey, W., 2015. "Physical Qualities Predict Change-of-Direction Speed but Not Defensive Agility in Australian Rules Football." *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), pp.206-212.

Zajac, A., Chalimoniuk, M., Gołasz, A., Lngfort, J., & Maszczyk, A. (2015). Central and peripheral fatigue during resistance exercise—a critical review. *Journal of human kinetics*, 49(1), 159-169

\

## 9. Anexos

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
<b>0</b>	<b>Descanso</b>
<b>1</b>	<b>Muito, Muito Fácil</b>
<b>2</b>	<b>Fácil</b>
<b>3</b>	<b>Moderado</b>
<b>4</b>	<b>Um Pouco Forte</b>
<b>5</b>	<b>Forte</b>
<b>6</b>	<b>–</b>
<b>7</b>	<b>Bastante Forte</b>
<b>8</b>	<b>–</b>
<b>9</b>	<b>–</b>
<b>10</b>	<b>Máximo</b>

Figura 1 Questionário de monitorização do bem-estar (Hooper)

<b>Qualidade do Sono</b>	<b>1</b>	<i>Insónia</i>
	<b>2</b>	<i>Sono inquieto</i>
	<b>3</b>	<i>Dificuldade em adormecer</i>
	<b>4</b>	<i>Bom</i>
	<b>5</b>	<i>Muito bom</i>
<b>Dores Musculares</b>	<b>1</b>	<i>Muitas dores</i>
	<b>2</b>	<i>Algumas dores</i>
	<b>3</b>	<i>Normal</i>
	<b>4</b>	<i>Boa sensação</i>
	<b>5</b>	<i>Muito boa sensação</i>
<b>Fadiga</b>	<b>1</b>	<i>Muito cansado</i>
	<b>2</b>	<i>Mais cansado que o normal</i>
	<b>3</b>	<i>Normal</i>
	<b>4</b>	<i>Recuperado</i>
	<b>5</b>	<i>Muito recuperado</i>
<b>Nível de Stress</b>	<b>1</b>	<i>Muito stressado</i>
	<b>2</b>	<i>Stressado</i>
	<b>3</b>	<i>Normal</i>
	<b>4</b>	<i>Relaxado</i>
	<b>5</b>	<i>Muito relaxado</i>

Figura 2 Questionário da sessão-RPE