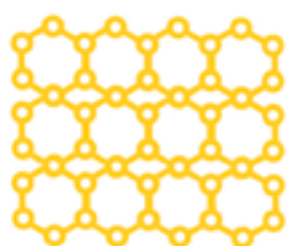


UNIVERSO DO FUTEBOL

Aspectos Biológicos no Futebol - Volume 2



UNIVERSO DO FUTEBOL

Aspectos Biológicos no Futebol

Organizadores

Prof. Dr. Carlos Ferrari

Prof. Dra. Jani Bezerra

Prof. Dr. João Rafael Valentim-Silva

Prof. Dr. Rafael Mocarzel

Vassouras, Rio de Janeiro

2025

© 2025 Universidade de Vassouras
Presidente da Fundação Educacional Severino Sombra (FUSVE)
Adm. Gustavo de Oliveira Amaral

Reitor da Universidade de Vassouras
Dr. Marco Antônio Soares de Souza

Pró -Reitor de Pesquisa e Inovação Tecnológica da Universidade de Vassouras
Dr. Carlos Eduardo Cardoso

Editora-Chefe das Revistas Online da Universidade de Vassouras
M. Sc. Lígia Marcondes Rodrigues dos Santos

Editora Executiva das Produções Técnicas
Dr. Paloma Martins Mendonça

Diagramação e Layout
Mariana Moss

Modo de acesso: <https://editora.univassouras.edu.br/index.php/PT/article/view/5248>

Un399 Universo do futebol: aspectos biológicos no futebol / Organização de Carlos Eduardo Rafael de Andrade Ferrari, Jani Cleria Pereira Bezerra, João Rafael Valentim-Silva, Rafael Carvalho da Silva Mocarzel – Vassouras, RJ : Universidade de Vassouras, 2025.

v.

Recurso eletrônico
Formato: E-book

ISBN: 978-65-83616-05-0

1. Educação física. 2. Futebol. 3. Biologia. I. Ferrari, Carlos Eduardo Rafael de Andrade. II. Bezerra, Jani Cleria Pereira. III. Valentim-Silva, João Rafael IV. Mocarzel, Rafael Carvalho da Silva. V. Universidade de Vassouras. VI. Título.

Sistema Gerador de Ficha Catalográfica On-line – Universidade de Vassouras

Todos os direitos reservados. É permitida reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. O texto é de responsabilidade de seus autores. As informações nele contidas, bem como opiniões emitidas, não representam pontos de vista da Universidade de Vassouras.

Súmario

Homenagem.....	5
Agradecimentos	6
Prefácio	7
Apresentação.....	8
Variabilidade da Frequência Cardíaca no Futebol.....	9
Aspectos Esportivos e Epidemiológicos de Lesões no Futebol	20
Tríplice Lesão No Joelho Na Prática Do Futebol.....	31
Mente em Jogo: Repercussões do Cansaço Mental no Desempenho de Jogadores de Futebol	47
Tecnologia Aplicada ao Futebol: a Utilização do GPS Como Ferramenta Observacional do Desempenho Físico de Futebolistas.....	64
Aspectos Fisiológicos no Futebol.....	80
Uso da Ergoespirometria para Avaliação e Prescrição do Treinamento para Atletas de Futebol	99
Sobre os Autores	124
Sobre os Organizadores	131

HOMENAGEM

Homenagem póstuma (in memoriam) a Renato Alvarenga.

No início de fevereiro de 2023 não só o Brasil, mas o mundo perdeu um grande nome da educação, da saúde e da educação física. Meu querido amigo e professor Renato Alvarenga retornou a Deus.

Eu tive a graça de ter convivido com esse cavaleiro de ouro da fisiologia e treinamento desportivo de renome internacional e posso afirmar que sua imensa competência só não era maior que sua humildade inigualável. Um homem MUITO simples, de fala mansa, humilde até demais, apaixonado pelo ensino e sempre disposto a ajudar!

Durante a pandemia aceitou fazer uma live comigo e falou abertamente que, ao estudarmos, todos nós deveríamos retomar os estudos sobre a filosofia mesmo que minimamente, pois é de lá que saem todas as ciências. Isso só demonstrou como ele era um profissional humilde e sensato, que não concordava com separatismos dentro da educação.

Perde o Mundo, ganham os Céus...

Morre um homem, nasce uma lenda...

Obrigado por tudo, eterno Mestre!

Rafael Mocarzel

AGRADECIMENTOS

Esta obra contou com ajuda de muitos profissionais que se esforçam para manter viva a chama da saúde e educação através do estudo e prática do esporte junto à população. A todos eles, agradecemos humildemente a nobre parceria.

Agradecemos ainda aos apoiadores internos da Universidade de Vassouras, mais especificamente aos Professores de Educação Física Paulo Caminha, Sávio Luís Oliveira da Silva e Carlos Eduardo das Neves.

Não obstante, nossa gratidão à Coordenadora de Pesquisa e Extensão do campus Maricá Michele Teixeira Serdeiro sempre sendo motivadora e atenciosa.

Por fim, agradecemos aos incentivos e apoios da Universidade de Vassouras para a produção desta pesquisa e organização e confecção desta obra acadêmica através do apoio em forma de projeto de pesquisa.

PREFÁCIO

É com grande satisfação que recebi o convite para fazer o prefácio dessa coletânea que fala da paixão nacional e suas dimensões.

Desde a sua criação, o futebol tem se tornado um espaço de lazer, de socialização, de gestão, de profissão, além de tantas outras vertentes, não deixando de ser um espaço profícuo de pesquisa. As obras aqui contempladas fazem uma “viagem” neste universo tão extenso.

Dentre os vários pontos abordados me chamou a atenção alguns tópicos, como a relação entre as capacidades condicionais e coordenativas no futsal que é essencial para entender a dinâmica desse esporte. Também é igualmente crucial compreender que o futebol e seus derivados como componente curricular nas escolas, tem sua relevância social transcendendo os limites das linhas que demarcam o campo de jogo. O futebol e suas derivações são espaços ricos em promover valores como trabalho em equipe, respeito e superação de desafios, tornando-se uma ferramenta educacional poderosa, e tudo isso podemos contemplar nesta coletânea.

Outro ponto que foi analisado na coleção descreve sobre as desigualdades de gênero e raça entre os treinadores na Copa do Mundo masculina e feminina, e nos confrontam com uma realidade preocupante, já que a representatividade do futebol é fundamental para inspirar futuras gerações.

Me chamou também a atenção o artigo sobre a Copa do Mundo de 2022, realizada no Catar, que foi marcada por polêmicas que ecoaram por todo o mundo. Desde questões relacionadas aos direitos humanos até preocupações com o clima, sustentabilidade e corrupção, este torneio se tornou uma plataforma para debates sobre essas variedades de questões globais. Argumentar sobre essas polêmicas é essencial para promover mudanças significativas no cenário esportivo internacional.

No contexto escolar, a educação física desempenha um papel fundamental na formação dos alunos, seja através da prática esportiva ou do desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas. A docência nessa área demanda um constante aprendizado e reflexão sobre as práticas pedagógicas, visando uma educação inclusiva e de qualidade para todos os estudantes.

A discussão do futebol para pessoas com deficiência visual, evidenciou a importância desse esporte para aqueles que tinham pouco espaço nessa modalidade, o artigo ora apresentado, faz com qualidade um resgate histórico desta modalidade que oportunizou os deficientes visuais na prática do tão amado futebol dando um passo crucial rumo à inclusão e à igualdade de oportunidades no cenário esportivo.

Cada um dos artigos aborda aspectos importantes e relevantes sobre o futebol e suas diversas dimensões. Reconheço a qualidade do trabalho apresentado e recomendo a leitura para aqueles que se interessam pelo esporte, seja como praticantes, espectadores ou estudiosos. A diversidade de temas abordados certamente enriquece o conhecimento e promove reflexões essenciais sobre o papel do futebol na sociedade e em nossas vidas..

Prof. Dr. Rogério Melo
Presidente do Conselho Regional de Educação Física da 1ª Região

APRESENTAÇÃO

Apresento, com um enorme sentimento de satisfação, a coletânea “Universo do Futebol”, dado que organizar uma obra desta natureza, num país como o Brasil, com duzentos e três milhões de potenciais treinadores, é um desafio no que tange o paradoxo: ciência versus senso comum. Assim, como o título da obra sugere, a coletânea é composta por seis livros organizados, contemplando a imaginação epistemológica de pesquisadores brasileiros, portugueses e estadunidenses.

Temas como os *Aspectos biológicos no futebol*, *Futebol na escola*, *Discussões de gênero no futebol*, *Ciências humanas e futebol*, *Nutrição e futebol*, tal e qual a abordagem do *Futebol e suas variações ao redor do mundo*, engendram o mote da obra em relevo. Portanto, cada um a seu modo e dentro de suas perspectivas, procuram apresentar o Futebol, como fenômeno social múltiplo e polissêmico, acarretando numa viagem teórico-científica, que tenciona oferecer ao leitor uma visão mais rigorosa do esporte mais popular do mundo.

Desta forma, o conjunto de obras, numa compreensão inovadora, sustentável, foi publicada em formato *ebook*, disponibilizada gratuitamente para o público leitor graças à confiança e portas abertas da Universidade de Vassouras, instituição mantida pela Fundação Educacional Severino Sombra (FUSVE). Nesse nexos, o suporte em formato de incentivos via projeto de pesquisa, na pessoa do Magnífico Reitor, deve ser exaltado, pois o fomento proporcionou uma tranquilidade financeira não comum no meio acadêmico hodierno. Gratidão eterna!

Carlos Ferrari

VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO FUTEBOL

Ana Cristina Lopes Y Glória Barreto

Roxana Macedo Brasil

Homero da Silva Nahum Junior

Introdução

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) controlaria o cardiovascular, ajustando a pressão arterial a cada momento (Valenti *et al.*, 2007). Isso seria possível pelo miocárdio conter terminações nervosas simpáticas, vias aferentes e eferentes, estimuladoras da ação do órgão. Enquanto que os nódulos atrial e atrioventricular, e os átrios, particularmente, apresentariam inervações parassimpáticas, inibitórias da ação miocárdica (Silverthorn, 2017).

A modulação nervosa seria, então, resultante da somação daqueles estímulos e inibições advindos das vias simpáticas e parassimpáticas. O primeiro impacto relevante seria na variação da pressão arterial, a qual sensibilizaria os barorreceptores do arco aórtico, particularmente, na elevação, e aqueles constantes no seio carotídeo que reagiriam em qualquer sentido da variação, assim caracterizaria a relação entre a atividade reflexa barorreceptora e o controle neural (Elias Neto, 2023; Blazek e Bakris, 2023; Zile *et al.*, 2020).

Senso comum seria o efeito da modulação neural sobre a frequência cardíaca, a qual se elevaria como consequência do aumento da ação simpática, porém quando essa sofresse atenuação, a atividade vagal (parassimpática) seria potencializada, culminando na mitigação da frequência cardíaca (Oliveira *et al.*, 2023; Couceiro *et al.*, 2023; Lins *et al.*, 2015).

A consideração do sistema nervoso visceral (involuntário), associação entre inervação e controle dos órgãos, tendo nas extremidades os centros nervosos e as vísceras, seria o foco fisiológico da prescrição e do controle do exercício físico, talvez pela imediata relação com os princípios de treinamento (Rubini, 2022; Mantoanelli e Bagatim, 2022), substancializada na evolução metabólica, hemodinâmica e da capacidade física, por exemplo.

Todavia, variáveis como condição psíquica, ortostatismo, condição climática (temperatura, umidade, radiação e pressão atmosférica) e fatores climáticos (altitude, latitude, continentalidade, massa de ar, correntes marítimas e maritimidade), também, influenciariam a resposta orgânica, não configurando a resposta cardíaca exceção (Cavalcanti Júnior e Souza, 2016; Ferreira, 2014). Portanto, a atenção ao sistema nervoso somático (voluntário), relação entre corpo e ambiente, estabelecida pelos receptores periféricos e centros nervosos, determinante seria (Afonso Júnior *et al.*, 2023). Porque, em última análise, o ciclo cardíaco estaria sob ampla complexidade de

informações, o que necessário e suficiente seria para que o seu funcionamento sofresse variações, a qual recebeu a denominação de Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).

Simplificadamente, a VFC representaria a dispersão no domínio do tempo ou da frequência de batimentos cardíacos sequenciais, consequentemente a aferição permitiria identificar o funcionamento do SNA (Sgobbi e Tarouco, 2023) e, em essência, a resposta aos estímulos oriundos do estresse físico (Zhang, 2022). Assim sendo, a elevada VFC indicaria adequada adaptação ao esforço demandado e eficiência no funcionamento autonômico (Vanderlei *et al.*, 2009).

No contexto do futebol, Eustáquio e Barbosa Neto (2021) destacaram que a evolução no padrão de jogo e nas preparações física, tática, técnica, psicológica e nutricional, potencializaram a competitividade e dinâmica dos jogos (Trindade, 2020). Como resultado, a preparação física e o processo de avaliação do atleta foram refinados em detalhamento e métodos (Loturco *et al.*, 2020).

A princípio, imperativa seria a aplicação da VFC na modalidade, não obstante, Rodríguez-Fernández *et al.* (2019) destacaram que o emprego da modulação autonômica ainda seria carente em razão da capacidade física (resistência aeróbica, anaeróbica, força e potência musculares e agilidade, por exemplo) e antropometria requisitadas por posição em campo. E Trindade (2020) complementou destacando que sexo, idade, nível de jogo e período do ano, também poderiam influenciar o controle neural.

Tais considerações explicariam, mesmo que parcialmente, a aplicação da VFC no acompanhamento de desempenho, fadiga e resposta à carga disponibilizada ao atleta (Rezende *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2012), sobretudo pela baixa demanda temporal e por ser não invasiva (Granero-Gallegos *et al.*, 2020). Tal como realizado por Bara-Filho *et al.* (2013) com dois jogadores de uma única equipe durante a temporada regular, quando as diferenças entre os atletas indicaram que a atividade parassimpática foi adequadamente sensível aos espaços temporais de estímulo e recuperação.

Buchheit *et al.* (2010) avaliaram 18 jogadores de futebol, divididos entre sub15 e sub17, aferindo frequência cardíaca de exercício (FCE) e recuperação (FCR) e VFC. Os autores identificaram que os atletas sub15 apresentaram FCE (valor- $p = 0,02$) e FCR (valor- $p = 0,00$) superiores aqueles do sub17, mas sem diferença estatisticamente significativa na VFC (valor- $p = 0,74$). Entretanto, o coeficiente de variação dessa conquistou correlação com a velocidade aeróbica máxima ($r = -0,52$, valor- $p = 0,00$).

A relação entre VFC e melhora de desempenho físico foi investigada por Oliveira *et al.* (2012) com um grupo de 10 jogadores de futebol da segunda divisão do campeonato paranaense (idade = $22,00 \pm 3,00$ anos; massa corporal = $76,70 \pm 6,90$ kg; estatura = $180,00 \pm 7,00$ cm e IMC = $23,60 \pm 1,30$ kg.m²). Consta tou-se melhora no desempenho para o Yo-Yo teste (valor- $p < 0,00$) e Corrida de 30 m (valor- $p < 0,00$), assim como correlação entre atividade parassimpática e variação no desempenho ($r = 0,85$; valor- $p = 0,00$).

Esses achados ratificaram as propostas de relação com a evolução do VO₂ máx. (Rodríguez-Fernández *et al.*, 2019; Bangsbo, Iaia e Krstrup, 2008; Machado, 2006; Hautala *et al.*, 2003). Então, possível seria prescrever carga de treinamento tendo a modulação parassimpática no tempo ou na frequência como parâmetros de base, tal como preconizado por Javaloyes *et al.*, 2020), e

confirmado por Matos, Fernandes e Materko (2020) ao avaliarem 20 jogadores profissionais de futebol, na faixa etária de 18 a 34 anos, do Rio de Janeiro. A aptidão física foi determinada pelo VO_2 máx e a eficiência cardiorrespiratória estimada pelas frequências cardíacas de repouso e recuperação, cujos índices vagais estariam associados à VFC. Os pesquisadores identificaram que os indivíduos com as mais altas aptidões físicas apresentaram maiores dispersões na VFC (valor- $p < 0,00$).

Vesterinen *et al.* (2016) comprovaram que a prescrição baseada na VFC de repouso rendeu desempenhos superiores aqueles conquistados com a periodização tradicional. Todavia, o experimento foi desenvolvido durante oito semanas, com 40 praticantes de corrida de fundo, divididos pelos métodos de prescrição. O grupo VFC realizou $13,20 \pm 6,00$ sessões e o Tradicional, $17,70 \pm 2,50$ sessões, valor- $p = 0,02$. Possivelmente, a diferença se estabeleceu pela dispersão do quantitativo de sessões. O desempenho na corrida de 3.000 m melhorou no VFC ($2,10 \pm 2,00\%$, valor- $p = 0,00$), aspecto não confirmado no Tradicional ($1,10 \pm 2,70\%$, valor- $p = 0,12$).

Aqueles investigadores advogaram então, que a atividade parassimpática deveria ser elevada para favorecer as adaptações, o que seria convergente com modalidades caracterizadas pelo alto volume de treinamento, situação favorecedora de baixa VFC (Eustáquio e Barbosa Neto, 2021). Isto posto, apesar dos indícios de adequação à prescrição individual, não seria possível garantir resultados similares com jogadores de futebol, pois as modalidades seriam caracteristicamente distintas quanto à execução, ao regime de estímulos, às posições dos jogadores e maturação biológica (Businari *et al.*, 2019).

Considerando os achados de Matos, Fernandes e Materko (2020), percebeu-se que atletas detentores de melhor nível de condicionamento físico tenderiam a apresentar maiores flutuações da VFC. Mas, conseguiriam manter o estado estável (*steady state*) por mais tempo, ou seja, o organismo alcançaria o equilíbrio com ajustes intrínsecos, mantendo a contração muscular, eficientemente (Ferretti *et al.*, 2022; Ward, 2019; Birnbaum, Boone e Huschle, 2009). O que equivaleria suportar certa carga de treinamento sem acentuadas alterações da VFC (Nakamura *et al.*, 2016), o que seria a realidade corrente em atletas de futebol (Dimpka *et al.*, 2020; Doncaster, Iga e Unnithan, 2018; Loures *et al.*, 2015; Hale, 2008; Greig, Naughton e Lovell, 2006).

Silva (2017) selecionou sete homens (idade = $23,280 \pm 5,40$ anos), jogadores de futebol universitário para verificar se a VFC, pelos parâmetros raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR (RMSSD) e o desvio padrão da variabilidade instantânea (SD1), permitiria estimar a máxima fase estável de lactato (MLSS). Observou-se que essa detinha correlação significativa ($r = 0,79$; valor- $p < 0,05$) com RMSSD e SD1, então, à primeira luz, seria possível explicar a MLSS. Porém, os resultados poderiam ser melhores, caso fossem atletas de alto desempenho, pois haveria expectativa de modulação vagal mais intensa (Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2019; Proietti *et al.*, 2017), a depender do momento da temporada, da especialização tática do jogador e das condições do jogo (Oliveira *et al.*, 2017).

As avaliações da VFC tenderiam a utilizar os parâmetros tradicionais do método (Farah, 2020; Oliveira *et al.*, 2012; Fronchetti *et al.*, 2006). No entanto, Eustáquio e Barbosa Neto (2021) apontaram, especificamente ao futebol, a estimativa da pontuação de estresse como função inversa

do índice SD2 da plotagem de Poincaré, que expressaria a variabilidade global em registros de longa duração (Gomes *et al.*, 2017; Vanderlei *et al.*, 2010).

Toda e qualquer interpretação da VFC seria indireta, pois a interação da dinâmica da frequência e ação simpática-vagal se caracterizaria por comportamento caótico (Eustáquio e Barbosa Neto, 2021), somente isso já seria suficiente para lançar luz sob a impossibilidade de perfeita separação entre as atividades simpáticas e parassimpáticas. Porém, o SD2 e a estimulação simpática tenderiam a decair simultaneamente (De-La-Cruz-Torres, López López e Naranjo Orellana, 2008). Similarmente, adequada seria a descrição da constância do SD2 como supressão linear do SD1, na ocorrência de bloqueio vagal na baixa interação simpático-vagal.

Assim, essencialmente, o escore do nível de estresse seria proporcional à atividade simpática, mesmo na obscuridade da interpretação fisiológica. Essa característica, também estaria presente na relação dos sistemas nervosos simpático e parassimpático (Eustáquio e Barbosa Neto, 2021), dado que o ciclo cardíaco guardaria relação intensa com a VFC no domínio do tempo. Isso justificaria o crescimento dos métodos não lineares de análise da VFC, mais claramente, a regulação cardiovascular, modulação simpática e relação simpático/vagal não seriam expressos linearmente (Liao *et al.*, 2023; Huikuri, Mäkikallio e Perkiömäki, 2003).

Higgins (2002) advogou que a não linearidade potencializaria, não contexto dos sistemas orgânicos, a compreensão pormenorizada da complexa e dinâmica, não tendo, a princípio, limitações em decorrência do estado de saúde. Nesse sentido, aquelas explicações fisiológicas seriam favorecidas. Isso, porque, a evolução seria melhor modelada, separando os diversos componentes e descrevendo-a com elevada fidedignidade (Thayer e Lane, 2007; Khaled, Owis e Mohamed, 2006).

Ostojic, Stojanovic e Calleja-Gonzalez (2011) preconizaram que a reativação vagal (recuperação da frequência cardíaca) identificaria o conjunto de adaptações autonômicas cardíacas induzidas pelo treinamento físico. Para tanto, identificaram em atletas de futebol (modalidade intermitente) que o tempo de descanso limitado, até 30 segundos, resultaria em recuperação rápida da frequência cardíaca (10-20s), ou seja, corroborou a ideia da modulação autonômica como agente de influência da VFC, mais especificamente adaptações autonômicas cardíacas podem ser refletidas pela recuperação cardíaca rápida (Muñoz-López e Naranjo-Orellana, 2020; Boullosa *et al.*, 2013).

O treinamento em campo reduzido, aparentemente, se tornou lugar comum no futebol, talvez por aproximar o treino da realidade de jogo, sobretudo, no condizente à solicitação intermitente, além de melhorar o controle do desenvolvimento físico e técnico (Mascarin *et al.*, 2018; Montalvão *et al.*, 2017; Pedro, Machado e Nakamura, 2014; Coledam e Santos, 2011; Bara Filho *et al.*, 2011; Pasquarelli, Souza e Stanganelli, 2010). Então, a VFC monitorada durante esse tipo de treinamento possibilitaria o acompanhamento individual de atletas, favorecendo o ajuste, talvez, mais precisos, de treinamento em razão da individualidade biológica, adaptação e condições ambientais (luz solar, temperatura e umidade, especialmente).

Finalmente, Eustáquio e Barbosa Neto (2021) demonstraram que futebolistas amadores atuantes na posição lateral apresentaram: 1) modulação parassimpática cardíaca de repouso superior aqueles das demais posições; e 2) melhores resultados em distância percorrida e $VO_{2\text{máx}}$. Os

autores constataram que o desempenho atlético guardava correlação significativa (valor-p < 0,05) com a atividade parassimpática registrada na VFC.

Referências

AFONSO JUNIOR, Armando dos Santos *et al.* Introdução à neuroanatomia e neurofisiologia. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, v. 22, n. 2, p. 84–107, 2023.

BANGSBO, Jens; IAIA, Marcelo; KRUSTRUP, Pedro. The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

BARA-FILHO, Maurício Gattás *et al.* Heart rate variability and soccer training: a case study. **Motriz**, v. 19 n. 1, p. 171-177, 2013.

BARA-FILHO, Maurício *et al.* Load quantification in different types of soccer training sessions. **Journal of Physical Education**, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2011.

BIRNBAUM, Larry; BOONE, Tommy; HUSCHLE, Beth. Cardiovascular responses to music tempo during steady-state exercise. **Journal of Exercise Physiologyonline**, v. 12, n. 1, p. 50-57, 2009.

BLAZEK, Olivia; BAKRIS, George. Novel therapies on the horizon of hypertension management. **American Journal of Hypertension**, v. 36, n. 2, p. 73–81, 2023.

BLIAS NETO, Jorge. Que peças faltam no quebra-cabeça da adaptação cardiovascular ao ortostatismo? **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 120, n. 7, e20230417, 2023.

BOULLOSA, Daniel *et al.* Cardiac autonomic adaptations in elite Spanish soccer players during preseason. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 4, p. 400-409, 2013.

BUCHHEIT, Martin *et al.* Determinants of the variability of heart rate measures during a competitive period in young soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, v.109, p.869-878, 2010.

BUSINARI, Guilherme *et al.* Relação da maturação biológica com variabilidade da frequência cardíaca e resistência intermitente de jovens futebolistas. **Revista Brasileira de Ciência & Movimento**, v. 27, n. 3, p. 76-83, 2019.

CAVALCANTI JÚNIOR, Tarciso Carlos; SOUZA, Luciane Albuquerque Sá de. Relação entre o estresse e o condicionamento físico em policiais militares da Paraíba. **Revista Campo do Saber**, v. 2, n. 1, p. 118-136, 2016.

COLEDAM, Diogo Henrique Constantino; SANTOS, Júlio Wilson dos. Acute effects of warm-up performed by dynamic exercises and small sided soccer game on agility in children. **Journal of Physical Education**, v. 22, n. 2, p. 255-264, 2011.

COUCEIRO, Sérgio Menezes *et al.* Neuromodulação vagal auricular e sua aplicabilidade em pacientes com insuficiência cardíaca e fração de ejeção reduzida. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 120, n. 5, e20220581, 2023.

DE-LA-CRUZ-TORRES, Blanca; LÓPEZ LÓPEZ, Covadonga; NARANJO ORELLANA, Jose. Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: a study in healthy people and cardiac patients. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 9, p. 715-720, 2008.

DIMKPA, Uchechukwu *et al.* A comparative study of cardio-metabolic responses to exercise between untrained non-athletic young Nigerian adults and trained soccer players. **Comparative Exercise Physiology**, v. 16, n. 3, p. 217-224, 2020.

DONCASTER, Greg; IGA, John; UNNITHAN, Viswanath. Assessing Differences in Cardio-respiratory Fitness With Respect to Maturity Status in Highly Trained Youth Soccer Players. **Pediatric Exercise Science**, v. 30, n. 2, p. 216-228, 2018.

EUSTÁQUIO, José Martins Juliano; BARBOSA NETO, Octávio. Futebol de campo e variabilidade da frequência cardíaca: revisão da literatura. In. EUSTÁQUIO, José Martins Juliano (org.). **Medicina do esporte no futebol: pesquisa e práticas contemporâneas**. Guarujá: Científica Digital, 2021, p. 74-84.

FARAH, Breno Quintella. Variabilidade da frequência cardíaca como indicador de risco cardiovascular em jovens. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 1, p. 59-60, 2020.

FERREIRA, Lucas Lima. **Efeitos de diferentes estímulos auditivos musicais sobre a regulação autonômica cardíaca**. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FERRETTI, Guido *et al.* A century of exercise physiology: key concepts on coupling respiratory oxygen flow to muscle energy demand during exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, p. 1317-1365, 2022.

FRONCHETTI, Lenise *et al.* Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo. Aplicação do limiar de variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, n. 1, p. 21–28, 2006.

GOMES, Rayana *et al.* Higuchi fractal analysis of heart rate variability is sensitive during recovery from exercise in physically active men. **Medical Express**, v. 4, n. 3, M170302, 2017.

GRANERO-GALLEGOS, Antonio *et al.* HRV-Based training for improving VO_2max in endurance athletes. A systematic review with meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 7999, 2020.

GREIG, Matt; NAUGHTON, Lars Mc; LOVELL, Ric. Physiological and mechanical response to soccer-specific intermittent activity and steady-state activity. **Research in Sports Medicine**, v. 14, n. 1, p. 29-52, 2006.

HALE, Tudor. History of developments in sport and exercise physiology: A. V. Hill, maximal oxygen uptake, and oxygen debt. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 4, p. 365-400, 2008.

HAUTALA, Arto *et al.* Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology**, v. 285, n. 4, p.1747-1752, 2003.

HIGGINS, John. Nonlinear systems in medicine. **Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 75, n. 5-6, p. 247-260, 2002.

HUIKURI, Heikki; MÄKIKALLIO, Timo; PERKIÖMÄKI, J. Measurement of heart rate variability by methods based on nonlinear dynamics. **Journal of Electrocardiology**, n. 36, suppl. 95-9, 2003. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2003.09.021. PMID: 14716599.

JAVALOYES, Alejandro *et al.* Training prescription guided by heart rate variability vs. Block periodization in well-trained cyclists. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 6, p. 1511-1518, 2020.

KHALED, Alia; OWIS, Mohamed; MOHAMED, Abdalla. Employing time-domain methods and poincaré plot of heart rate variability signals to detect congestive heart failure. **BIME Journal**, v. 6, n. 1, p. 35-341, 2006.

LIAO, Donghua *et al.* Electrocardiography assessment of sympatiko-vagal balance during resting and pain using the Texas Instruments ADS1299. **Bioengineering**, v. 10, n. 2, 205, 2023.

LINS, Tereza Cristina Barbosa *et al.* Relação entre a frequência cardíaca de recuperação após teste ergométrico e índice de massa corpórea. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 34, n. 1, p. 27-33, 2015.

LOTURCO, Irineu *et al.* Power training in elite young soccer players: Effects of using loads above or below the optimum power zone. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 11- 12, p. 1416-1422, 2020.

LOURES, João *et al.* Specific Determination of Maximal Lactate Steady State in Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 1, p. 101-106, 2015.

MACHADO, Leonardo Fernandes. **Variabilidade da frequência cardíaca**: estudo das respostas autonômicas cardíacas em atletas de futebol profissional durante a realização do teste de Wingate. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

MANTOANELLI, João Rafael Sturion; BAGATIM, Yuri Garcia. **Análise do controle autonômico da frequência cardíaca e dor em atletas femininas de futsal**. 2022. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista, Marília.

MASCARIN, Rafaela *et al.* Dynamics of recovery of physiological parameters after a small-sided game in women soccer players. **Frontiers Physiology**, v.9, p.887, 2018.

MATOS, César Augusto Rodrigues Sena Pontes; FERNANDES, Daiane Freires; MATERKO, Wollner. Efeito da aptidão aeróbica na bradicardia e na recuperação da frequência cardíaca no teste cardiopulmonar máximo em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 12, n. 47, p. 122-129, 2020.

MONTALVÃO, Victor Hugo de Siqueira *et al.* Efeitos do treinamento em jogos reduzidos com inferioridade numérica no futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 1, p. 42-45, 2017.

MUÑOZ-LÓPEZ, Alejandro; NARANJO-ORELLANA, José. Individual versus team heart rate variability responsiveness analyses in a national soccer team during training camps. **Scientific Reports**, v.10, n.1, p.11726, 2020.

NAKAMURA, Fabio Yuzo *et al.* Monitoring weekly heart rate variability in futsal players during the preseason: the importance of maintaining high vagal activity. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2262-2268, 2016.

OLIVEIRA, Pamela Michelle Leite *et al.* Clinical and autonomic profile, and modified calgary

score for children and adolescents with presumed vasovagal syncope submitted to the tilt test.

Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 120, n. 7, e20220543, 2023.

OLIVEIRA, Ricardo Santos *et al.* Efeito da fototerapia com diodos emissores de luz sobre a modulação autonômica em atletas de futebol. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 31, n. 1, p. 5-14, 2017.

OLIVEIRA, Ricardo Santos *et al.* Relação entre variabilidade da frequência cardíaca e aumento no desempenho físico em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 6, p. 713-722, 2012.

OSTOJIC, Sergej; STOJANOVIC, Marko; CALLEJA-GONZÁLEZ, Julio. Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise: relations to aerobic power in sportsmen. **Chinese Journal of Physiology**, v. 54, n. 2, p. 105-110, 2011.

PASQUARELLI, Bruno Natale; SOUZA, Victor Amorim Farias Andrade; STANGANELLI, Luiz Cláudio Reeberg. Os jogos com campo reduzido no futebol. **Revista Brasileira de Futebol**, v. 03, n. 2, p. 02-27, 2010.

PEDRO, Rafael Evangelista; MACHADO, Fabiana Andrade; NAKAMURA, Fábio Yuzo. Efeito do número de jogadores sobre a demanda física e respostas fisiológicas durante jogos com campo reduzido em jogadores de futebol sub-15. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 2, p. 211-219, 2014.

PROIETTI, Ricardo *et al.* Heart rate variability discriminates competitive levels in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 6, p. 1719-25, 2017.

REZENDE, Vinícius Ramos *et al.* Utilização da variabilidade da frequência cardíaca no treinamento físico em atletas: um estudo de revisão sistematizada. **Vita et Sanitas**, v. 16, n.2, p. 58-75 2022.

RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, Alejandro *et al.* Relationship between repeated sprint ability, aerobic capacity, intermittent endurance, and heart rate recovery in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n.12, p. 3406-3413, 2019.

RUBINI, Ércole da Cruz. Variabilidade da frequência cardíaca. In. GUIMARÃES, Thiago Teixeira (org.). **Excesso de exercício físico?** São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2022, p. 124-154.

SGOBBI, Fabiana Santiago; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Verificando indícios cognitivos utilizando a variabilidade de frequência cardíaca. **Revista Novas Tecnologias na**

SILVA, Alexsandro Santos da. **Identificação do limiar anaeróbio por meio da variabilidade da frequência cardíaca**. 2017. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Bauru.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO EXERCÍCIO E DO ESPORTE. Atualização da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e Esporte – 2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 112, n. 3, p. 326-368, 2019.

THAYER, Julian; LANE, Richard. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. **Biological Psychology**, v. 74, n. 2, p. 224-242, 2007.

TRINDADE, Alexandre Ramos. **Força e potência: alto rendimento e prevenção de lesão no futebol**. Rio de Janeiro: Independente, 2020.

VALENTI, Vitor Engrácia *et al.* Regulação neural do sistema cardiovascular: centros bulbares. **Revista Neurociências**, v. 15, n. 4, p. 317-320, 2007.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques *et al.* Índices geométricos de variabilidade de frequência cardíaca em crianças obesas e eutróficas. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 1, p. 35-40, 2010.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VESTERINEN, Ville *et al.* Individual endurance training prescription with heart rate variability. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 7, p. 1347-1354, 2016.

WARD, Susan. Exercise physiology: exercise hyperpnea. **Current Opinion in Physiology**, v. 10, p. 166-172, 2019.

ZHANG, Xiumei. Cardiovascular change in athletes at different training status levels. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 28, n. 1, p. 31-33, 2022

ZILE, Michael Robert *et al.* Baroreflex activation therapy in patients with heart failure with

reduced ejection fraction. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 76, n. 1, p. 1-13, 2020.

ASPECTOS ESPORTIVOS E EPIDEMIOLÓGICOS DE LESÕES NO FUTEBOL

Alexandre Ramos Trindade

Roxana Macedo Brasil

Ana Cristina Lopes Y Glória Barreto

Homero da Silva Nahum Junior

Contexto epidemiológico da preparação física

Trindade (2020) preconizou que lesão esportiva seria a perda de função ou integridade estrutural de segmento corporal em virtude da prática esportiva, então as rápidas mudanças de direção e aterrissagens tornariam o futebol, caracteristicamente, detentor de alto risco de lesões, o que contribuiria à mitigação de desempenho e valor econômico do atleta (McCall, Dupont e Ekstrand, 2016), especialmente quando o quantitativo de jogos seria elevado. Portanto, o planejamento do treinamento deveria, imperativamente, ter entre os seus pilares a prevenção de lesões (Trindade, 2020).

No futebol, as lesões musculares seriam a mais recorrentes (Pedrinelli *et al.*, 2013; Gonçalves *et al.*, 2015), especialmente nos membros inferiores (Nascimento e Melo e Silva, 2017) com 92,60% dos casos, mais precisamente isquiotibiais, adutores, reto femoral e gastrocnêmio seriam, nessa ordem, acometidos em 37,00%, 23,00%, 19,00% e 13,00% das vezes, o que ocasionaria 27,00% dos afastamentos (Ekstrand, Hägglund e Waldén, 2011). Isso lançou luz nos diversos fatores de risco, os quais poderiam ser classificados como (Bahr e Holme, 2003; Silva *et al.*, 2019; Froner *et al.*, 2022):

- Pessoais: quando inerentes às características biomecânicas, fisiológicas ou psicológicas do atleta;
- Ambientais: quando externas ao movimento, como: condição do gramado, clima, equipamento e comportamento da arbitragem;
- De Tarefa: relativos à ação do oponente.

Trindade (2020) conjecturou que os membros inferiores seriam solicitados e receberiam transmissões de cargas distintas em razão da recorrência de movimentos assimétricos. Então, as características da lesão dependeriam da ocorrência por membro dominante ou não. Esse teria função de suporte, ficando sujeito ao alto grau de forças gravitacional, de impacto e muscular. Simultaneamente, o dominante se submeteria no chute à elevada força muscular na fase de

balanço e impacto de baixo grau ao atingir a bola.

Essas observações justificariam as constatações de Ekstrand, Hägglund e Waldén (2011) à musculatura dominante: 60,00% das lesões envolvendo o reto femoral. 54,00% os adutores, 51,00% o gastrocnêmio e 50,00% os isquiotibiais. Todavia, essas frequências se modificariam de acordo com o período de preparação, na pré-temporada, o reto femoral lideraria as injúrias. Porém, no competitivo, adutores, isquiotibiais e gastrocnêmio superariam aquele (Pruna *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2019). Hägglund *et al.* (2013) aumentaram a profundidade do assunto, demonstrando que seria baixa a incidência nos 15 minutos iniciais de cada etapa, e nos últimos 15 minutos da partida, o gastrocnêmio teria maior probabilidade de sofrer ofensa. Então, a redução do risco de lesão exigiria a observação de:

- Carga de treino: envolvendo o princípio da individualidade biológica, posição tática e status de treinamento, porque altos incrementos na carga levariam à lesão, porém cargas cronicamente altas teriam efeito protetor (Gabbett, 2016). Valeria esclarecer que carga externa seria a quantidade de trabalho realizado (por exemplo: distância percorrida), enquanto que a interna, a resposta psicofisiológica à externa (Impellizzeri *et al.*, 2019);
- Dano muscular: não raramente a lesão, dor ou desconforto se manifestaria tardiamente, então o controle do dano requisitaria a utilização da termografia (Afonso, Dias e Marins, 2022; Fortes *et al.*, 2023) ou a creatina quinase como marcador (Costa *et al.*, 2023; Fortes *et al.*, 2023);
- Treino na pré-temporada: o aumento no número de sessões anteriormente à temporada competitiva seria um fator de proteção (Ekstrand *et al.*, 2020).

Exercícios específicos

O risco de lesão também pode ser reduzido com a prescrição de exercícios específicos. Trindade (2020) defendeu que a ênfase do treinamento de força não poderia ser unicamente direcionada à ação concêntrica, pois essa não convergiria integralmente às necessidades do futebolista. O foco deveria se dar nos exercícios excêntricos, os quais potencializariam aumentos da força excêntrica e tamanho do fascículo, e promoveriam alterações na arquitetura muscular e relação comprimento-tensão, como consequência dessa haveria maior produção de força em comprimentos, também, maiores.

Os efeitos dos exercícios excêntricos dependeriam do momento de aplicação, assim como demonstrado por Pruna *et al.* (2018), Egito *et al.* (2021) e Oliveira *et al.* (2023), quando antes da sessão de treino o comprimento do fascículo seria favorecido, porém se disponibilizado subsequentemente, proporcionaria maior aumento na espessura muscular e no ângulo de penação, e elevaria a capacidade de manutenção da força excêntrica.

Complementarmente, a pliometria guardaria associação com o aumento do comprimento do fascículo, a redução do ângulo de penação e melhor utilização da força elástica, tais efeitos combinados com a ativação das fibras extrafusais elevariam o controle neuromuscular, reduzindo

o risco de lesões (Ruivo, Pinheiro e Ruivo, 2018; Ramirez-Campillo *et al.*, 2018; Chekle, 2020; Gasim, Gengizel e Günay, 2022).

O complexo lombo-pélvico (Core) seria o conjunto de músculos da coluna, do abdome, quadril e da pelve, logo deveria coordenar as acelerações das extremidades superiores e inferiores, o que seria particularmente relevante no futebol. Então, a prescrição de agachamento, levantamento olímpico e arremesso de bola levariam ao desenvolvimento da força muscular central, particularmente nos músculos profundos e pélvicos lombares. A consequência imediata seria a melhora da capacidade funcional e eficiência esportiva (Uchina, Reis e Ramallo, 2021; Gasim, Gengizel e Günay, 2022).

Isquiotibiais

Esse grupamento seria ofendido nos processos de aceleração ou mudança repentina de direção (Silva, Sales e Mendes, 2020). Quando a velocidade de corrida aumentaria de 80,00% para 100,00%, a atividade do bíceps femoral se elevaria, aproximadamente, 67,00% na fase final de balanço, o que explicaria, mesmo que parcialmente, os 80,00% de lesões naquele músculo na percepção de Slider *et al.* (2010).

O inadequado treinamento da mecânica lombo-pélvico seria um dos fatores favorecedores de comprometimento dos isquiotibiais (Uchina, Reis e Ramallo, 2021). Para evitar tal ocorrência Delgado *et al.* (2019) demonstraram que o agachamento ativaria, simultaneamente, os extensores de joelho e quadril, assim como ocorreria nas situações funcionais de disputa, então adequado seria constar no programa de preparação física.

Os exercícios excêntricos seriam fundamentais à proteção dos isquiotibiais, pois a existência de desequilíbrio de força entre os membros inferiores seria fator favorecedor da lesão (Croisier *et al.*, 2008), assim como o baixo nível de força excêntrica (Hegyi *et al.*, 2018). Especificamente no futebol, a avaliação e o equilíbrio devem ser realizados na pré-temporada. A avaliação deveria se concentrar na razão funcional, expressa por (Croisier *et al.*, 2002; Bittencourt *et al.*, 2023):

$$\text{Razão Funcional} = \frac{\text{Movimento Excêntrico de Isquiotibiais à 30,00°/s}}{\text{Movimento Concêntrico de Quadríceps à 240,00°/s}}$$

Autores como Bourne *et al.* (2016), Seymore, *et al.* (2017), Hegyi *et al.* (2018) e Van Dyk, Behan e Whiteley (2019) apontaram que exercícios como o *stiff*, a flexão nórdica e extensão de quadril 45,00° forneceria a sobrecarga excêntrica demanda pela prevenção dos isquiotibiais. Com tal finalidade, a flexão nórdica seria empregada por, aproximadamente, 88,00% dos times europeus da elite da modalidade (Lovell *et al.*, 2017), dada a redução de lesão em 57,00% a 72,00%, como consequência do aumento no comprimento do fascículo da cabeça longa do bíceps femoral e da maior força excêntrica flexora do joelho (Bourne *et al.*, 2016).

Por último, a fadiga tenderia a reduzir o torque de isquiotibiais em relação ao quadríceps (Greig, 2008) pela mitigação da função neuromuscular, especificamente, pela redução da força e do tempo de ativação (Weber *et al.*, 2012; Ramos *et al.*, 2017; Trindade, 2020; Oliveira *et al.*,

2023).

Adutores do quadril

O adutor longo seria o principal acometido (Serner *et al.*, 2018), perfazendo 90,00% das ocorrências, e, em cerca, de 40,00% dos casos, o jogador ficaria, aproximadamente, 30 dias em recuperação (Holmich *et al.*, 2014). Isso ocorreria, porque os movimentos no futebol seriam tridimensionais, independentemente da cadeia fechada (extremidade distal do movimento apoiada no chão) ou aberta, e realizados em rápida ativação muscular forçada (Serner *et al.*, 2018; Chagas *et al.*, 2018; Almeida, Matos e Pereira Neto, 2023; Goes *et al.*, 2023).

Esteve *et al.* (2018) defenderam que o risco se elevaria na existência de histórico de lesão nos adutores, em particular, quando o tempo de recuperação foi elevado. Assim como, se houver enfraquecimento daqueles músculos (força adutora < 0,80 força abduutora), o que poderia ocorrer quando o jogador apresentou dor na virilha por, pelo menos, seis semanas.

Para Polglass, Burrows e Willett (2019), o fortalecimento excêntrico dos adutores seria destacadamente relevante como prevenção à lesão, para tanto, os autores propuseram o exercício copenhagen por solicitar elevada ativação do adutor longo (Asgari *et al.*, 2023; Cotellessa *et al.*, 2023). Pasquarelli *et al.* (2010) e Serner *et al.* (2018) complementaram a recomendação, sugerindo o treinamento com ações reativas a imprevisibilidades de direção.

Reto femoral

Do quadríceps, o reto femoral seria o mais lesionado, sobretudo o dominante (60,00% dos casos), liderando, também, as recorrências com 17,00% (Ekstrand, Hägglund e Waldén, 2011), dado que a condição lesiva seria dada pelas situações requisitantes de contração excêntrica, chutes repetidos, saltos e corrida rápida (Trindade, 2020).

A lesão no reto femoral tenderia a promover retração, atrofia e inibição neuromuscular, portanto haveria comprometimento da capacidade de realização do chute, o qual requisitaria comprimento e força excêntrica (Olmo *et al.*, 2018). Tais considerações seriam peculiarmente relevantes, quando houvesse lesão nos isquiotibiais, a qual reduziria o comprimento da passada, aumentando o risco lesivo do reto femoral (Orchard, 2001).

Outro aspecto observado por Mendiguchia *et al.* (2013) foi a mitigação de força ou ativação do iliopsoas, pois tenderia a promover efeito compensador do reto femoral, particularmente na flexão do quadril, essa sobrecarga elevaria o risco de lesão no componente do quadríceps. A extensão do quadril poderia ser limitada pelo encurtamento do iliopsoas, então na fase inicial do chute haveria redução da ativação do componente elástico (relação comprimento-tensão desfavorável) do reto femoral, também originando sobrecarga contrátil.

Lastayo *et al.* (2003) e Al Attar *et al.* (2017) sugeriram o exercício nórdico reverso como profilaxia, por favorecer a arquitetura, secção transversa, comprimento e força musculares, consequentemente melhorando a ativação dele (Bispo e Oliveira, 2015; Uchina, Reis e Ramallo, 2020).

Gastrocnêmio

A fadiga associada à alta velocidade de corrida ou aceleração exigiria a combinação de dorsiflexão com extensão de joelho, levando ao estiramento do gastrocnêmio (Green e Pizzari, 2017; Guimarães *et al.*, 2018; Bezerra *et al.*, 2022), cuja fragilidade estaria relacionada à característica biarticular (Baptista *et al.*, 2014).

A redução na qualidade e função da musculatura esquelética, e a desinervação das fibras musculares II poderiam estar associadas à atenuação da força e potência comumente característica da idade (Trindade, 2020), o que agravaria o supracitado. Se assim o fosse, então o aumento da seção transversa e força excêntrica podem proteger o gastrocnêmio.

Ligamento cruzado anterior

Lugar comum no futebol seria a ocorrência de lesões nos tornozelos e joelhos, particularmente do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), demandando de seis a oito meses e comprometendo, no retorno, a capacidade de jogo (Soares e Melillo, 2023, Wentao, 2023). O rompimento do LCA ocorreria na torção do joelho, quando o pé permaneceria fixo e o corpo giraria (Sasso *et al.*, 2023).

Mulheres apresentariam pelve mais larga, maior incisura isquiática e ângulo Q, comparativamente aos homens, aumentando o risco de lesão do LCA, requerendo então, as jogadoras, atenção peculiar para proteção dos joelhos (Silvério e Veneziano, 2022), especialmente do membro de apoio, quanto os homens teriam maior ocorrência de comprometimento do LCA dominante (Teruyu *et al.*, 2019).

Adicionalmente, o futebol tenderia a solicitar mais intensamente os extensores do que os flexores de joelhos, o promoveria força deficitária nos isquiotibiais. A condição adequada desses residiria no intervalo 55,00% a 60,00% da relação das forças excêntrica neles e concêntrica no quadríceps (Fyfe *et al.*, 2013; Api *et al.*, 2023).

Em razão desses, dentre outros fatores de risco, Teixeira, Costa e Lima (2018) e Oliveira *et al.* (2021) propuseram o treinamento de força como fator de proteção, pois estimularia o sistema nervoso a aumentar a estabilidade dinâmica articular, melhorando o deslizamento da tíbia em relação ao fêmur, pelo aumento da força excêntrica dos isquiotibiais e flexores plantares. Trindade (2020) acrescentou que, geralmente, a lesão no LCA ocorreria na mudança repentina do padrão de movimento, então os futebolistas deveriam ser treinados simulando as situações de jogo.

Referências

AFONSO, Anderson da Silva Fernandes; DIAS, Felipe Augusto Mattos; MARINS, João Carlos Bouzas. A termografia aplicada ao futebol. **Revista Brasileira de Futebol**, v. 15, n. 5, p. 3-16, 2022.

AL ATTAR, Wesan Saleh *et al.* Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and

Meta-Analysis. *Sports Medicine*, v. 47, p. 907-916, 2017.

ALMEIDA, Yhásnnara Lhorranna Mendes de; MATOS, Marcia Ruas de Abreu; PEREIRA NETO, Pedro Paulo. Correlação do valgo dinâmico do joelho com a fraqueza do complexo pósterio-lateral do quadril. **Revista Cathedral**, v. 5, n. 1, p. 24-35, 2023.

API, Gustavo *et al.* Taxa de lesões de ligamento cruzado anterior em jovens atletas de futebol: uma revisão sistemática. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v. 21, e29113, 2023.

ASGARI, Mojtaba *et al.* Acute effects of the FIFA11+ and Football+ warm-ups on motor performance. A crossover randomized controlled trial. **PLoS ONE**, v. 18, n. 4, e0284702, 2023.

BAHR, Roald; HOLME, I. Risk factors for sports injuries - a methodological approach. **British Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 5, p. 384-392, 2003.

BAPTISTA, Marco Túlio *et al.* Influência de posições do joelho no torque e atividade mioelétrica do tríceps sural na flexão plantar isométrica máxima. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 2, p. 197-202, 2014.

BEZERRA, Jader de Andrade *et al.* Prevalência de lesões osteomusculares em jogadores de futebol acrianos nas temporadas 2016-2018. **Revista de Educação Física**, v. 33, p. 1-8, 2022.

BITTENCOURT, Natália *et al.* Lesões articulares prévias são associadas ao desempenho muscular de jogadores de voleibol? **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 58, n. 1, p. 36-41, 2023.

BISPO, Vinícius Araújo; OLIVEIRA, Marcio de Paula. Avaliação da resposta sensório-motora e funcionalidade após a participação no programa de prevenção de lesões FIFA “the 11+”. **Universitas: Ciências da Saúde**, v. 13, n. 2, p. 63-69, 2015.

BOURNE, Matthew *et al.* Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 5, p. 469-477, 2016.

CHAGAS, Thalles de Paula *et al.* Incidência de lesões em atletas profissionais de futebol de categorias de base: estudo de caso. **Journal of Health Connections**, v. 2, n. 1, p. 60-68, 2018.

CHEKLE, Belayneh. Plyometric versus Resistance Training Against Linear Sprinting Speed and RSA Performance of Soccer Players. **International Journal of Sport Culture and Science**, v. 8, n. 4, p. 310-322, 2020.

COSTA, Sandro Pinheiro da *et al.* A importância dos marcadores do complexo regulatório dependente de cálcio de miosina e actina no tratamento clínico e diagnóstico do infarto agudo do miocárdio. **Revista Foco**, v. 16, n. 8, e2753, 2023.

COTELLESA, Filippo *et al.* Effectiveness of a preventative program for groin pain syndrome in elite youth soccer players: a prospective, randomized, controlled, single-blind study. **Health-care**, v. 11, n. 17, 2367, 2023.

CROISIER, Jean-louis *et al.* Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 2, p. 199-203, 2002.

CROISIER, Jean-louis *et al.* Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 1469-1475, 2008.

DELGADO, Jose *et al.* Comparison between back squat, romanian deadlift, and barbell hip thrust for leg and hip muscle activities during hip extension. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 10, p. 2595-2601, 2019.

ESTEVE, Ernest *et al.* Preseason adductor squeeze strength in 303 spanish male soccer athletes: a cross-sectional study. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 1, 2325967117747275, 2018.

EGITO, Eloisa Kellen Rocha *et al.* Reabilitação de distensões isquiotibiais no futebol. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 17, e31101724011, 2021.

EKSTRAND, Jan *et al.* Are elite soccer teams' preseason training sessions associated with fewer in-season injuries? A 15-year analysis from the Union of European Football Associations (UEFA) elite club injury study. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 723-729, 2020.

EKSTRAND, Jan; HÄGGLUND, Martin; WALDÉN, Markus. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). **The American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 1226-1232, 2011.

FYFE, Jackson *et al.* The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 3, p. 523-530, 2013.

FORTES, Vítor de Paulo *et al.* Métodos de controle da fadiga em atletas de futebol. **Cadernos UniFOA**, v. 18, n. 52, p. 1-10, 2023.

FRONER, Eduardo dos Santos *et al.* Análise de fatores de risco para lesão em atletas de futebol universitário: comparação entre diferentes posições de jogo. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 14, n. 57, p. 32-41, 2022.

GABBETT, Tim. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 273-280, 2016.

GASIM, Zaid Kazi; CENGIZEL, Elif; GÜNAY, Mehmet. Efeitos do treinamento de core vs. Pliométrico sobre o equilíbrio dinâmico em jovens jogadores de futebol do sexo masculino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 28, p. 326-330, 2022.

GOES, Rodrigo Araújo *et al.* Análise epidemiológica de 245 pacientes com pubalgia atlética. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 58, n. 4, p. e563-e570, 2023.

GONÇALVES, Marcus Victor Prudêncio *et al.* Epidemiologia de lesões musculoesqueléticas em praticantes amadores de futebol. **Motricidade**, v. 11, n. 4, p. 134-141, 2015.

GREEN, Brady; PIZZARI, Tania. Calf muscle strain injuries in sport: a systematic review of risk factors for injury. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 16, p. 1189-1194, 2017.

GREIG, Matt. The influence of soccer-specific fatigue on peak isokinetic torque production of the knee flexors and extensors. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 7, p. 1403-1409, 2008.

GUIMARÃES, Letícia *et al.* Prevalência de lesões musculoesqueléticas referidas e fatores associados em praticantes de futebol. **Revista Eletrônica de Trabalhos Acadêmicos - Universo/Goiania**, v. 3, n. 5, p. 1-8, 2018.

HÄGGLUND, Martin *et al.* Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 738-742, 2013.

HEGYI, Andras *et al.* Region-dependent hamstrings activity in nordic hamstring exercise and stiff-leg deadlift defined with high-density electromyography. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 3, p. 992-1000, 2017.

IMPELLIZZERI, Franco; MARCORA, Samuele; COUTTS, Aaron. Internal and external training load: 15 years on. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270-273, 2019.

LASTAYO, Paul *et al.* Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 33, n. 10, p. 557-571, 2003.

LOVELL, Ric *et al.* Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training?. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 2, p. 658-666, 2017.

MCCALL, Alan; DUPONT, Gregory; EKSTRAND, Jan. 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**, v. 50, n. 12, p. 725-730, 2016.

NASCIMENTO, Nivan Almeida; MELO E SILVA, Bruno Gilberto de. Análise do perfil epidemiológico de lesões esportivas em atletas de futebol profissional. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 9, n. 34, p. 282-289, 2017.

OLIVEIRA, Rhian de Moraes *et al.* Métodos terapêuticos na prevenção das lesões musculares dos isquiotibiais em jogadores de futebol: uma revisão integrativa. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 1602-1605, 2023.

OLIVEIRA, Sofia Silva *et al.* Exercícios de fortalecimento para reabilitação de lesão do ligamento cruzado anterior. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 14, e5331014222354, 2021.

OLMO, Jesús *et al.* Successful conservative treatment for a subtotal proximal avulsion of the rectus femoris in an elite soccer player. **Physical Therapy in Sport**, v. 33, p. 62-69, 2018.

ORCHARD, John W. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in australian football. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 3, p. 300-303, 2001.

PASQUARELLI, Bruno Natale *et al.* Relação entre força rápida de membros inferiores e velocidade em jogadores de futebol sub- 20. **Revista Brasileira de Futebol**, v. 3, n. 2, p. 65-72, 2010.

PEDRINELLI, André *et al.* Estudo epidemiológico das lesões no futebol profissional durante a Copa América de 2011, Argentina. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 48, n. 2, p. 131-136, 2013.

POLGLASS, George; BURROWS, Adam; WILLETT, Matthew. Impact of a modified progressive Copenhagen adduction exercise programme on hip adduction strength and postexercise muscle soreness in professional footballers. **Bmj Open Sport & Exercise Medicine**, v. 5, n. 1, e000570, 2019.

- PRUNA, Ricard *et al.* **Muscle injury guide**: prevention and treatment of muscle injuries. Barcelona: Barça Innovation Hub, 2018.
- RAMIREZ-CAMPILLO, Rodrigo *et al.* Effects of different plyometric training frequencies on components of physical fitness in amateur female soccer players. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 934, 2018.
- RAMOS, Gabriel Amorim *et al.* Reabilitação nas lesões musculares dos isquiotibiais: revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 52, n. 1, p. 11-16, 2017.
- RUIVO, Rodrigo; PINHEIRO, Valter; A RUIVO, Jorge. Prevenção de lesões no futebol: bases científicas e aplicabilidade. **Revista de Medicina Desportiva Informa**, v. 9, n. 2, p. 16-19, 2018.
- SASSO, Guilherme Todeschini *et al.* A utilização de treinamento com oclusão vascular como reabilitação a indivíduos que sofreram ruptura no ligamento cruzado anterior (lca): uma revisão sistematizada. **RECISATEC - Revista Científica Saúde e Tecnologia**, v. 3, n. 10, e310318, 2023.
- SEYMORE, Kayla *et al.* The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 5, p. 943-953, 2017.
- SILVA, Estevão Tavares; SALES, Wesley Barbosa; MENDES, Heber Alves de Sousa. Efeitos do exercício nórdico na prevenção de lesões nos isquiotibiais de jogadores de futebol: uma revisão integrativa. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 5, e113953204, 2020.
- SILVA, Wender *et al.* Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol profissional no Brasil. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 11, n. 3, 2019.
- SILVÉRIO, João Pedro Oliveira; VENEZIANO, Leonardo Squinello Nogueira. Fatores intrínsecos e extrínsecos na lesão de ligamento cruzado anterior feminino: revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 4, p. 12946-12959, 2022.
- SOARES, Wendel da Cunha; MELILLO, Carlos Eduardo Naliato. A atuação do profissional de educação física na prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior em futebolistas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 2623–2633, 2023.
- TEIXEIRA, Rômulo Vasconcelos; COSTA, Micheline Freire Alencar; LIMA, Willamy de Souza. Treinamento para lesão de LCA em futebolistas: uma breve revisão. **Motricidade**, v. 14, n. 1,

p. 320-323, 2018.

TERUYU, Ana Isabela *et al.* Efeito da dominância de membros sobre o desempenho em testes funcionais – Um estudo piloto. **Arquivos de Ciências do Esporte**, v. 7, n. 1, p. 23-27, 2019.

TRINDADE, Alexandre Ramos. **Força e potência**: alto rendimento e prevenção de lesão no futebol. Rio de Janeiro: Independente, 2020.

UCHINA, Vagner Toshio; REIS, Andréa Dias; RAMALLO, Bianca Trovello. Core training para prevenção de lesões de isquiotibiais em jogadores de futebol. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 12, n. 51, p. 752-758, 2021.

VAN DYK, Nicol; BEHAN, Fearghal; WHITELEY, Rod. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 21, p. 1362-1370, 2019.

WEBER, Fernanda Seganfredo *et al.* Avaliação isocinética da fadiga em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 34, n. 3, p. 775-788, 2012.

WENTAO, Ma. Problems and strategies for the prevention of ankle injuries in soccer. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 29, e2023_0011, 2023.

TRÍPLICE LESÃO NO JOELHO NA PRÁTICA DO FUTEBOL

Jean Silva Cavalcante
Roberto Ribeiro de Salis
Ailson Maia

“Alguns acreditam que a prática da leitura na sociedade atual é motivo para o desenvolvimento de lesões por esforço repetitivo”.

Jean Cavalcante

Introdução

No presente capítulo, nos deteremos a reconhecer as estruturas que compõem a articulação do joelho, especificamente as envolvidas na tríplice lesão desta articulação, frente a prática do futebol. Ressalta-se que a tríplice lesão do joelho ou tríade infeliz do joelho, envolve a combinação de três lesões no joelho, das quais: lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), lesão do ligamento colateral medial (LCM) e lesão do menisco medial (MM). Essa tríade é considerada como uma lesão grave e complexa, podendo causar dor crônica, instabilidade articular e comprometimento da função do joelho.

Será possível também observar a mecânica lesiva da injúria, assim como poderemos nos debruçar sobre a avaliação da articulação do joelho concernente aos testes básicos e especiais relacionados aos ligamentos e ao menisco lesado, que podem ser vislumbrados através de figuras dispostas no transcorrer do texto, assim como através de vídeos que podem ser acessados através dos Qr-codes presente neste escrito.

Neste capítulo, também poderão ser vislumbrados os indicativos de tratamento que permeiam por intervenções multiprofissionais, que objetivam pelo restabelecimento cinético-funcional do praticante de futebol com lesão no joelho, estando ele na iniciação da prática da modalidade ou mesmo no alto rendimento, tendo em vista as lesões no esporte serem atemporais, podendo acometer qualquer um, em qualquer época.

“Cada homem vive a sua época, no entanto ouvir a sua vocação não é fácil. Determinar-se no constructo de um bem para a humanidade, diante da sua cultura, requer deste homem uma sensibilidade frente ao contexto no qual está inserido [...] (CAVALCANTE, 2023, p. 37)”, como fez o inglês Charles Miller; que findado seus estudos em solo Europeu, trouxe consigo para São Paulo o futebol, com suas regras vigentes e bolas, para fomentar a prática do esporte em nosso país.

O nome *football*, oriundo da língua inglesa, referenda a prática da modalidade com “a bola

nos pés”, notadamente sendo recrutado em sua *práxis* prioritariamente os membros inferiores (MMII), onde estes, segundo Gilroy, MacPerson e Ross (2008, p. 356) nos apontam que “o esqueleto do membro inferior é formado pelo cingulo do membro inferior e pela parte livre, sendo a parte livre compreendida pela coxa (fêmur), a perna (tíbia e fíbula) e o pé”; sendo estas estruturas unidas ao cingulo dos MMII pela articulação do quadril.

“A anatomia descritiva divide o pé em tarso, metatarso e antepé. Segundo critérios funcionais e clínicos, o esqueleto do pé é dividido em retropé, mediopé e antepé (GILROY, MACPERSON E ROSS, 2008, p. 400)”, nos quais o tálus (2) e o calcâneo (2) compõem o retropé, já os naviculares (2), os cubóides (2) e os cuneiformes (medial, intermédio e lateral - 06) perfazem o mediopé, ficando os dedos (10), as falanges (proximais, médias e distais - 14) e os ossos metatarsais (10) compondo o antepé.

A fíbula (2) e a tíbia (2), compõem as estruturas das pernas; já a patela (2) e o fêmur (02) juntamente com a tíbia são as estruturas (estabilizadoras estáticas) ósseas que compõem a articulação do joelho, sendo esta conforme Floyd (2016. p. 273) “[...] a maior articulação diartrodial do corpo, e muito complexa”.

Tabela 1 - Estruturas Ósseas que Compõem a Articulação do Joelho.

PONENTES ÓSSEOS DO JOELHO		
Tíbia	Patela	Fêmur
Dois ossos (2)	Dois ossos (2)	Dois ossos (2)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Thompson e Floyd (1997, p. 118) nos afirma que a articulação do joelho é classificada como uma articulação gínglimo, em virtude do seu funcionamento semelhante a uma dobradiça para a flexão e extensão. Entretanto, é, às vezes designada como uma articulação trocogínglimo por causa dos movimentos de rotação interna e externa que podem ocorrer durante a flexão.

Os meniscos medial e lateral, também elementos estabilizadores estáticos da articulação do joelho, são constituídos de fibrocartilagem, atuam minimizando os impactos entre o fêmur e a tíbia, como um amortecedor, além de “distribuir as cargas imposta pelo peso corporal, de otimizar a congruência, de aumentar a estabilidade, de nutrir a cartilagem articular e de ajudar na lubrificação da articulação (MACNICOL, 2002, p. 108)”.

Também como estabilizadores estáticos do movimento da articulação do joelho, os ligamentos cruzados anterior (LCA) e posterior (LCP), além dos ligamentos colateral medial (LCM - ligamento tibial) e o lateral (LCL - ligamento fibular), juntamente com as outras estruturas apresentadas anteriormente, perfazem o complexo do Joelho. “Ressalta-se que os ligamentos são faixas fortes e flexíveis de tecido fibroso que unem as extremidades ósseas em torno de uma articulação (PARKER, 2015, p. 66)”.

Tabela 2 - Os Quatro Ligamentos Fundamentais dos Joelhos.

LIGAMENTOS DOS JOELHOS			
Ligamentos Cruzados		Ligamentos Colaterais	
Anterior (LCA)	Posterior (LCP)	Lateral (LCL) ou Ligamento Fibular	Medial (LCM) Ligamento Tibial
Dois ligamentos muito importantes do joelho são os ligamentos cruzados anterior e posterior, assim denominados por se cruzarem no joelho entre a tíbia e o fêmur. Esses ligamentos são vitais para manter a estabilidade anterior e posterior da articulação do joelho, respectivamente, bem como a sua estabilidade rotacional.		É o principal responsável pela estabilidade do joelho para fora, ou seja, o movimento em varo do joelho.	Mantém a estabilidade medial resistindo às forças em valgo ou impedindo a abdução da articulação do joelho.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como estabilizadores dinâmicos do movimento no joelho, anteriormente na coxa temos os músculos, retofemoral e os vastos (medial, intermédio e lateral) que se fixam na base da patela, através do tendão patelar, e a patela por sua vez se fixa na tuberosidade anterior da tíbia (TAT), através do ligamento patelar. Posteriormente na coxa, *“os músculos semitendinoso, semimembranoso e bíceps femoral, cabeça longa, cabeça curta e poplíteo, realizam a flexão do joelho, além do grácil. O músculo gastrocnêmio, [...], [...] também auxilia minimamente na flexão do joelho, assim como o músculo sartório (FLOYD, 2016, p. 252, 277)”*.

Na região lateral da coxa, os músculos tensor da fáscia lata e o glúteo médio realizam a abdução do quadril. Na região medial da coxa os músculos adutor longo, adutor curto, adutor magno, grácil e pectíneo realizam a adução do quadril. Segundo Tittle (2014, p. 190, **grifo do autor**) *“todos os adutores tem como função principal aduzir o membro inferior abduzido”*.

De acordo com Barreto e Gozzi (2019, p. 88) *“O jogador de futebol, por sua vez, apresenta um desenvolvimento significativo dos músculos da coxa, necessários para chutar a bola com força e ainda correr cerca de dez quilômetros em cada jogo”*.

Ressalta-se que a prática esportiva desenvolvida na atualidade por vezes, mesmo na iniciação, tem requintes de alto rendimento; predispondo o praticante de futebol a lesões nos joelhos, dentre elas a tríplice lesão do joelho.

Tríplice lesão do joelho

Conforme Flegel (2002, p. 141) *“A articulação que permite o movimento da parte inferior da perna, tão importante nos esportes, também é uma das que mais sofrem lesões com maior frequência”*.

A articulação do joelho está sujeita a entorse, fator este que possibilita o estiramento ou ruptura do(s) ligamento(s) que geram estabilidade articular. As causas dessa entorse estão relacionadas

a golpe direto na parte frontal ou posterior do joelho, causando lesões por hiperflexão ou hiperextensão. As torções também são fatores determinantes, que estão associados a fragilidade muscular dos músculos da coxa. Nessas condições de torção, o atleta “[...] *pode ter ouvido ou sentido um estalo (FLEGEL, 2002. p. 135)*”, destarte pode surgir edema, hematoma, possível incapacidade de flexionar ou estender o joelho, impossibilitando a caminhada sem claudicar.

Estas lesões podem ocorrer **sem contato** (mais comum) ou **com contato**, onde “*as lesões sem contato mais frequentes são decorrentes do movimento de rotação lateral da tibia sobre o pé de apoio, posteriormente o segundo mecanismos de lesão mais comum é resultado da hiperextensão ou hiperflexão do joelho, conforme nos afirma Kisner e Colby (2016)*”.

Figura 1 - Mecânica Lesiva sem Contato.



Fonte: KIAPOUR, A. M; MURRAY, M. M. **Ciência Básica da Lesão e Reparo do Ligamento Cruzado**

Anterior. Pesquisa óssea e conjunta. v. 3, n. 2, p. 20-31, 2014.

Preocupante! Jogador do Atlético de Madrid sofre lesão feia no joelho e deixa o clássico contra o Real Madrid; VEJA lance.



https://www.espn.com.br/video/clip/_/id/11673759

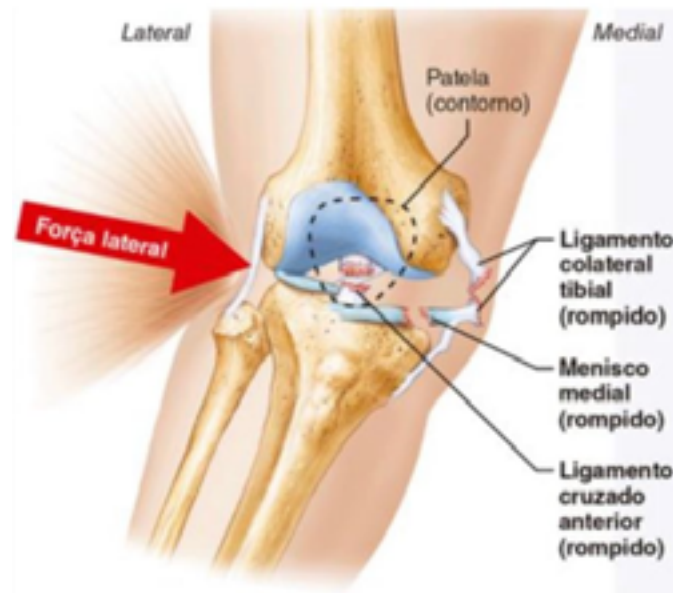
De acordo com Weineck (2013), as lesões capsuloligamentares dos meniscos e da cartilagem articular fazem parte das lesões articulares típicas, e frequentemente podem ocorrer como lesões combinadas. As estruturas mais afetadas são os meniscos, os ligamentos colaterais e o ligamento cruzado anterior. Weineck (2013, p. 213) ainda nos afirma que “*As rupturas dos ligamentos colaterais são bem mais frequentes no ligamento colateral medial que no lateral*”.

Kisner e Colby (2016) nos dizem que a mecânica lesiva com contato, evidencia o impacto horizontal na região lateral do joelho findando na potencialização súbita do estresse em valgo, ou seja, “[...] *na articulação, o joelho é empurrado de fora para dentro (WEINECK, 2013, P. 213)*” e consequentemente na indução da rotação externa no complexo articular do joelho, destarte ocasionando lesões associadas do LCA, LCM e menisco medial, sendo essa lesão conhecida como:

tríade infeliz, lesão de rotação, valgização ou tríplice lesão do Joelho.

Como mostra a Figura 2, fica evidente a ruptura do LCA, do LCM e do menisco medial (MM), este coalescido ao Ligamento Colateral Tibial.

Figura 2 - Tríplice Lesão do Joelho.



Fonte: KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn Allen. **Exercícios Terapêuticos:** fundamentos e técnicas. 6. ed. Barueri: Manole, 2016.

Tabela 3 - Componentes Anatômicos Envolvidos na Tríplice Lesão do Joelho.

DOIS LIGAMENTOS - UM MENISCO		
Ligamento Cruzado Anterior (LCA)	Ligamento Colateral Medial (LCM)	Menisco Medial (MM)
Tríplice Lesão do Joelho		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o advento da lesão, o joelho entra em disfunção cinética, apresentando dor, tumor, rubor e calor, implicando na obrigatoriedade da realização da avaliação o quanto antes.

Tabela 4 - Pentágono da Disfunção Cinético-Funcional.

PENTÁGONO DISFUNCIONAL				
DOR	TUMOR	RUBOR	CALOR	DISFUNÇÃO
Experiência sensorial emocional associado a lesões.	Está relacionado ao aumento da região afetada associado ao edema.	Vermelhidão que pode estar relacionada a processo inflamatório.	Aumento da temperatura por metabolismo alterado.	Impossibilidade funcional articular de manter os padrões biomecânicos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

“O exame clínico do joelho traumatizado, se realizado imediatamente após a torção, a margem do campo, fornece dados claros de diagnóstico, e se for postergado, a dor torna impossível a prática de algumas manobras necessárias ao diagnóstico (AMATUZZI et al., 2004, p. 172)”.

Avaliação

Minayo (2021, p. 09) nos afirma que *“Do ponto de vista antropológico, podemos dizer que sempre existiu preocupação do homo sapiens com o conhecimento da realidade”*. Destarte, conhecer as lesões típicas que ocorrem na prática do esporte é fundamental, implicando ao fisioterapeuta e toda a equipe multiprofissional avaliar de forma consistente cada caso, para que o diagnóstico possa ser preciso e assim os cuidados necessários possam ser direcionados, objetivando o retorno seguro à prática esportiva, tendo a premissa do restabelecimento cinético-funcional.

Os fisioterapeutas são profissionais de saúde que reabilitam indivíduos que sofrem de doença ou lesão. São treinados para analisar a força, mobilidade das articulações, coordenação e outros atributos físicos do paciente para poder orientá-lo em um programa individualizado de reabilitação (FLEGEL, 2002, p. 8).

Sabendo que no praticante de futebol a tríplice lesão do joelho é comum, faz-se necessário analisar as estruturas envolvidas, mas sem negligenciar as outras; assim sendo a inspeção, a palpação dos tecidos rígidos e moles, além dos testes de estabilidade articular são fundamentais para o diagnóstico preciso.

Referente a inspeção, cabe ao fisioterapeuta avaliar a qualidade da marcha do paciente, observando se essa *“movimentação é rítmica e uniforme”* (HOPPENFELD, 2005, p. 180).

A palpação óssea específica para tríplice lesão do joelho, segundo Hoppenfeld (2005) aponta que devemos investigar o platô tibial medial, tendo em vista ser nele fixado o MM. A avaliação deste componente deve ser realizada com o paciente sentado, mas caso ele esteja impossibilitado de sentar, o decúbito dorsal com joelhos flexionados a 90° é indicado.

O MM é fixado ao platô tibial por pequenos ligamentos de difícil palpação, no entanto quando o menisco se solta, ocasionado pela ruptura do LCM a área da interlinha articular do joelho pode se achar sensível. Ressalta-se que o MM tem certa mobilidade e *“[...] quando a tibia é rodada internamente, seu bordo medial se torna mais saliente e acessível à palpação (HOPPENFELD, 2005, p. 188)”*.

O LCM é um ligamento extenso em forma de leque, onde apresenta uma porção profunda que se insere diretamente no bordo do platô tibial e no menisco medial, enquanto a porção superficial se insere distalmente na tibia.

Para palpar a região do LCM, faz-se necessário localizar a interlinha articular do joelho (IAJ), especificamente a sua porção medial; após realizada a localização da IAJ, ao longo desta poderá

ser percebido o LCM com o ápice dos dedos.

O LCM faz parte da cápsula articular e frequentemente é rompido durante as lesões provocadas por excesso de esforço valgo, como aquelas que ocorrem durante jogos de futebol. Ao se desligar do epicôndilo medial, o ligamento pode trazer consigo um pequeno fragmento ósseo e, neste caso, o ponto de origem se mostrará doloroso à palpação, podendo lesar tecidos moles se a lesão for em seu ponto médio (HOPPENFELD, 2005, p. 188).

O teste de estabilidade articular do joelho específico para LCM, necessita que se segure o tornozelo do paciente (que já deve estar em decúbito dorsal na mesa de avaliação) com uma das mãos, e a outra com a eminência tenar disposta na cabeça da fíbula, deve ser gerado um insulto no sentido latero/medial do joelho a ser avaliado, que deve evidenciar um bocejo¹ na região, característico de lesão ligamentar.

Teste de Estabilidade Articular do Joelho - Ligamento Colateral Medial (LCM).



Instagram: @dr.jeancavalcante

Para testar a integridade do LCA (**Teste de Gaveta Anterior**), o paciente deverá estar disposto em decúbito dorsal, com flexão dos joelhos a 90° e os pés apoiados na mesa de avaliação, onde o pé correspondente ao joelho a ser avaliado, deve ser fixado com o avaliador sentado sobre ele; desta feita o joelho com lesão deve ser envolvido “[...] com ambas as mãos de forma que seus polegares sobreponham-se às linhas articulares medial e lateral e os outros dedos se apoiam na projeção da inserção dos tendões medial e lateral da coxa (HOPPENFELD, 2005, p. 195)”. Em seguida a tibia deve ser tracionada em sua direção, caso ocorra um deslizamento da tibia abaixo do fêmur e para frente, caracteriza-se a positividade da lesão do LCA.

¹ Ato involuntário de abertura da região medial ou lateral da articulação do joelho que evidencia lesão ligamentar.



Figura 3 - Teste de Gaveta Anterior.

Fonte: <https://www.vivafisio.pt/teste-da-gaveta-anterior/>

Outro teste utilizado para detectar lesão do LCA é o teste de Lachman, onde o paciente deve estar em decúbito dorsal. O joelho a ser testado deve estar relaxado e em leve flexão (20 a 30 graus). O examinador deverá segurar a coxa do paciente com uma de suas mãos e a perna com a outra mão. O polegar da mão que segura a perna deverá estar posicionado na tuberosidade anterior da tíbia do paciente. A integridade física do ligamento cruzado anterior é testada quando o examinador puxa a perna do paciente anteriormente ao mesmo tempo em que mantém a coxa fixa. Ao puxar a perna para frente o LCA intacto impede a translação anterior da tíbia em relação ao fêmur e o examinador sente com as suas mãos uma parada firme da perna. O teste de Lachman é considerado positivo quando existe translação anterior excessiva da tíbia e não existe um ponto de parada firme no final do movimento (KARPSTEIN, 2023).

Teste de Estabilidade Articular do Joelho (Lachman) Para o Ligamento Cruzado Anterior (LCA).



Instagram: @dr.jeancavalcante

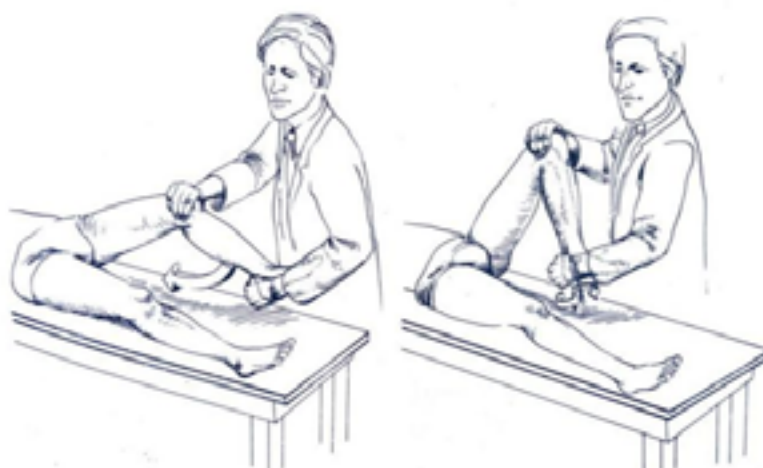
Referente a lesão meniscal, durante a flexão e extensão do joelho, a ruptura do menisco pode produzir um estalido audível e pode ser palpável na região da linha articular do joelho, onde estando a sensibilidade excessiva presente, sugere-se que há ruptura.

Segundo Hoppenfeld (2015, p. 201) *“as rupturas do menisco posterior são difíceis de ser identificadas. Para diagnosticá-las, foi desenvolvido o teste especial de McMurray”,* que conforme Macnicol (2002) *“para um menisco lacerado o teste de McMurray tem lugar de honra no exame de joelho”*.

O teste especial de McMurray, deve ser realizado com o paciente em decúbito dorsal e as pernas dispostas em posição neutra, utilizando uma das mãos, segure-lhe o calcanhar e flexione a perna completamente, na sequência coloque sua mão livre sobre a articulação do joelho de tal forma que os dedos toquem a linha articular medial e o polegar, estando a eminência tenar apoiada sobre a linha articular lateral. Empurrando a face lateral aplicando a face medial da articulação um esforço valgo, enquanto simultaneamente a perna é rotacionada externamente, mantendo o insulto valgo e rotação externa, estenda a perna lentamente enquanto palpa a linha articular medial (HOPPENFELD, 2015, p. 201).

No ato da manobra caso se perceba um estalido, possivelmente haverá lesão meniscal; que conforme Hoppenfeld (2015, p. 201) *“[...] se dá na porção posterior”*.

Figura 4 - Teste Especial (McMurray) para Menisco Medial.



Fonte: HOPPENFELD, S. **Propedêutica e Ortopédica:** coluna e extremidades. São Paulo: ed. Atheneu, p. 201, 2005.

O teste de compressão de Apley, também objetiva diagnosticar a existência de lesão meniscal. Para efetuar o teste o paciente deve estar em decúbito ventral, com o joelho a ser avaliado disposto a 90°, na sequência aplica-se uma força axial na região plantar do pé, à medida em

que se executa uma rotação interna e externa da perna. Caso no movimento de rotação interna o paciente aponte dor, evidencia-se a lesão do menisco medial.

Figura 5 - Teste de Compressão de Apley.



Fonte: HOPPENFELD, S. **Propedêutica e Ortopédica:** coluna e extremidades. São Paulo: ed. Atheneu, p. 201, 2005.

Tendo em vista as estruturas envolvidas na tríplice lesão do joelho serem intracapsulares, faz-se necessário verificar se há a presença de derrame articular, que podem ser classificados como: hídrtartrose ou hemartrose. Segundo Silva et al (2013, p. 324) “*Derrame articular e/ou sinovite foram definidos como a presença de derrame articular e/ou hipertrofia sinovial [...]*”.

“*A apresentação clínica é dor na região da interlinha articular associada [...], ao aumento de volume (derrame articular) e limitação da amplitude de movimento articular, da função, do trabalho e das atividades de lazer (SANTOS et al. 2014, P. 566)*”.

Tabela 5 - Derrame Articular.

TIPOS DE DERRAME ARTICULAR	
Hídrtartrose	Hemartrose
Acúmulo de líquido sinovial em uma articulação.	É a presença de hemorragia no espaço intra-articular.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quase sempre um joelho agudamente edemaciado significa que ocorreu sangramento no interior da articulação, e essa hemartrose é sinal de ruptura de uma estrutura vascular. Portanto, lacerações sinoviais e ligamentares causarão hemartrose; isso também ocorrerá com uma fratura intra-articular (MACNICOL, 2002, p. 10).

Para verificar a presença de derrame articular no joelho, poderão ser realizados o teste para grandes derrames (TGD), e o teste para pequenos derrames (TPD).

O TGD consiste em pressionar a patela contra o sulco troclear estando o paciente em decúbito dorsal, quadríceps relaxado e com o joelho em extensão. Na sequência o teste deve ser executado empurrando a patela para o interior do sulco troclear, logo após ela deve ser solta o quanto antes. Poderá ser observado o preenchimento das laterais do joelho pelo forçar da patela no sulco, após ser solta, ela deverá voltar ao local inicial. Na presença de grande derrame, o fisioterapeuta sente como se a patela estivesse flutuando sobre um líquido como uma “pedra de gelo”.

Figura 6 - Teste para Grande Derrame no Joelho.



Fonte: HOPPENFELD, S. **Propedêutica e Ortopédica**: coluna e extremidades. São Paulo: ed. Atheneu, p. 205, 2005.

O TPD não se faz perceber a flutuação da patela no líquido sinovial. Para determinar a presença de pequena quantidade de derrame no joelho, o líquido contido no bolsa quadricipital deve ser deslocado para região infrapatelar e lateral. Nesse ponto uma percussão suave da região lateral para medial, infrapatelar, promoverá o aparecimento de uma pequena elevação no lado medial, positivando a pequena quantidade de derrame articular.

Teste para Pequeno Derrame Articular no Joelho.



Instagram: @dr.jeancavalcante

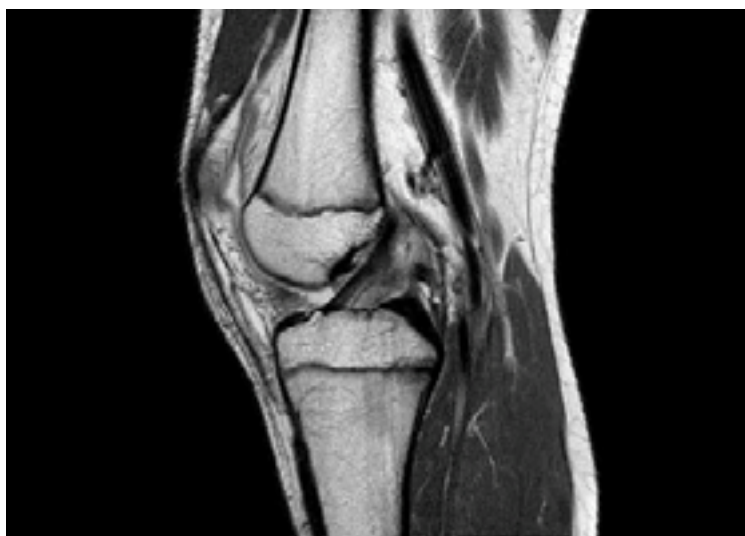
É importante que se saiba que a avaliação profissional é superior a exames de imagem. Destarte cabe ao profissional ou a equipe multiprofissional, caso haja dúvidas em relação ao fechamento do diagnóstico, solicitar exame(s) complementar(es) objetivando, como devidamente categori-

zado, complementar a avaliação.

O exame complementar, padrão ouro, para detecção de lesões no joelho e a ressonância magnética (RM).

A RM, conforme Sousa (2020), é um exame com excelente acuidade diagnóstica, muito importante no estudo de diversas patologias, como as lesões dos ligamentos, lesões meniscais, nas tendinites e bursites do joelho, entre outras patologias, tendo a vantagem de não utilizar radiação ionizante, como ocorre nas radiografias (RX).

Figura 7 - RM do Joelho.



Fonte: <https://www.saudebemestar.pt/pt/exame/imagiologia/ressonancia-magnetica-joelho/>.

Finalizadas as avaliações e detectada a tríplice lesão do joelho, o tratamento adequado deve ser orientado.

Tratamento

O tratamento de uma lesão no esporte compreende todo o processo de cuidados com uma lesão desse tipo desde o momento da ocorrência da lesão até quando o jogador lesionado se encontra totalmente recuperado e tão forte e saudável quanto antes.

Uma das técnicas primariamente usadas é a crioterapia, se fazendo valer do gelo. Segundo Amatuzzri et al. (2004, p. 167),

As aplicações de frio ou calor, superficiais e profundos, são usadas com muita frequência no tratamento fisioterápico das afecções da articulação do joelho [...], mas os costumes e a experiência pessoal dos profissionais da área são a principal justificativa de sua prescrição.

Como forma de tratamento imediato, Walker (2010, p. 181-187) sugere o programa RGCEE, constando de repouso, gelo, compressão, elevação do membro afetado anti-inflamatório e encaminhamento ao médico.

Tabela 6 - Programa RGCEE.

RGCEE				
R	G	C	E	E
repouso	gelo	compressão	elevação	encaminhamento

Fonte: Elaborado pelos autores.

Constatada a tríplex lesão do joelho, o tratamento cirúrgico é indicado; sendo [...] *a cirurgia artroscópica do joelho* [...], conforme aponta Macnicol (2002, p. 51) o procedimento a ser realizado. Outro fator que aponta para utilização do artroscópio é a acolhida do paciente com bloqueio articular causada por laceração do menisco, pela ruptura do LCA, ou ainda por uma sinovite anterior do joelho.

A reconstrução aguda do LCA também está indicada em pacientes cuja lesão esteja associada a ruptura de ligamento colateral medial ou com laceração do menisco reparável. Nos casos de reconstrução aguda, um enxerto de semitendinoso proporciona tanta estabilidade como o tendão patelar (MACNICOL, 2002, p. 51).

Concernente ao reparo do MM, se torna mais problemático caso o compartimento intermediário esteja envolvido, pois isso aponta para possíveis lesões do ligamento meniscotibial, sendo a cirurgia cabível para o devido reparo.

Logo após o procedimento cirúrgico, o tratamento fisioterápico é fundamental para o restabelecimento da funcionalidade. A estimulação proprioceptiva é importante para que a neuromodulação possa ocorrer, assim como a aplicação do gelo ao menos duas vezes por dia, por vinte (20) minutos, fazendo-se necessário também a estimulação elétrica transcutânea através do TENS, objetivando-se minimizar as dores.

Após o vigésimo primeiro (21º) dia de cirurgia, em que o paciente deverá ser liberado para colocar o pé no chão e deambular sem muletas e a retirada dos pontos deve ter ocorrido, a hidroterapia torna-se um dos recursos que se soma aos já utilizados, inclusive o medicamento, devidamente prescrito pelo médico.

Na piscina, a reeducação da marcha deve ser estimulada, assim como o fortalecimento muscular isometricamente deve ser indicado, para que com a evolução positiva do paciente, os exercícios de fortalecimento muscular de cadeia aberta e fechada, possam ser ferramentas potencializadoras do restabelecimento da funcionalidade.

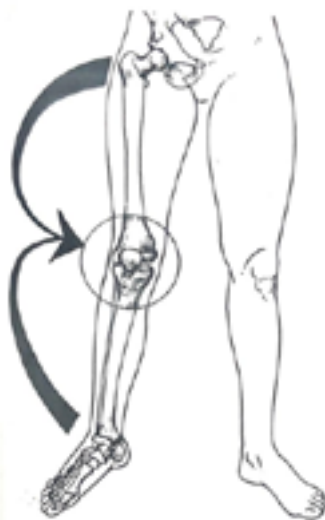
De acordo com Amatuzzri et al. (2004, p. 168), “O reabilitador deve ter em mente que exercícios realizados no membro oposto ao que deve ser tratado tem valor, pelo efeito cruzado, no desenvolvimento muscular”. Destarte, “A avaliação isocinética fornece dados interessantes

do estado do equilíbrio muscular (força, potência e resistência), sendo uma maneira eficaz na orientação do processo de reabilitação” (AMATUZZI et al., 2004, p. 168).

A última fase do tratamento, desde que o paciente/atleta esteja também psicologicamente recuperado, é submetê-lo ao retorno da prática da modalidade, cabendo ao fisioterapeuta passar o paciente a que se tenha os cuidados, a partir de então, a serem desenvolvidos pelo Profissional de Educação Física, para que possa complementar o fortalecimento muscular, e caso seja necessário prescrever exercícios de hipertrofia muscular.

Walker (2010, p. 38) nos afirma que “o objetivo do tratamento das lesões no esporte deve estar sempre voltado a reabilitação da área lesionada”, no entanto com uma visão holística faz-se necessário observar que o olhar focal sobre uma lesão, podem ser negligenciadas lesões à distância, tendo em vista o corpo humano ser interligado, nesta perspectiva a presença de um Osteopata é fundamental na equipe multidisciplinar.

Figura 8 - Lesões à Distância.



Fonte: HOPPENFELD, S. **Propedêutica e Ortopédica**: coluna e extremidades. São Paulo: ed. Atheneu, p. 2005.

Como todo e qualquer programa terapêutico, assim também a reabilitação do joelho deve estar embasada em princípios científicos validados sobre a doença, seu tratamento [...], tempo de cicatrização, composição tecidual e alterações causadas na anatomia da articulação, com suas repercussões nos membros inferiores, assim como o efeito dos agentes físicos e exercícios (AMATUZZI *et al.*, 2004, p. 167).

Conclusão

Com ampla visão podemos perceber que a prática esportiva é de fundamental importância. No entanto, eventos lesivos podem surgir no transcurso da prática, seja na iniciação ou no alto rendimento. Conforme o segmento exigido na modalidade, as lesões típicas se evidenciam, de-

vendo ser desenvolvido nas práticas do futebol, programas multiprofissionais de fortalecimento muscular que possam evitar injúrias.

Com o advento da lesão podemos concluir que o trabalho multiprofissional é o que possibilita a recuperação do praticante de forma otimizada, que deve respeitar todas as fases da recuperação, desde o restabelecimento psicológico que envolve o trauma, até a volta do paciente/atleta a sua prática em campo; devendo o processo do restabelecimento cinético-funcional ser pautado por objetivos clarificados, estando a utilização dos recursos adequados para a característica da lesão própria do esporte em questão.

Referências

AMATUZZI, M. M; GREVE, J. M. D; CARAZZATO, J. G. **Reabilitação em Medicina do Esporte**. São Paulo: Roca, 2004.

BARRETO, G; GOZZI, R. **Anatomias: os universos do corpo humano**. São Paulo: nVersos, 2019.

CAVALCANTE, J. S. **Uma História do Judô no Estado do Ceará: da década de 1950 a 1969**. Fortaleza: Via Dourada, 2023.

FLEGEL, M. **Primeiros Socorros no Esporte**. Barueri: Manole, 2002.

FLOYD, R. T. **Manual de Cinesiologia Estrutural**. 19. ed. Barueri: Manole, 2016.

GILROY, Anne M; MACPERSON, Brian R; ROSS, LAWRENCE, M. **Atlas de Anatomia**. Rio de Janeiro: Gen/Guanabara Koogan, 2008.

HOPPENFELD, S. **Propedêutica e Ortopédica: coluna e extremidades**. São Paulo: ed. Atheneu, 2005.

KARPSTEIN, A. **Teste de Lachman**. Disponível em: <https://www.clinicadojoelho.med.br/teste-de-lachman/>. Acesso em: 25. out. 2023.

MACNICOL, M. F. **O Joelho com Problema**. Barueri: Manole, 2002.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 4ª reimpressão. Petrópolis: Ed. Vozes, 2021.

PARKER, S. **O Livro do Corpo Humano**. 2ª reimpressão. Grã Bretanha: Penguin Handon House, p. 66, 2015.

SANTOS, A. L. G; DEMANGE, M. K; PRADO, M. P; FERNANDES, T. D; GIGLIO, P. N; HINTER-

MANN, Beat. Lesão de Cartilagem e Osteoartrose do Tornozelo: revisão da literatura e algoritmo de tratamento. **Revista Brasileira de Ortopedia**. Elsevier. v. 49, n. 6, p. 565-572, 2014.

SILVA, V. B. M; FAQUINA, G; NICÁCIO, Al; REGACINI, R; LEDERMANB, H; HILÁRIO, M. O. E; SANDE, M. T; TERRERI, L. R. A. Associação entre Achados Ultrassonográficos e Clínicos do Quadril de Pacientes com Artrite Idiopática Juvenil. **Revista Brasileira de Reumatologia**. Elsevier. v. 53, n. 4, p. 322-327, 2013.

SOUSA, P. **RM do Joelho**. Portugal: 2020. Disponível em: <https://www.saudebemestar.pt/pt/exame/imagiologia/ressonancia-magnetica-joelho/>. Acessado em: 26. out. 2023.

TOMPSON, C. W; FLOYD, R. T. **Manual de Cinesiologia Estrutural**. 12. ed. Manole: São Paulo, 1997.

TITTEL, K. **Anatomia Descritiva e Funcional do Corpo Humano**. 14. ed. Santos Editora LTDA, 2014.

WEINECK, J. **Anatomia Aplicada ao Esporte**. 18. ed. Barueri: Manole, 2013.

MENTE EM JOGO: REPERCUSSÕES DO CANSAÇO MENTAL NO DESEMPENHO DE JOGADORES DE FUTEBOL

Bruno Teixeira Barbosa

Daniel Carvalho Pereira

Rodrigo Diego Morais da Silva

Heloiana Faro

Introdução

Por muito tempo, a ciência do esporte focou seus esforços em compreender os efeitos e adaptações do treinamento em nível periférico, focado nos acontecimentos fisiológicos dos músculos principalmente. Nesse cenário, o cérebro parecia ter um papel secundário ou com pouca importância durante a prática de exercícios. Porém, nas últimas décadas, os estudos que buscaram investigar o papel do cérebro durante o exercício evidenciaram a importância de se considerar as funções relacionadas a esse órgão, bem como aos aspectos comportamentais relacionados a ele.

Nesse contexto, percebeu-se que a cognição, ou seja, a capacidade de aquisição e processamento informações, poderia ser um peça-chave de todo processo. Já está evidenciado na literatura científica que atletas de alto rendimento apresentam excelente desempenho cognitivo em habilidades como atenção, memória, autocontrole, dentre outros. Por outro lado, um aspecto que tem ganhado atenção mais recentemente é o efeito do esforço e cansaço mental sobre o desempenho esportivo. Dentre esses efeitos, o fenômeno da Fadiga Mental (FM) tem ganhado atenção. De forma geral, a FM é um estado psicofisiológico decorrente da exposição prolongada a tarefas que requerem esforço cognitivo, como por exemplo: dirigir, estudar um conteúdo complexo ou jogar videogames. Dessa forma, a FM pode ser um estado causado por tarefas do cotidiano atlético e, portanto, pode estar afetando o desempenho de atletas de futebol.

O futebol tem sido umas das modalidades em que a FM tem sido mais estudada. Isso se dá pela importância que essa modalidade tem no cenário esportivo mundial e porque atividades que demandam esforço cognitivo fazem parte da rotina dos jogadores. Além disso, as evidências demonstram que diversos aspectos relacionados a performance esportiva são negativamente afetados pela FM. Neste capítulo iremos abordar quais os efeitos da FM sobre o desempenho de jogadores de futebol, bem como os direcionamentos para evitar que tal estado se instaure e o desempenho seja potencialmente prejudicado.

Mas o que é fadiga mental?

Fadiga mental vs. fadiga muscular

Um bom desempenho no futebol depende de capacidades físicas como a resistência. Resistir a algo está diretamente ligado a capacidade que uma força tem de se opor a outra (BILLAT et al., 1999). Quando saímos do estado de repouso e começamos a praticar um exercício, uma cascata fisiológica é desencadeada e o tempo em que será possível realizar a atividade em determinada intensidade vai estar ligado a fatores como a capacidade dos músculos de continuarem executando a atividade mesmo com diminuição da disponibilidade energética e acúmulo de metabólitos que prejudicam a contração muscular (resistência muscular), assim como a capacidade do sistema cardiorrespiratório de continuar suportando a demanda exigida (resistência/capacidade cardiorrespiratória) (SALVO et al., 2009). No futebol, a fadiga pode influenciar na acurácia de habilidades básicas como passe e chutes (RUSSELL et al., 2011). Ainda que o corpo humano se adapte a tarefa, a dificuldade em continuar correndo ao longo de um jogo vai aumentando com o decorrer da partida, de maneira que realizar a atividade fica cada vez mais difícil até chegar ao esforço máximo (Salvo et al., 2009).

Por muito tempo acreditou-se que a sinalização periférica dos músculos ao acumular lactato devido a limitação do aporte de oxigênio era o fator determinante para que o atleta interrompesse a atividade, no que se chamou de estado de fadiga muscular (HILL; LUPTON, 1923). A melhora da capacidade aeróbica passou a ser objeto de obsessão entre os treinadores e preparadores físicos (COSTILL, 1979). Entretanto, diversas pesquisas procuraram investigar se havia outros fatores ligados a decisão do atleta de desengajar da atividade (GANDEVIA, 2001). Foi então que se observou que era possível melhorar o desempenho em tarefas físicas por meio de intervenções neuropsicológicas que não teriam efeito sobre os sistemas muscular e cardiorrespiratório (SWART et al., 2009). Os chamados modificadores da performance central, como o uso de cafeína ou até mesmo efeito placebo, pareciam indicar que existia a possibilidade de ir além do esforço máximo percebido indicando que na verdade paramos antes mesmo de esgotarem nossas capacidades cardiorrespiratória e muscular (NOAKES, 2011), isto é, antes de realmente fadigar o músculo. O estirão final numa corrida ao ouvir a torcida gritando seu nome quando não havia mais energia, é um exemplo disso (TUCKER et al., 2006).

De alguma forma, esses modificadores/agentes ajudavam a inibir a vontade de parar, fazendo o indivíduo continuar engajado (NOAKES, 2011). Este controle inibitório é responsável por fazer o jogador resistir à fadiga muscular e continuar marcando o adversário mesmo cansado (por exemplo), sendo que além dele, atenção e capacidade de se adaptar as diversas nuances de uma partida são alguns dos diversos processos cognitivos exigidos durante o jogo (BRIMMELL et al., 2021). Esses processos fazem parte das chamadas funções executivas (FE) (PINEDA, 2000) tão essenciais para o cotidiano e muito relevantes no futebol uma vez que podem até predizer o futuro sucesso no esporte (VESTBERG *et al.*, 2012).

Uma tarefa que envolva um alta carga cognitiva, ou uma demanda prolongada usando as FE's pode levar a um estado chamado de fadiga mental (TREJO, 2005). Neste estado há uma aver-

são a qualquer esforço, uma sensação geral de cansaço, sentimentos de inibição e desempenho mental prejudicados, além de eficiência e estado de alerta reduzidos (GRANDJEAN, 1979). Consequentemente, o estado de fadiga mental poderia influenciar no desempenho esportivo. Marcora et al. (2009) sugeriram que a fadiga mental tem impacto significativo a tolerância ao exercício devido ao aumento da percepção de esforço, ainda maior do que os mecanismos cardiorrespiratórios e musculo-energéticos.

O que pode levar o indivíduo a fadigar mentalmente

É proposto que a fadiga mental seja causada por períodos prolongados de atividade cognitiva ou por alta demanda cognitiva em um curto espaço de tempo (GIBOIN; WOLFF, 2019). Sendo assim, Smith et. al. (2018) citou algumas atividades corriqueiras da vida do jogador de futebol, ligadas ou não ao esporte:

- I. Em relação ao cotidiano: existe uma constante pressão e necessidade de lidar com situações que podem esgotá-lo. Preocupações financeiras, problemas pessoais, responsabilidades no trabalho, mudanças importantes, dirigir e outras atividades que necessitem que permaneça em estado de alerta e/ou tome decisões rápidas são algumas dessas situações;
- II. Em relação a rotina antes dos jogos: é comum observar os jogadores realizando tarefas cognitivas que dependendo do tempo, foco e energia despendida, também podem levar a fadiga mental. Como o uso de vídeo games, que exige foco intenso na tela, desafios competitivos e a necessidade de manter a atenção. Outra atividade realizada pelos atletas é o uso de redes sociais. Uma avalanche de informações constantes, notificações e interações, que podem levar a estado de relaxamento, mas também ao estresse, já que é um ambiente de provável comparação com os outros e risco a exposição a conteúdos negativos;
- III. Em relação a profissão de jogador: há o treinamento intenso, a pressão constante para obter resultados, a competição interna na equipe e externa com outros times, convivência com várias pessoas, calendário congestionado (com jogos frequentes e viagens) recuperação prejudicada, limitação do tempo para lazer, pressão de torcedores (até mesmo ameaças). Além de uma alta carga tática e técnica imposta, para memorizar jogadas e movimentos e uma demanda física muito exigente;
- IV. Em relação ao jogo: para cada lance e durante toda a partida há uma constante busca visual, seleção de informações, compreensão dos movimentos do adversário, atenção, inibição cognitiva, antecipação, tomada de decisão, controle emocional e outras demandas que vão sobrecarregando o atleta. Isso quer dizer que, além da fadiga muscular é grande o esforço mental, inclusive o de resistir às sinalizações periféricas (i.e. FM) que pede para interromper o exercício, então a mente também fadiga.

Com base no apresentado, fica evidente que a fadiga mental é uma realidade significativa na vida de um jogador de futebol, sendo provocada por uma combinação de fatores que envolvem pressão constante, alta demanda cognitiva e emocional. Desde preocupações pessoais e situações do cotidiano até a intensa carga de treinamento, competição e desafios mentais durante os jogos, os jogadores enfrentam uma variedade de estresses cognitivos que podem esgotá-los

Sintomas da fadiga mental

Os sintomas da fadiga mental podem variar de pessoa para pessoa, manifestando-se de diferentes maneiras. Isolando-a, ela manifesta-se como uma sensação difusa acompanhada de sentimentos de falta de inclinação e indolência a qualquer atividade (GRANDJEAN, 1979). O mesmo autor, ao estudar a fadiga em trabalhadores industriais do século 18, cita que o principal sintoma da fadiga mental é “uma sensação geral de cansaço. Sentimo-nos inibidos, e nossas atividades são prejudicadas [...] Não temos desejo de esforço físico ou mental; sentimo-nos pesados e sonolentos”.

Em uma revisão sistemática, cita que os estudos sobre fadiga mental podem ser manifestados de três formas diferentes: subjetiva, comportamental e fisiológica. Subjetivamente causada pelo aumento no sentimento de cansaço e falta de energia, já citados anteriormente (BOKSEM; TOPS, 2008a), queda na motivação (BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2006) e queda de atenção (VAN DER LINDEN et al., 2006). No âmbito comportamental a fadiga mental pode causar queda na performance cognitiva (queda de acurácia e tempo de reação em tarefas cognitivas) (MARCO-RA; STAIANO; MANNING, 2009). E fisiologicamente, causar alterações na atividade cerebral (WASCHER *et al.*, 2014). Estes sintomas repetem-se conforme investigamos a literatura, ficando mais evidentes os impactos da fadiga mental em um ou mais desses âmbitos. Alguns estudos sugerem a redução da capacidade de processar informações (LORIST et al., 2000) diminuição nos níveis de atenção (BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2005a) queda nas ações antecipatórias (MJ et al., 2015) e prejuízo nas tomadas de decisão (SMITH et al., 2016).

Em um estudo laboratorial, buscando induzir fadiga mental, observou que com a fadiga cognitiva, o tempo gasto em uma tarefa causa uma diminuição na energia autorrelatada, um aumento na desativação geral, vigilância e tempos de resposta diminuídos, todavia não observou mudança no estado de humor e influência na precisão das respostas. Considerando que a intenção de induzir a fadiga mental foi alcançada devido ao prejuízo cognitivo moderado, e não à um episódio ou lapso de sono que causariam erros mais graves, como a queda na precisão.

Em contraponto aos estudos anteriores que buscam explicar fisiologicamente o fenômeno da fadiga mental ao investigarem os efeitos agudos da fadiga mental causada por aplicativos de redes sociais em *smartphones* não observarem mudanças em variáveis fisiológicas e sim apenas num “aumento isolado da percepção de esforço” apoiando a ideia de que “os efeitos da fadiga mental são de natureza psicológica, e não fisiológica (FORTES et al., 2019) por outro lado não observaram mudanças na percepção de esforço (o que chamou de carga interna) porém em seus resultados e atribuíram a fadiga mental causada por 30 minutos de exposição a aplicativos de *smartphone*, o prejuízo na tomada de decisões de passe em atletas de futebol. Na conclusão da sua revisão (VAN CUTSEM *et al.*, 2017) apontaram que de fato variáveis fisiológicas tradicionalmente associadas ao desempenho de resistência (frequência cardíaca, lactato sanguíneo, captação de oxigênio, débito cardíaco, VO₂) não foram diretamente afetadas pela fadiga mental durante e após o desempenho de resistência, embora, tal desempenho parece ser afetado por este estado.

Ademais, a força máxima, potência e trabalho anaeróbico não foram afetados pela fadiga mental, isso levou à conclusão de que a duração e intensidade da tarefa física parecem ser fatores

importantes na redução do desempenho físico devido à fadiga mental (CUTSEM et al., 2017). Vale salientar ainda, que a fadiga mental pode levar a um aumento do risco de lesões devido à diminuição da atenção, já que a literatura aponta como uma preditora da possibilidade de erro (MCCORMICK; KADZIELSKI; LANDRIGAN, 2012).

No contexto do esporte, e mais especificamente do futebol, a fadiga mental pode se manifestar de várias maneiras. Os atletas podem ter dificuldade em manter o foco durante o jogo, tomar decisões mais lentas e ter um desempenho abaixo do normal, pode haver dificuldade de concentração, falta de motivação, fadiga física, irritabilidade, dificuldade para tomar decisões, problemas de sono, ansiedade e preocupações excessivas, queda no desempenho no trabalho ou nos estudos, sintomas físicos como dores de cabeça e tensão muscular, e isolamento social (SMITH et al., 2018).

Como medir a fadiga mental

Como dito anteriormente a fadiga mental se manifesta de três formas diferentes: subjetiva, comportamental e fisiológica, portanto, meios para avaliar esses 3 aspectos são propostos na literatura.

Subjetivamente, os estudos concentram-se no uso de um ou mais controles de manipulação subjetivos como a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) medida pela escala CR10, Escala Likert de 4 pontos e de 7 pontos, escala breve de inspeção de humor e principalmente a escala visual analógica (VAS) para avaliar a fadiga mental autorrelatada (HABAY et al., 2021). Smith et al., 2019 reforça que as escalas subjetivas podem detectar a fadiga quando a medida objetiva é impraticável, o autor ainda traz em sua revisão que a literatura inclui vários questionários projetados para avaliar a fadiga mental em diversos contextos, sugerindo que escalas podem ser mais úteis do que questionários, apresentando em sua conclusão que a VAS (100 mililitros) é a ferramenta de avaliação mais prática para a medição da fadiga mental.

A medidas comportamentais também são usados para induzir fadiga, por vezes o desempenho em tarefas ou testes cognitivos ou psicomotores, especificamente os que envolvem controle inibitório ou atenção seletiva, são usados como forma de medir a fadiga mental, através do prejuízo no desempenho. A revisão de Habay e colaboradores (2021) verificou que sete estudos utilizaram o controle de manipulação comportamental em diferentes tarefas para avaliar diferenças na precisão e tempo de reação em testes computadorizados como *Stroop Task* e *N-Back*. Smith et al., 2019 é ainda mais incisivo ao comparar os efeitos de três tarefas cognitivas nos indicadores de fadiga mental citando que a queda na performance em uma tarefa cognitiva é padrão ouro de medição de fadiga mental (HOCKEY, 2011).

As medidas objetivas buscam revelar os efeitos da fadiga mental no nível fisiológico, essas medidas são menos suscetíveis à interpretação pessoal, portanto reproduzem a condição de forma mais precisa (TRAN et al., 2020). Assim instrumentos/métodos que possibilitem acessar a neurofisiologia dos indivíduos, como atividade neuroelétrica medida através de eletroencefalograma (EEG) (TRAN et al., 2020), oxigenação cerebral com espectroscopia por infra vermelho (NIRS) (PAN; BORRAGÁN; PEIGNEUX, 2019a), atividade do sistema autônomo através da

variabilidade da frequência cardíaca (MATUZ et al., 2021) e o comportamento ocular medido por “*eye trackers*” (SMITH et al., 2016a) podem fornecer uma medida mais precisa que as demais.

Efeitos/explicações fisiológicas

Ao falar dos mecanismos fisiológicos, é largamente aceito que a fadiga mental não afeta aspectos fisiológicos como frequência cardíaca, concentração lactato, pressão arterial entre outras variáveis (VAN CUTSEM et al., 2017b). Sendo assim, o efeito deste estímulo se concentra exclusivamente no cérebro, com alterações neurofisiológicas e neuroelétricas locais, que repercutem na tomada de decisão do em relação esforço, performance técnica e tática (HABAY et al., 2023; SMITH et al., 2018).

Os estudos mecanicistas da área sugerem que existe alteração de ativação em regiões frontais do córtex, principalmente no cortex pré-frontal e o cortex pré-frontal dorsolateral, córtex pré-frontal ventromedial, é postulado que este fato ocorra devido desregulação do balanço dopamina/adenosina local (KURNIAWAN; GUITART-MASIP; DOLAN, 2011; MARTIN et al., 2018b). A dopamina é um neurotransmissor, da família das catecolaminas responsável pela manutenção de processos cognitivos como atenção, inibição e motivação, quando muito requisitada como no caso da manutenção da atenção sustentada (AYANO, 2016; FERRÉ et al., 1992; LEDONNE; MERCURI, 2017), sua utilização produz de adenosina, que por sua vez é neurotransmissor que se liga a receptores de dopamina, dificultando a utilização do mesmo, sendo um antagonista da dopamina (DWORAK et al., 2007; FERRÉ et al., 1992; MARTIN et al., 2018b).

Outra alteração cerebral desta condição, diz respeito a resposta neuroelétrica no córtex, assim, buscando fornecer um biomarcador neural robusto no diagnóstico da fadiga mental, uma revisão sistemática investigou as alterações neuroelétricas que a fadiga mental causa, utilizando um instrumento denominado eletroencefalografia (EEG) (TRAN et al., 2020). Esta técnica envolve eletrodos espalhados pelo couro-cabeludo, que medem o potencial elétrico cortical, esse sinal é quantificado, transformado em bandas espectral, que são devida pela frequência, (e.g. delta, theta, alpha, beta, gamma). Neste estudo, é indicado que o aumento da atividade da onda de baixa frequência (lenta) theta (4–7.5 Hz) é o principal biomarcador neural de fadiga mental. O segundo biomarcador neural indicado o aumento da atividade da onda alpha (7.5–13 Hz), esse segundo marcador que deve ser utilizado em segunda linha e com cautela podendo haver uma maior variabilidade individual. As demais frequências não são sensíveis a fadiga mental (e.g. delta - 1–4 Hz, beta - 14–30 Hz, gamma - >30 Hz) (TRAN et al., 2020).

Além dos mecanismos citados, a oxigenação cerebral parece ser influenciada pela fadiga mental. É suscitado que, em estado de fadiga, a disponibilidade de oxigênio em regiões relevantes para a cognição, como o córtex pré-frontal, seja afetada, resultando na redução da disponibilidade de oxigênio e, conseqüentemente, prejudicando o ótimo funcionamento da região cortical (LI et al., 2009; PAN; BORRAGÁN; PEIGNEUX, 2019b). Para finalizar, o sistema autônomo, analisado através da variabilidade de frequência cardíaca, é sensível a esta condição, sendo reportado um aumento do tônus vagal (parassimpático) quando em fadiga mental, o que está ligado ao desengajamento da tarefa realizada (MATUZ et al., 2021)

A fadiga mental entra em jogo?

Repercussões da fadiga mental no desempenho de atletas de futebol

Após compreendermos a FM em um espectro mais amplo acerca de seu conceito, causas, sintomas, métodos de avaliação e mecanismos que a envolvem, vamos examinar como essa FM repercute no desempenho esportivo, especificamente, no futebol. Para isso, vamos analisar essas repercussões no desempenho físico, técnico-tático e percepto-cognitivo no contexto do futebol. Entretanto, por que analisar os componentes físico, técnico-táticos e percepto-cognitivos no futebol?

Em primeiro lugar, o futebol é um esporte que requer de seus atletas uma aptidão física que os permita correr em alta intensidade e realizar acelerações em distâncias que variam entre 5 e 60 metros intercalado com longos períodos de atividade em intensidade leve (GOMES; SOUZA, 2011; SMITH *et al.*, 2018). Além disso, para que haja êxito no futebol, dada às suas características de esporte coletivo, o atleta é exigido a desempenhar bem os fundamentos técnicos (chute, passe, domínio, drible etc.) e a compreender e aplicar os componentes táticos (sistemas de jogo – de ataque e defesa) da modalidade (GONÇALVES, 2019). O futebol também é uma modalidade esportiva de habilidades de interceptação, onde as interações causadas pelo jogo exigem dos atletas (do mesmo time e adversários) uma leitura do jogo e uma capacidade de responder a estímulos diversos durante uma partida; esses estímulos surgem de outros atletas ou do objeto principal do futebol: a bola. Portanto, o futebol também é um esporte que demanda de quem o pratica habilidades percepto-cognitivas, comumente centradas na visão, bem desenvolvidas (HODGES *et al.*, 2021).

Alguns estudos de revisão e revisão sistemática têm se dedicado a analisar os efeitos da fadiga mental no desempenho de atletas de futebol (HABAY *et al.*, 2021; KUNRATH *et al.*, 2020; PAGEAUX; LEPERS, 2018; SMITH *et al.*, 2018; SUN *et al.*, 2021) e, a partir de agora, vamos discutir um pouco desses efeitos.

Fadiga mental e desempenho físico no futebol

O teste físico de recuperação intermitente Yo-Yo é bastante usado para avaliar o desempenho físico de atletas de futebol (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008; GRGIC; MIKULIC; MIKULIC, 2022). Esse teste consiste em repetir corridas de 2x20 metros (ida e volta = 1 ciclo) entre cones com velocidades progressivamente crescentes. Os momentos de corrida são separados por 10 segundos de recuperação ativa, nos quais o participante caminha ou corre em volta de um cone situado a 5 metros de distância e depois retorna à linha de partida. Os participantes continuam o teste até que não consigam alcançar a linha de chegada a tempo em duas ocasiões, momento em que a distância percorrida é registrada como o resultado do teste (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008).

Uma meta-análise recente analisou os efeitos da fadiga mental induzida por *smartphone* e *Stroop* teste no desempenho físico ao teste Yo-Yo em sete estudos, dos quais quatro foram rea-

lizados em atletas de futebol (GRGIC; MIKULIC; MIKULIC, 2022). Dentre os estudos incluídos nesta meta-análise, Smith et al. (2016b) observaram que atletas jovens de futebol e com larga experiência na modalidade, quando submetidos a uma tarefa com alta demanda cognitiva e, consequentemente, induzidos à fadiga mental, percorreram uma distância menor (≈ 207 m, $\approx 15\%$) ao realizarem o teste físico de recuperação intermitente Yo-Yo comparado à sessão sem indução de fadiga mental; achados semelhantes foram observados em jovens atletas de futebol fadigados mentalmente com uso de *smartphone* (GRECO *et al.*, 2017). Ainda, Filipas et al. (2021) observaram esse prejuízo físico aumentar conforme a idade de seus atletas (Sub-14, Sub-16 e Sub-18) aumentava.

Os prejuízos de desempenho físico a testes de corrida intermitente e incrementais, como o teste Yo-Yo, em atletas mentalmente fadigados costuma acontecer quando, de acordo com modelo psicobiológico de tolerância ao exercício prévio (MARCORA, 2008), o sujeito realiza o máximo de esforço possível para completar uma tarefa requerida por algum teste ou exercício ou quando o sujeito acredita ter desempenhado o seu esforço máximo para realizar uma tarefa e continuar esse esforço parece ser impossível. Não surpreende, portanto, que a percepção subjetiva de esforço dos atletas nos estudos que avaliaram o desempenho físico via teste Yo-Yo fosse significativamente maior naqueles sob fadiga mental e em todos os momentos de avaliação ao longo do teste quando comparado com os atletas sem fadiga mental (FILIPAS *et al.*, 2021; SMITH *et al.*, 2016b).

Esses prejuízos podem se traduzir em um pior desempenho de corrida durante uma partida de futebol, uma vez que o desempenho no teste Yo-Yo apresenta correlação com o desempenho de corrida em uma partida (BANGSBO; IAJA; KRUSTRUP, 2008). Além disso, estudos de revisão recentes sugerem que a fadiga mental não parece prejudicar o desempenho físico ao esforço máximo (HABAY *et al.*, 2021; PAGEAUX; LEPERS, 2018).

Fadiga mental e desempenho técnico

O desempenho técnico nos esportes está relacionado com a capacidade do atleta em desempenhar fundamentos básicos de modo eficaz e eficiente para que o sucesso das ações individuais e coletivas se convertam em pontos, cestas e, no caso do futebol, em gols. No futebol, o chute, o passe, o drible, o domínio/recepção e a condução da bola são exemplos de fundamentos técnicos (GOMES; SOUZA, 2011; GONÇALVES, 2019). O desempenho tático compreende a leitura de jogo e tomadas de decisão que atletas realizam durante uma partida diante de inúmeras situações possíveis de acontecerem e que dependem de fatores como os atletas da equipe adversária, a condição técnica, física e psicológica do(a) atleta/equipe e das situações que a partida impõe às equipes (GONÇALVES, 2019).

Estudos que avaliaram o efeito da fadiga mental no desempenho técnico-tático no futebol induziram a fadiga mental via Stroop teste nas versões computadorizada (BADIN *et al.*, 2016; FILIPAS *et al.*, 2021; GANTOIS *et al.*, 2020; SOYLU *et al.*, 2022; SOYLU; ARSLAN, 2021), em papel (SMITH *et al.*, 2016b, 2016c, 2017) e em *smartphone* (TRECROCI *et al.*, 2020), além do uso de redes sociais via *smartphone* (FORTES *et al.*, 2019, 2020) e uso de *videogames* (FORTES

et al., 2020). Esses estudos se dedicaram a avaliar tanto as habilidades técnicas ofensivas quanto defensivas e o que torna esses estudos ainda mais valiosos para compreender os efeitos da fadiga mental no desempenho técnico-tático no futebol é a amplitude de ambientes de avaliação que variou desde configurações mais controladas, como quando foi usado o *Loughborough soccer pass assessment* até condições mais próximas da realidade em campo, como os jogos em espaços reduzidos, que variaram bastante quanto ao formato adotado pelos estudos.

No que diz respeito ao impacto da fadiga mental no número de passes realizados condições próximas da realidade de campo, em três situações de fadiga mental *versus* condição de controle, envolvendo um total de 80 participantes (BADIN *et al.*, 2016; CIOCCA *et al.*, 2022; TRECROCI *et al.*, 2020). Os resultados indicaram que a fadiga mental não teve um impacto significativo nesta variável. Vale ressaltar que um dos estudos não obteve sucesso em induzir os atletas à fadiga mental (CIOCCA *et al.*, 2022). Já a precisão dos passes foi avaliada em três estudos envolvendo um total de 80 participantes (BADIN *et al.*, 2016; CIOCCA *et al.*, 2022; TRECROCI *et al.*, 2020). Mais uma vez, a fadiga mental também não demonstrou um impacto significativo na precisão dos passes. O número de passes bem-sucedidos também foi outro aspecto avaliado em estudos prévios (CIOCCA *et al.*, 2022; SMITH *et al.*, 2017; SOYLU *et al.*, 2022). Neste caso, cinco estudos envolveram um total de 196 participantes. Não encontrado um impacto estatisticamente significativo no número de passes bem-sucedidos. Em suma, esses resultados sugerem que, embora os jogadores possam experimentar fadiga mental, eles ainda conseguem manter um nível semelhante de desempenho no de número, precisão e realização de passes bem-sucedidos.

Além disso, a fadiga mental também foi investigada em relação aos erros de passes cometidos durante o jogo. Seis estudos, envolvendo um total de 364 participantes, abordaram esse aspecto (BADIN *et al.*, 2016; CIOCCA *et al.*, 2022; SMITH *et al.*, 2017; SOYLU *et al.*, 2022; SOYLU; ARSLAN, 2021). Os resultados indicaram que a fadiga mental teve um impacto significativo na ocorrência de erros. Isso significa que jogadores sob fadiga mental cometem mais erros de passes em comparação com aqueles em condições sem a presença de fadiga mental.

Em relação ao número total de desarmes realizados por jogadores, a fadiga mental foi observada em cinco situações, juntamente com cinco condições de controle, envolvendo 204 participantes (BADIN *et al.*, 2016; SOYLU *et al.*, 2022; TRECROCI *et al.*, 2020). Os resultados mostraram que a fadiga mental teve um impacto significativo na redução do número total de desarmes. Isso sugere que os jogadores de futebol, sob fadiga mental, podem ser menos ativos na realização de desarmes em comparação com aqueles em condições de controle. Tão importante quanto analisar a quantidade de desarmes realizados, é saber se o desarme foi bem-sucedido. Nesse sentido, a fadiga mental também foi avaliada em relação à porcentagem de desarmes bem-sucedidos (BADIN *et al.*, 2016; CIOCCA *et al.*, 2022; SOYLU; ARSLAN, 2021; TRECROCI *et al.*, 2020). Cinco situações de fadiga mental e cinco condições de controle, com um total de 188 participantes, foram consideradas. Os resultados revelaram que a fadiga mental teve um impacto significativo na redução da porcentagem de desarmes bem-sucedidos. Isso sugere que jogadores sob fadiga mental têm menos probabilidade de realizar desarmes bem-sucedidos em comparação com aqueles sem fadiga mental.

É importante destacar que a fadiga mental desencadeia a ativação do córtex cingulado anterior

na parte frontal do cérebro, o que pode resultar em um aumento nos níveis de adenosina e na redução da dopamina nessa região cerebral. Essas alterações no córtex cingulado anterior desempenham um papel crucial no comprometimento das funções executivas, como a atenção e o ajuste de desempenho (BOKSEM; TOPS, 2008b; LORIST; BOKSEM; RIDDERINKHOF, 2005).

Fadiga mental, desempenho tático e tomada de decisão no futebol

O uso de jogos em espaços reduzidos tem se mostrado como uma ótima estratégia para avaliar o comportamento tático no futebol e tem sido utilizado para avaliar os efeitos da fadiga mental no comportamento tático na modalidade. Além disso, a capacidade dos jogadores de futebol de tomar decisões rápidas e de identificar as decisões mais adequadas no contexto do futebol é fundamental para o desempenho bem-sucedido no esporte (HABAY *et al.*, 2021; KUNRATH *et al.*, 2020; SMITH *et al.*, 2018; SUN *et al.*, 2021; TRAVASSOS *et al.*, 2014).

Ao analisar o desempenho tático de atletas de futebol, Coutinho *et al.* (2017) avaliaram o comportamento tático de 12 atletas amadores de futebol mentalmente fadigados submetidos a um contexto de jogos reduzidos no formato de 6x6 utilizando o *global positioning system* (GPS). Os autores observaram que o comportamento tático dos atletas mentalmente fadigados foi comprometido comparados aos atletas sem fadiga mental. Além disso, foi identificado, nos atletas com fadiga mental, uma diminuição no nível de sincronização entre as duplas de jogadores (principalmente nas direções laterais) e na velocidade desses jogadores para se agruparem e dispersarem quando o jogo exigia (COUTINHO *et al.*, 2017).

A tomada de decisão também tem sido analisada em alguns estudos como componente do desempenho tático no futebol. Smith *et al.* (2016c) avaliaram a tomada de decisão (acurácia e tempo de reação) de 12 atletas de futebol com larga experiência na modalidade a partir vídeos que simulavam ações ofensivas no futebol em sequências que variavam na quantidade e na posição dos atletas no vídeo, como também na duração dos vídeos. Os pesquisadores observaram que os atletas com fadiga mental apresentaram acurácia prejudicada nas formações 3vs1, 3vs2 e 5vs3 em tela e um tempo de reação maior na tomada dessas decisões em todas as formações testadas 2vs1, 3vs1, 3vs2 e 5vs3. Estudo recente, Gantois *et al.* (2020) observaram o efeito da fadiga mental na tomada de decisão de atletas de futebol de forma ecológica, ou seja, em um contexto real, próximo à realidade da prática do futebol que esses atletas vivenciam. Os autores verificaram que a indução de fadiga mental por 30 minutos prejudicou a capacidade de tomada de decisão do passe nesses atletas que foram avaliados ao longo de uma partida simulada de futebol de 90 minutos.

Durante uma partida de futebol, os atletas precisam interpretar rapidamente as movimentações dos companheiros e adversários para tomar decisões assertivas em um ambiente dinâmico e imprevisível. Esse processo exige intensa demanda cognitiva com potencial de causar fadiga mental no atleta, pois envolve percepção visual, atenção, antecipação e memória (AFONSO; GARGANTA; MESQUITA, 2012). Nesse sentido, quando um jogador está mentalmente fadigado, sua capacidade de processar essas informações de forma eficiente pode ser comprometida, aumentando a chance de decisões equivocadas. Isso reforça a preocupação levantada por Gantois

et al. (2020), já que o estado de fadiga mental pode afetar diretamente a qualidade das decisões tomadas em momentos críticos do jogo.

Outros estudos avaliaram eventuais prejuízos causados pela fadiga mental induzida por *smartphone* e videogame na tomada de decisão de atletas de futebol em condições ecológicas semelhantes a mencionada anteriormente (FORTES *et al.*, 2019, 2020). Ambos os estudos sugerem que a tomada de decisão de passe foi prejudicada com a fadiga mental induzida por *smartphone* e *videogame*. Esses achados acendem um alerta, pois o uso de ambos os mecanismos (*smartphone* e *videogame*) são comuns por parte de atletas antes de sessões de treino ou até mesmo de jogos de campeonato.

Adicionalmente, Trecroci et al. (2020) avaliaram a tomada de decisão de passes, chutes e dribles de nove atletas sub-19 de futebol submetidos à fadiga mental em um contexto de jogos em espaços reduzidos. Os pesquisadores observaram que a fadiga mental induzida por teste *Stroop* ao longo de 30 minutos em um *smartphone* foi capaz de prejudicar a tomada de decisão dos passes (negativo e acurácia) e do drible (acurácia) nesses atletas comparados aos atletas que não estavam com fadiga mental.

Uma explicação possível para esses prejuízos da fadiga mental no desempenho tático e na tomada de decisão de atletas no futebol pode estar relacionado à redução do nível atencional e da eficiência em processar informações do ambiente (BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2005b; VAN DER LINDEN; FRESE; MEIJMAN, 2003). Esses prejuízos podem ser ainda mais significantes em configurações de estudo mais ecológicas, como quando os estudos avaliam a tomada de decisão em jogos de espaços reduzidos ou simulando um jogo real, visto que a quantidade de estímulos irrelevantes é maior comparado a um ambiente mais controlado.

Como driblar a fadiga mental?

Até aqui vimos o que é, como o porquê a FM faz parte do cotidiano do atleta de futebol. Mas seria, então, a FM inevitável? Não há nada que possa ser feito para tentar “remediar” um cenário de FM em jogadores de futebol? Considerando que há diversos fatores externos e internos a prática esportiva podem levar ao cenário de FM e que a consequência iminente é a perda de desempenho, é importante que pensemos em soluções de remediação e/ou combate a esse estado. É importante lembrarmos que, especificamente no futebol, a FM parece afetar aspectos cognitivos, aspectos técnico-táticos, aspectos físicos e tomada de decisão.

Uma recente e importante estudo de revisão buscou investigar quais ferramentais tem sido utilizada para combater a FM (PROOST *et al.*, 2022). Interessantemente, diversas ferramentas têm sido testadas nesse sentido, sendo classificadas como intervenções fisiológicas, comportamentais e psicológicas (PROOST *et al.*, 2022); ressalta-se, ainda, que a tais ferramentas têm sido utilizadas em diferentes momentos em relação ao evento da FM, mas tal revisão apenas incluiu estudos em que a intervenção até sete dias antes do evento de FM.

No que diz respeito as intervenções fisiológicas, estudos testaram o efeito de diversas substâncias classificadas como suplementos alimentares, como a cafeína, a creatina, malto dextrina, bochecho de carboidrato e guaraná, além de ferramentas de relativo pouco uso no ambiente

prático, como a estimulação cerebral elétrica. De forma geral, os suplementos alimentares citados acima parecem modular a resposta subjetiva (o quanto estou me sentindo mentalmente fadigado), alguns modularam a resposta comportamental (por exemplo, velocidade de processamento cognitivo) e alguns modelaram a performance esportiva (PROOST *et al.*, 2022). No que diz respeito às intervenções comportamentais, o exercício, a massagem mecânica, o cochilo e a música foram as principais estratégias investigadas. Dos métodos citados acima, todos apresentaram melhoras na resposta perceptual, porém apenas a música apresentou resposta positiva no que respeito ao desempenho. Por fim, a motivação extrínseca e o *mindfulness* foram as principais intervenções investigadas, sendo apenas a motivação se apresentou como positiva em combater os efeitos da FM (PROOST *et al.*, 2022).

Vale a pena ressaltar que a grande maioria dos elementos utilizados para combater a FM já são amplamente utilizados por futebolistas, mas como outros fins. Por exemplo, o bochecho de carboidrato é amplamente utilizado por esses atletas para manterem seus níveis de glicose adequados durante o jogo; a creatina é amplamente utilizada para fins de ganho de massa muscular; a música é um artifício amplamente utilizado antes do jogo, até mesmo como métodos de relaxamento e/ou motivação extrínseca. Porém, no âmbito futebolístico, a sobrecarga cognitiva e, por conseguinte, a FM, pode vir através de outras fontes, como o uso de rede social e uso de videogame. Por exemplo, Thompson e colaboradores (THOMPSON *et al.*, 2020) verificou que há um uso prevalente de redes sociais e videogame antes das partidas de futebol. Nesse sentido, cabe aos técnicos identificarem potenciais fontes de FM e identificar se/quando esse estado se instala em seus atletas, para, assim, tomar a decisão de qual recurso utilizar para driblar a FM.

Conclusão e direcionamentos práticos

Neste capítulo vimos que a FM é um estado que pode ser recorrente no dia a dia atlético de futebolistas e, pode, potencialmente, afetar o desempenho deles. Adicionalmente, vimos que há potenciais ferramentas que podem ser utilizadas como contraponto a FM. É importante que se deixe claro que a FM é um fenômeno presente na rotina atlética, sobretudo porque a sobrecarga cognitiva, pode, potencialmente, advir de múltiplas fontes, inclusive algumas de difícil controle externo. Nesse sentido, cabe aos envolvidos no cenário futebolísticos (jogadores, treinadores, staffs, etc) terem clareza deste fenômeno, identifica-lo e buscar alternativas de evitá-lo, para, assim, o desempenho esportivo não seja prejudicado pela FM.

Referências

AFONSO, J.; GARGANTA, J.; MESQUITA, I. A tomada de decisão no desporto: o papel da atenção, da antecipação e da memória. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, p. 592–601, 2012.

BADIN, O. O.; SMITH, M. R.; CONTE, D.; COUTTS, A. J. Mental Fatigue: Impairment of

Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 8, p. 1100–1105, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0710>

BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 37–51, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>

BOKSEM, M. A. S.; MEIJMAN, T. F.; LORIST, M. M. Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. **Cognitive Brain Research**, v. 25, n. 1, p. 107–116, 2005 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.04.011>

BOKSEM, M. A. S.; MEIJMAN, T. F.; LORIST, M. M. Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. **Brain research. Cognitive brain research**, v. 25, n. 1, p. 107–16, 2005 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.04.011>

BOKSEM, M. A. S.; MEIJMAN, T. F.; LORIST, M. M. Mental fatigue, motivation and action monitoring. **Biological Psychology**, v. 72, n. 2, p. 123–132, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007>

BOKSEM, M. A. S.; TOPS, M. Mental fatigue: Costs and benefits. **Brain Research Reviews**, v. 59, n. 1, p. 125–139, 2008 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001>

BOKSEM, M. A. S.; TOPS, M. Mental fatigue: Costs and benefits. **Brain Research Reviews**, v. 59, n. 1, p. 125–139, 2008 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001>

CIOCCA, G.; TESSITORE, A.; MANDORINO, M.; TSCHAN, H. A Video-Based Tactical Task Does Not Elicit Mental Fatigue and Does Not Impair Soccer Performance in a Subsequent Small-Sided Game. **Sports**, v. 10, n. 3, p. 31, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/sports10030031>

COUTINHO, D.; GONÇALVES, B.; TRAVASSOS, B.; WONG, D. P.; COUTTS, A. J.; SAMPAIO, J. E. Mental Fatigue and Spatial References Impair Soccer Players' Physical and Tactical Performances. **Frontiers in Psychology**, v. 8, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01645>

FILIPAS, L.; BORGHI, S.; LA TORRE, A.; SMITH, M. R. Effects of mental fatigue on soccer-specific performance in young players. **Science and Medicine in Football**, v. 5, n. 2, p. 150–157, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1823012>

FORTES, L. S.; DE LIMA-JUNIOR, D.; FIORESE, L.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. R. A.; MORTATTI, A. L.; FERREIRA, M. E. C. The effect of smartphones and playing video games on deci-

sion-making in soccer players: A crossover and randomised study. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 5, p. 552–558, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1715181>

FORTES, L. S.; LIMA-JUNIOR, D.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. R. A.; COSTA, E. C.; MATTA, M. O.; FERREIRA, M. E. C. Effect of exposure time to smartphone apps on passing decision-making in male soccer athletes. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 44, p. 35–41, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.05.001>

GANTOIS, P.; CAPUTO FERREIRA, M. E.; LIMA-JUNIOR, D. de; NAKAMURA, F. Y.; BATISTA, G. R.; FONSECA, F. S.; FORTES, L. de S. Effects of mental fatigue on passing decision-making performance in professional soccer athletes. **European Journal of Sport Science**, v. 20, n. 4, p. 534–543, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1656781>

GIBOIN, L.-S.; WOLFF, W. The effect of ego depletion or mental fatigue on subsequent physical endurance performance: A meta-analysis. **Performance Enhancement and Health**, v. 7, n. 1–2, p. 100150, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.peh.2019.100150>

GOMES, A. C.; SOUZA, J. de. **Futebol**. Porto Alegre: Grupo A, 2011.

GONÇALVES, P. da S. **Metodologia do futebol e do futsal**. Porto Alegre: Sagah, 2019.

GRECO, G.; TAMBOLINI, R.; AMBRUOSI, P.; FISCHETTI, F. Negative effects of smartphone use on physical and technical performance of young footballers. **Journal of physical education and sport**, v. 17, n. 4, p. 2495–2501, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.04280>

GRGIC, J.; MIKULIC, I.; MIKULIC, P. Negative Effects of Mental Fatigue on Performance in the Yo-Yo Test, Loughborough Soccer Passing and Shooting Tests: A Meta-Analysis. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 7, n. 1, p. 10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jfmk7010010>

HABAY, J.; VAN CUTSEM, J.; VERSCHUEREN, J.; DE BOCK, S.; PROOST, M.; DE WACHTER, J.; TASSIGNON, B.; MEEUSEN, R.; ROELANDS, B. Mental Fatigue and Sport-Specific Psychomotor Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 51, n. 7, p. 1527–1548, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01429-6>

HILL, A. V.; LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. **Quarterly Journal of Medicine**, v. os-16, n. 62, p. 135–171, 1923. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/qjmed/os-16.62.135>

HODGES, N. J.; WYDER-HODGE, P. A.; HETHERINGTON, S.; BAKER, J.; BESLER, Z.; SPER-

ING, M. Topical Review: Perceptual-cognitive Skills, Methods, and Skill-based Comparisons in Interceptive Sports. **Optometry and Vision Science**, v. 98, n. 7, p. 681–695, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001727>

KUNRATH, C. A.; CARDOSO, F. da S. L.; CALVO, T. G.; COSTA, I. T. da. Mental fatigue in soccer: a systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 2, p. 172–178, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1517-869220202602208206>

LORIST, M. M.; BOKSEM, M. A. S.; RIDDERINKHOF, K. R. Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. **Brain research. Cognitive brain research**, v. 24, n. 2, p. 199–205, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.01.018>

MARCORA, S. M. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? **European Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 5, p. 929–931, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0818-3>

NOAKES, T. D. Is it time to retire the A.V. hill model?: A rebuttal to the article by professor Roy Shephard. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 263–277, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.2165/11583950-000000000-00000>

PAGEAUX, B.; LEPERS, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. *In: Progress in Brain Research*. 1. ed. [S. l.]: Elsevier B.V., 2018. v. 240, p. 291–315. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.10.004>

PROOST, M.; HABAY, J.; DE WACHTER, J.; DE PAUW, K.; RATTRAY, B.; MEEUSEN, R.; ROELANDS, B.; VAN CUTSEM, J. **How to Tackle Mental Fatigue: A Systematic Review of Potential Countermeasures and Their Underlying Mechanisms**. [S. l.]: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01678-z>

SMITH, M. R.; COUTTS, A. J. ames; MERLINI, M.; DEPREZ, D.; LENOIR, M.; MARCORA, S. M. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 2, p. 267–276, 2016 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762>

SMITH, M. R.; COUTTS, A. J.; MERLINI, M.; DEPREZ, D.; LENOIR, M.; MARCORA, S. M. Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 2, p. 267–76, 2016 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762>

SMITH, M. R.; FRANSEN, J.; DEPREZ, D.; LENOIR, M.; COUTTS, A. J. Impact of mental fatigue

on speed and accuracy components of soccer-specific skills. **Science and Medicine in Football**, v. 1, n. 1, p. 48–52, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1252850>

SMITH, M. R.; THOMPSON, C.; MARCORA, S. M.; SKORSKI, S.; MEYER, T.; COUTTS, A. J. Mental Fatigue and Soccer: Current Knowledge and Future Directions. **Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1525–1532, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0908-2>

SMITH, M. R.; ZEuwTS, L.; LENOIR, M.; HENS, N.; DE JONG, L. M. S.; COUTTS, A. J. Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 14, p. 1297–1304, 2016 c. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1156241>

SOYLU, Y.; ARSLAN, E. Effects of mental fatigue on psychophysiological, cognitive responses, and technical skills in small-sided games in amateur soccer players. **Baltic Journal of Health and Physical Activity**, v. Supplement, n. 2, p. 43–50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29359/BJHPA.2021.Suppl.2.05>

SOYLU, Y.; RAMAZANOGLU, F.; ARSLAN, E.; CLEMENTE, F. Effects of mental fatigue on the psychophysiological responses, kinematic profiles, and technical performance in different small-sided soccer games. **Biology of Sport**, v. 39, n. 4, p. 965–972, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5114/biol sport.2022.110746>

SUN, H.; SOH, K. G.; ROSLAN, S.; WAZIR, M. R. W. N.; SOH, K. L. Does mental fatigue affect skilled performance in athletes? A systematic review. **PLOS ONE**, v. 16, n. 10, p. e0258307, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258307>

THOMPSON, C. J.; NOON, M.; TOWLSON, C.; PERRY, J.; COUTTS, A. J. ames; HARPER, L. D.; SKORSKI, S.; SMITH, M. R.; BARRETT, S.; MEYER, T. Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 13, p. 1524–1530, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1746597>

TRAVASSOS, B.; GONÇALVES, B.; MARCELINO, R.; MONTEIRO, R.; SAMPAIO, J. How perceiving additional targets modifies teams’ tactical behavior during football small-sided games. **Human Movement Science**, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.005>

TRECROCI, A.; BOCCOLINI, G.; DUCA, M.; FORMENTI, D.; ALBERTI, G. Mental fatigue impairs physical activity, technical and decision-making performance during small-sided games. **PLOS ONE**, v. 15, n. 9, p. e0238461, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238461>

VAN CUTSEM, J.; MARCORA, S. M.; DE PAUW, K.; BAILEY, S. P.; MEEUSEN, R.; ROELANDS, B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1569–1588, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>

VAN DER LINDEN, D.; FRESE, M.; MEIJMAN, T. F. Mental fatigue and the control of cognitive processes: Effects on perseveration and planning. **Acta Psychologica**, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(02\)00150-6](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(02)00150-6)

VESTBERG, T.; GUSTAFSON, R.; MAUREX, L.; INGVAR, M.; PETROVIC, P. Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. **PLOS ONE**, v. 7, n. 4, p. 1–5, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>

WASCHER, E.; RASCH, B.; SÄNGER, J.; HOFFMANN, S.; SCHNEIDER, D.; RINKENAUER, G.; HEUER, H.; GUTBERLET, I. Frontal theta activity reflects distinct aspects of mental fatigue. **Biological Psychology**, v. 96, n. 1, p. 57–65, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.010>

TECNOLOGIA APLICADA AO FUTEBOL: A UTILIZAÇÃO DO GPS COMO FERRAMENTA OBSERVACIONAL DO DESEMPENHO FÍSICO DE FUTEBOLISTAS

Aldair José de Oliveira
Andrew Matheus Gomes Soares
Bruno Lima Medeiros
Guilherme Rosa de Abreu

Introdução

O futebol é caracterizado como um esporte de invasão que envolve duas equipes adversárias que necessitam marcar gols para vencerem (MAIA JÚNIOR et al., 2023). É considerada a modalidade mais popular do mundo, sendo praticada por todas as faixas etárias (HENESSY et al., 2018; SOUZA et al., 2015). Essa popularidade também tem sido observada no futebol feminino, com número crescente de jogadoras participando de ligas profissionais, competições internacionais, ou mesmo de forma recreacional (STRAUSS et al., 2019).

Segundo Dos Santos et al. (2012), o futebol é um esporte intermitente, com esforços físicos que variam entre baixa, moderada, e alta intensidade, tendo predominância do metabolismo aeróbico em 88% do tempo total da partida, com os 12% restante de esforços realizados no metabolismo anaeróbico. Contudo, a evolução da modalidade vem trazendo modificações em suas exigências, englobando aspectos psicológicos, biomecânicos, e elementos técnicos e táticos que influenciarão tanto o treinamento como o jogo, além dos aspectos fisiológicos (OCHOA, 2023).

A exigência física do futebol atual é considerada alta. Assim, a estruturação de programas de treinamento em função do calendário competitivo representa um grande desafio para os treinadores. Soma-se o fato de que os períodos preparatórios para cada clube têm se tornado cada vez menores por razão da participação em muitas competições, por vezes disputadas simultaneamente (DE SOUZA, 2015).

Por esse motivo, o desempenho dos jogadores gera expectativas crescentes a cada temporada. Com o aumento do número de corridas de alta intensidade, acelerações e desacelerações, ocorre também um aumento da carga geral de cada jogador, levando a um maior risco de ocorrência de lesões (PILKA et al., 2023). Esse é um fator preocupante visto que as lesões representam um grande impacto na indústria da modalidade devido à sua influência em aspectos que incluem o estado mental do jogador, o desempenho do time, e até mesmo os custos da reabilitação do atleta (ROSSI et al., 2018).

Segundo Bertschy (2021), o risco de lesão musculoesquelética associada à participação no

futebol varia entre 2,33 e 7,4 para cada 1.000 exposições atléticas à modalidade. Devido a esses números, estratégias que possam reduzir esse risco são observadas como particularmente importantes, incluindo aquelas que são associadas à utilização de distintos aparatos e ferramentas de inovação tecnológica.

No cenário competitivo do futebol profissional, cada detalhe faz a diferença, e a utilização de tecnologias de ponta se tornou um aspecto crucial para o sucesso das equipes, entre elas é possível utilizar equipamentos como acelerômetros e GPS (*Global Positioning System*) para monitorar dados dos atletas de forma individual ou coletiva, softwares de análise de desempenho, que são programas específicos de computadores que buscam gerar informações sobre esses atletas, além da própria realidade virtual e/ou aumentada no qual buscam explorar cenários hipotéticos de jogos, que buscam, no geral, melhorar o desempenho e a tomada de decisão do jogador ou da equipe. O uso de GPS e dispositivos vestíveis se destacam, desempenhando um papel fundamental na otimização do desempenho e no aprimoramento do treinamento dos jogadores (GONZÁLEZ-VÍLLORA et al., 2015; PONS et al., 2021).

O GPS revolucionou a forma como as equipes de futebol analisam e gerenciam o desempenho dos atletas. Cada jogador usa um dispositivo GPS vestível durante os treinos e jogos, permitindo que os treinadores e a equipe técnica colem dados valiosos em tempo real. Esses dados incluem informações sobre a distância percorrida, a velocidade, os padrões de movimento, a frequência cardíaca e até mesmo a carga de trabalho físico suportada pelo jogador (PRINCIPE; DE SOUZA VALE; DE ALKMIM MOREIRA NUNES, 2020). Com acesso a essas informações, os treinadores podem tomar decisões mais informadas sobre substituições, estratégias táticas e planejamento de treinamento (GONZÁLEZ-VÍLLORA et al., 2015).

A aplicação do GPS no treinamento vai além da análise do desempenho em partidas. Os treinadores podem monitorar a progressão individual dos jogadores ao longo do tempo, identificando áreas de melhoria e adaptando programas de treinamento específicos para atender às necessidades de cada atleta (RAMOS et al., 2017). Isso ajuda a maximizar a eficácia do treinamento e a reduzir o risco de lesões por sobrecarga, permitindo que os jogadores alcancem seu potencial máximo de forma segura.

Outra forma que o GPS pode ajudar é monitorar diferenças individuais no perfil de desempenho dos jogadores. Isso é crucial para identificar talentos com características específicas, como velocidade explosiva ou resistência física superior, ajudando os treinadores a posicionar cada atleta de forma mais eficiente dentro de suas funções no campo (PILLITTERI et al., 2023).

Outra vantagem relevante é a possibilidade de utilizar os dados coletados para realizar comparações de desempenho ao longo de uma temporada ou em diferentes partidas. Isso permite uma avaliação objetiva do impacto das variações táticas, mudanças na condição climática ou a evolução do condicionamento dos jogadores. Essas informações contribuem diretamente para a melhoria contínua da performance da equipe (RAVÉ et al., 2020).

Por fim, os dados gerados pelos dispositivos GPS também podem ser integrados a plataformas de big data, permitindo análises mais profundas e projeções futuras. Com isso, as comissões técnicas conseguem prever tendências de desgaste físico, ajustar cargas de treino com maior

precisão e desenvolver estratégias táticas baseadas em dados concretos, elevando o nível de competitividade da equipe (GOES et al., 2020).

Além do GPS, outros dispositivos vestíveis como relógios inteligentes, monitores de frequência cardíaca e roupas com sensores também são cada vez mais utilizados no futebol profissional (STEIJLEN et al., 2021; WILMES et al., 2020). Esses dispositivos fornecem dados adicionais sobre a saúde e o desempenho dos jogadores, como a qualidade do sono, os níveis de estresse e a recuperação muscular (TURCZYN et al., 2022; ZADEH et al., 2020). Isso permite que a equipe médica e os treinadores personalizem planos de treinamento e recuperação para manter os jogadores em sua melhor forma física e mental.

A aplicação do GPS no monitoramento de desempenho no futebol depende de fatores como a escolha de dispositivos vestíveis precisos e confortáveis, a capacitação da equipe técnica para interpretar os dados, e o uso de softwares avançados para análise. Além disso, sua eficácia está ligada ao contexto de aplicação, como o tipo de treino e fase da temporada, e à integração com dados fisiológicos, permitindo uma abordagem mais completa para otimizar o desempenho e prevenir lesões (RAVÉ et al., 2020; DOLSON et al., 2022; BERTSCHY, 2021).

Em resumo, o uso de GPS e tecnologias vestíveis no futebol profissional tem sido uma virada de jogo para a otimização do desempenho e aprimoramento do treinamento. Essas ferramentas permitem que as equipes tomem decisões mais informadas, personalizem programas de treinamento, monitorem a saúde dos jogadores e previnam lesões. Com a constante evolução dessas tecnologias, o futuro do futebol profissional se desenha com atletas mais preparados e equipes mais competitivas. Portanto, o objetivo do presente deste capítulo é investigar, através de uma revisão integrativa, o uso do GPS com vistas a observar o desempenho físico de futebolistas profissionais.

Métodos

Esta revisão integrativa foi baseada em uma estratégia de busca aplicada nas seguintes bases de dados: PubMed, Scopus e LILACS. Os termos de pesquisa utilizados foram “atividade física”, “GPS”, “Sistema de Posicionamento Global”, “desempenho físico” e “jogador de futebol” – todos em inglês. As bases de dados foram pesquisadas incluindo as expressões mencionadas em qualquer parte do texto. Não foram utilizados limites de data para a pesquisa, a qual foi concluída em 2 de setembro de 2023.

Os artigos foram selecionados inicialmente examinando-se títulos e resumos identificados durante a busca. Os manuscritos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Em seguida, os textos completos dos artigos selecionados foram acessados e avaliados em relação aos critérios de exclusão. Os artigos incluídos foram aqueles que investigaram diferentes aspectos do condicionamento físico de futebolistas homens ou mulheres, tendo o GPS como a ferramenta tecnologia utilizada.

Os artigos excluídos foram de (a) artigos de revisão, (b) aqueles que possuíam amostras de não futebolistas, (c) aquelas que não avaliaram domínios do condicionamento físico dos jogadores, e (d) relatos de experiência. O processo de seleção dos artigos foi realizado por um único

pesquisador. A Figura 1 mostra um fluxograma resumindo a estratégia aplicada para identificar e seleccione os estudos.

Os dados foram submetidos à análise do conteúdo através das seguintes etapas: a) pre-análise (que compreendeu leitura, organização, operacionalização e sistematização das informações); b) exploração do material: codificação e classificação temática (dois pesquisadores participaram desta etapa); e c) tratamento de resultados e interpretação (aplicando técnicas de análise descritiva).

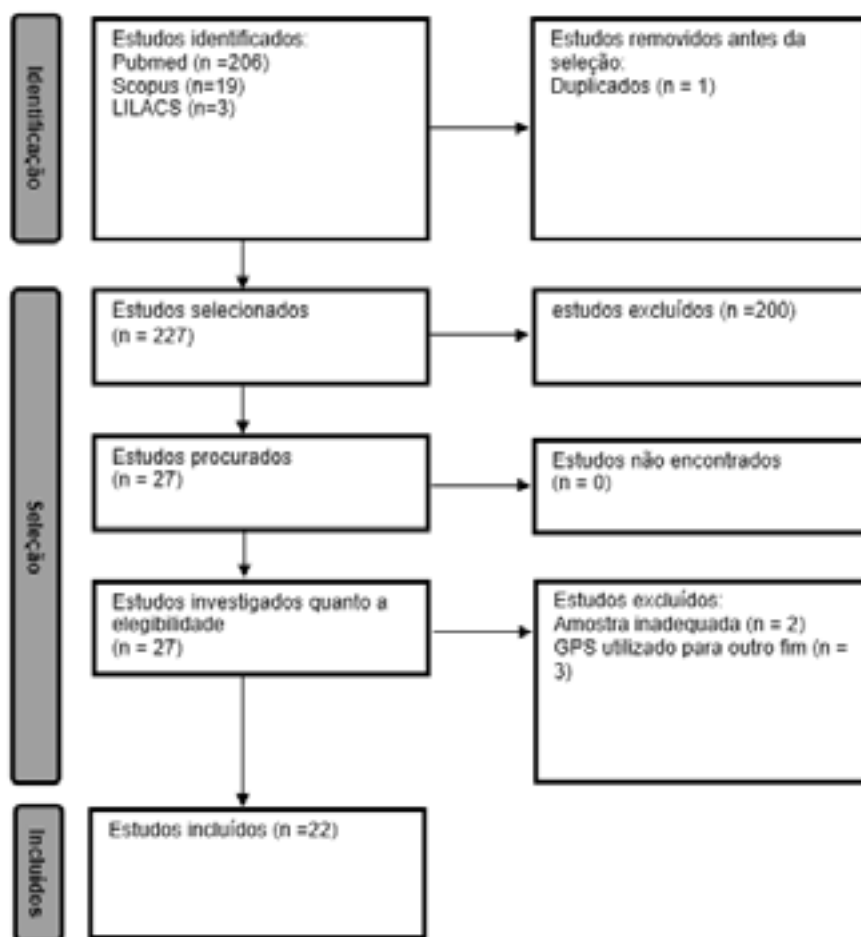


Figura 1: Processo de seleção dos estudos.

Resultados e discussão

Vinte e dois estudos utilizaram o GPS como instrumento para observar e avaliar o desempenho de jogadores de futebol. Esses estudos representam uma amostra significativa da pesquisa contemporânea na área de ciência esportiva. Ao todo, foram acompanhados 551 futebolistas que competiam em diversas ligas nacionais, abrangendo a maioria dos continentes, com exceção da América Central e da África. Os estudos selecionados utilizaram uma série de métricas as quais foram relevantes para a avaliação do desempenho dos jogadores de futebol e nas relações investigadas em cada pesquisa. Entre as métricas mais frequentemente reportadas,

destacam-se: o total de distância percorrida, que oferece uma visão abrangente do volume de trabalho realizado durante uma partida; as velocidades de baixa, média e alta intensidade, que possibilita identificar o grau de intensidade dos exercícios os quais os jogadores foram submetidos; número de acelerações, desacelerações e sprints, que fornecem estimativas sobre a agilidade dos atletas. No entanto, vale ressaltar que essas métricas são apenas uma parte do conjunto de informações coletadas e analisadas nesses estudos. Além disso, outros aspectos e resultados mais detalhados, como dados fisiológicos, técnicos e táticos, também foram investigados.

Os objetivos dos estudos estavam relacionados ao desempenho de jogadores de futebol profissional que abrangeram uma variedade de tópicos, desde a validação de sistemas de rastreamento GPS para medir o desempenho físico até a análise da influência de variáveis contextuais e de treinamento. Alguns estudos buscaram entender a variabilidade nos dados de GPS coletados durante jogos oficiais e como essa variabilidade pode afetar o desempenho dos jogadores.

Outros investigaram a relação entre a carga de treinamento, desempenho físico e bem-estar dos jogadores, considerando as fases de treinamento. Além disso, há estudos que se concentraram em analisar a resposta fisiológica dos jogadores durante microciclos competitivos e a variação no desempenho entre partidas. Também se examinou a influência de fatores como o local do jogo, nível do adversário e resultados na carga física e no desempenho dos jogadores. Além disso, alguns estudos têm um foco específico em variáveis físicas, como distância percorrida, velocidade e sprints, relacionando-as à aptidão aeróbica e anaeróbica. Outros investigaram o impacto de viagens em fusos horários, a carga de treinamento em diferentes posições de jogo e até mesmo os efeitos de eventos como a pandemia de COVID-19 no desempenho dos jogadores. Esses estudos fornecem informações valiosas para treinadores, preparadores físicos e pesquisadores interessados em otimizar o desempenho e o treinamento de jogadores de futebol de elite, bem como em compreender as complexidades envolvidas no contexto esportivo. As informações mais detalhadas acerca das características e resultados desses estudos podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características e resultados dos estudos.

Autor	Amostra	Origem da amostra	Idade	Objetivo	Métricas avaliadas	Equipamento	Conclusão
Reinhardt L et al. (2019)	34 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol alemão	20,0 ± 4,0 anos	Estabelecer a validade de um sistema de rastreamento baseado em GPS (Polar Team Pro System, PTPS) para estimar o desempenho do sprint e avaliar índices diagnósticos adicionais derivados do curso temporal da velocidade de movimento	Tempo para correr 10 m e 20 m. Distância em 10 m e 20 m. Tempo para velocidades de 20 km/h e 25 km/h. Distância percorrida ao atingir 20 km/h e 25 km/h. Velocidades alcançadas em 20 km/h e 25 km/h. Velocidades registradas ao passar por pontos de medição. Velocidade entre 5 e 20 km/h e entre 20 e 25 km/h.	GPS (Pollar, PTPS) e photoelectric timing gates (TG)	Curvas de velocidade do GPS são úteis para analisar sprints
Al Haddad H et al. (2018)	19 jogadores profissionais (Homens)	Partidas na liga nacional, copa nacional, supercopa nacional e UEFA Europa League	27,0 ± 3,3 anos	Avaliar a variabilidade jogo a jogo obtida por meio de aparelhos GPS, coletados durante jogos oficiais em jogadores profissionais de futebol	Total de distância percorrida (m). Velocidade de 13-18 km/h, 18-21 km/h e acima de 21 km/h. Número de acelerações entre 2.5-4 m/s ² e > 4 m/s ² . Número de esforços > 21 km/h. Velocidade máxima atingida durante a partida (em km/h).	GPS 5Hz (SPI Pro X, GPSports, Canberra, Australia)	A alta variabilidade no desempenho de corrida relacionada à posição de jogo deve ser considerada na prescrição e monitoramento do treinamento.
Augusto D et al. (2022)	20 jogadores profissionais (Homens)	Série A do Brasil em 2019.	25,7 ± 4,4 anos	Investigar a influência de variáveis contextuais no pico de desempenho físico em jogadores de futebol masculino de elite	Total de distância percorrida (m). Distância percorrida em velocidade (HIR, ≥19.8 km·h ⁻¹). Aceleração (≥2 m·s ⁻²). Desaceleração (≤-2 m·s ⁻²).	GPS de 10 Hz (Viper pod, STATSports, Belfast, Reino Unido)	O relatório de pesquisa ajuda a melhorar o treinamento para retorno ao jogo e pós-lesão, focando nos momentos de pico de desempenho.
Mara J K et al. (2023)	17 jogadoras profissionais (Mulheres)	NR	NR	Investigar a variação nas demandas de treinamento, no desempenho físico e no bem-estar dos jogadores de acordo com a fase de treinamento em jogadoras de futebol feminino. Um objetivo secundário deste estudo foi examinar as relações entre demandas de treinamento, desempenho físico e bem-estar dos jogadores	Total de distância percorrida (m). Distância percorrida em velocidade (HIR, ≥19.8 km·h ⁻¹). Aceleração (≥2 m·s ⁻²). Desaceleração (≤-2 m·s ⁻²).	GPS 15Hz (SPI HPU, GPSports Systems, Canberra, Australia)	Monitorar treinamento e desempenho em jogadoras de futebol feminino elite garante que metas de treinamento sejam alcançadas.

COLETÂNEA UNIVERSO DO FUTEBOL

Redkva Pe et al. (2018)	18 jogadores profissionais (Homens)	Primeira divisão do estado do Paraná, Brasil.	23,0 ± 3,0 anos	Verificar possíveis relações entre a distância percorrida, a velocidade máxima de corrida e o número de ações de alta intensidade realizadas durante uma partida amistosa de futebol com a aptidão aeróbia e anaeróbia em jogadores profissionais.	Total de distância percorrida (m). Distância em alta velocidade (>3.4 m/s). Sprint (>5.4 m/s). Aceleração de alta intensidade (>2 m/s ²). Desaceleração de alta intensidade (<2 m/s ²).	GPS de 5Hz (QStarz, Taipei, Taiwan)	Jogadores com melhores resultados no YET mostraram desempenho superior em distância percorrida e ações de alta intensidade, mas não houve correlação com índices anaeróbios. O desempenho físico de jogadores de futebol é influenciado pelo local do jogo, qualidade do adversário e pontos necessários para manter a categoria, com maior distância percorrida no segundo tempo em jogos fora de casa, menor queda na distância total contra equipes de alto nível e maior distância percorrida no primeiro tempo quando a equipe está próxima do rebaixamento.
García-Unanue J et al. (2018)	10 jogadores profissionais (Homens)	Terceira divisão (Segunda B Division) da Espanha.	NR	Investigar a influência do local do jogo, do período de jogo, do nível do adversário e dos pontos necessários para manter a categoria em relação às variáveis físicas em jogadores profissionais de futebol.	Total de distância percorrida (m). Distância em diferentes categorias de velocidade: Parado (0–2 km/h), Caminhada (2–7 km/h), Corrida leve (7–13 km/h) e rápida (13–18 km/h), Corrida em alta velocidade (18–21 km/h), Sprints realizados a uma velocidade > 21 km/h. Tempo de sprint (em segundos). Distância de sprint (em metros), Aceleração: 1.5–2 m/s ² , 2–2.5 m/s ² , 2.5–2.75 m/s ² , 2.75 m/s ²	GPS de 15 Hz (GPSport, Austrália)	A carga de treinamento de pré-temporada não influencia o desempenho geral da equipe, que é afetado por vários outros fatores
Coppalle S et al. (2019)	35 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da segunda divisão francesa.	26,2 ± 5,1 anos	Avaliar os efeitos da carga de treinamento pré-temporada sobre marcadores bioquímicos, lesões e desempenho durante o primeiro mês do período competitivo em futebolistas profissionais	Velocidade <12 km/h; 12–16 km/h; 16–20 km/h; 20–25 km/h e >25 km	GPS 15Hz (GPSPORT)	A análise do desempenho competitivo é crucial para a aplicação eficaz da carga de treinamento em futebolistas profissionais, evitando fadiga excessiva que prejudica o desempenho.
Chena M et al. (2021)	22 jogadores profissionais (Homens)	Não especificado	NR	Destacar a resposta fisiológica de um time de futebol profissional através de microciclos competitivos na temporada, de acordo com as variáveis contextuais de desempenho mais influentes	Distância total percorrida (m) - Número de acelerações >2,50 m/s ² Número de desacelerações <–2,50 m/s ² Corrida em alta velocidade (m) - >21 km/h Potência metabólica (W/Kg) - Distância relativa percorrida (m/min) - Corrida em alta velocidade relativa >21 km/h/tempo	GPS de 10 Hz (GPEXE ©, Udine, Itália)	

COLETÂNEA UNIVERSO DO FUTEBOL

Joshua Trewin et al. (2017)	45 jogadoras profissionais (Mulheres)	Elite de futebol feminino de uma seleção nacional sênior que estava entre as 10 melhores equipes do mundo.	NR	Examinar a variação match-to-match do match-running em jogadoras de futebol feminino de elite utilizando GPS, usando jogo completo e período de rolagem Análises.	Corrida em alta velocidade: acima de 4,58 m/s. Sprinting: acima de 5,55 m/s. Acelerações máximas: acima de 2,26 m/s ² . Distância total percorrida. Distância de corrida em alta velocidade: Número de esforços de corrida em alta velocidade: Número de esforços de sprint: Número de acelerações	GPS de 10 Hz (Minimax S4, Catapult Innovations, Australia).	Considerar a variação do jogador, identificar picos de esforço e usar tecnologia de microsensores são cruciais para a análise de desempenho no futebol.
Caro E etl al. (2022)	14 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da Premier League do Azerbaijão.	23,86 ± 3,58 anos	Analisar os períodos de intensidade submáxima (SubMIP's) manifestados por jogadores profissionais de futebol durante as partidas oficiais (número de eventos e tempo gasto em cada evento), de acordo com a posição do jogador, a metade da partida e a partida, e também agrupar os jogadores de acordo com seus valores de SubMip durante a competição	Distância percorrida em velocidade >19,8 km/h Distância percorrida em velocidade >25,2 km/h (Sprint). Densidade de aceleração (AccDens). Potência metabólica média (MetPow). Metros por minuto (Mmin)	GPS de 10 Hz (STATSports APEX ProSeries; STATSports, Newry, Irlanda do Norte)	As diferenças entre SubMIPs estão relacionadas ao desempenho físico individual, enquanto a posição do jogador pode influenciar diferenças durante as partidas
Suares Arrones et al. (2014)	30 jogadores profissionais (Homens)	Jogadores de futebol de elite da Europa	NR	Quantificar pela primeira vez o perfil físico e fisiológico de jogadores profissionais de futebol em jogos oficiais usando GPS e resposta de frequência cardíaca	Caminhada (0.1-7.0 km/h). Corrida em baixa velocidade (7.1-13.0 km/h). Corrida em velocidade média (13.1-18.0 km/h). Corrida em alta velocidade (18.1-21.0 km/h). Sprint (>21.0 km/h)	GPS de 5Hz (SPI Pro X;; GPSports Systems, Canberra, Australia)	O estudo destaca diferenças entre posições de jogo e sugere que os treinadores devem adaptar o treinamento com base nos requisitos específicos de cada posição.”
Douchet T et al. (2021)	12 jogadoras profissionais (Mulheres)	Clube de futebol da primeira divisão francesa	24,2 ± 2,3 anos	Investigar se aceleração e desaceleração eram bons indicadores da variação das cargas de treinamento em jogadoras de futebol de elite	Caminhada < 8,00 km/h, Corrida lenta entre 8,00 e 12,00 km/h, Corrida em baixa velocidade 12 e 15 km/h, Corrida em velocidade moderada 15 e 18 km/h, Corrida em alta velocidade acima de 18,00 km/h. Sprints com aceleração >2,8 m/s ² por mais de 1,5 s. Acelerações (ACC) (>2 m/s ²) Desacelerações (DEC) (<-2 m/s ²)	GPS 10 Hz (Polar Electro, Kempele, Finlândia)	Em jogadoras de futebol de elite, medir a aceleração e desaceleração, juntamente com outros indicadores, é crucial para um monitoramento abrangente da carga de treinamento, fornecendo insights sobre a fadiga neuromuscular além da fadiga energética.

Guerrero-Calderón B et al. (2022)	30 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da primeira divisão espanhola	22,8 ± 0,8 anos	Primeiro comparar as abordagens metabólicas e tradicionais baseadas na velocidade de corrida, tanto no treinamento quanto na competição por posição de jogo, e segundo analisar a relação entre métricas metabólicas e de velocidade de corrida em jogadores profissionais de futebol pertencentes a uma equipe da Primeira Divisão espanhola.	Número de Aceleração: >2 m/s ² Número de Desaceleração: >2 m/s ² Distância Total Percorrida Distância em Baixa Velocidade: <14 km/h. Distância em Velocidade Média: 14 a 18 km/h. Distância em Alta Velocidade: 18 a 21 km/h. Distância em Velocidade Muito Alta: 21 a 24 km/h. Distância de Corrida em Sprint: >24 km/h	GPS 18.18 Hz (GPEXE Pro GPEXE, Udine, Italy)	Os achados destacam a importância de combinar abordagens metabólicas e tradicionais para monitorar a carga em jogadores de futebol profissional, com foco em eventos de potência metabólica e índice de distância equivalente para diferenciar características dos jogadores por posição
Nobari H et al. (2021)	13 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da Premier League Indiana	NR	Determinar a variabilidade entre partidas e entre metades de várias variáveis do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e da média de potência metabólica (MPA) em competições, com base nos resultados das partidas obtidas por jogadores profissionais de futebol ao longo de uma temporada completa.	Distancia total; Aceleração Z1 (<2 m·s ⁻²); Aceleração Z2 (2 a 4 m·s ⁻²); Aceleração Z3 (>4 m·s ⁻²); Desaceleração Z1 (<-2 m·s ⁻²); Desaceleração Z2 (-2 a -4 m·s ⁻²); Desaceleração Z3 (> a 4 m·s ⁻²).	GPSports de 15Hz Pty Ltd (modelo SPI HPU)	O estudo revela variações significativas na duração da partida e nas intensidades do primeiro e segundo tempo, sugerindo a importância de considerar um reaquecimento no intervalo para mitigar a queda na intensidade
Vescovi JD et al. (2012)	71 jogadoras profissionais (Mulheres)	Clube de futebol de uma liga nos Estados Unidos.	NR	O objetivo primário deste estudo foi determinar as características do sprint de jogadoras profissionais de futebol durante partidas competitivas. Especificamente, o objetivo era descrever as distâncias percorridas, duração, máximo velocidades e períodos de recuperação, bem como a proporção da distância do sprint até a distância total. Um secundário O objetivo era avaliar como vários limites de velocidade (18 km h ⁻¹) característica de sprint de impacto resultados.	Quatro Zonas: Z1: 18,0–20,9 km/h; Z2: 21,0–22,9 km/h; Z3: 23,0–24,9 km/h e Z4: >25,0 km/h. Número, duração e distância dos Sprints realizados, Velocidade máxima, Duração entre os sprints Proporção da distância dos sprints para a distância total	GPS 5Hz (SPI Pro, GPSports,Canberra, Australia)	Jogadoras profissionais de futebol realizam sprints de até 657 metros, destacando a incerteza dos limites de velocidade, já que 11% dos sprints superam os 25 km/h, o limite tradicionalmente usado.

Nobari H et al. (2021)	13 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da Liga Profissional Iraniana	28,6 ± 2,7 anos	Comparar a carga de trabalho externa em partidas de vitória, empate e derrota e comparar a primeira e a segunda metades na Premier League iraniana.	Duração da sessão de treinamento; Distância total (TD); Velocidade média (AvS); Distância de corrida em alta velocidade (HSRD); Distância total de sprints (TSD); Velocidade máxima (MS); Carga no corpo (BL).	GPS 15 Hz (Model: SPI High-Performance Unit HPU, GPSports Systems Pty Ltd., Canberra, Australia)	Cargas de trabalho mais altas foram encontradas em vitórias, especialmente na primeira metade, enquanto em derrotas, houve maior distância total, HSRD e BL na segunda metade; isso deve ser considerado na periodização da carga de treinamento. “Um planejamento de carga de treinamento focado em sprints de longa distância antes do jogo e evitando treinamentos intensos no dia anterior pode melhorar o desempenho dos jogadores em partidas de futebol profissional.
Johannes Grünbichler et al. (2019)	14 Jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da segunda liga Austríaca (Austrian Second League)	22,6 ± 4,3 anos	a) desenvolver e introduzir um novo índice, denominado carga de trabalho eficiência, com base em conceitos anteriores de taxas de carga de trabalho interna e externa e b) analisar e descrever como a eficiência da carga de trabalho da partida foi influenciada pelas cargas de treinamento durante os cinco dias antes da partida.	Distância em alta velocidade (> 14,4 km/h); Distância em velocidade muito alta (> 19,8 km/h); Distância de sprinting (> 25,2 km/h); Acc. médias (2,00 – 2,99 m/s ²) e altas (> 3,0 m/s ²); Dec. médias (-2,00 – -2,99 m/s ²) e altas (< -3,0 m/s ²).	GPS 10Hz (Polar Electro Oy, Kempele, Finland).	Não há forte ligação entre o desempenho físico nas partidas e as percepções de fadiga e dor das jogadoras no dia seguinte.
Scott D et al. (2020)	36 jogadoras profissionais (Mulheres)	Clube de futebol da National Women's Soccer League (NWSL) nos Estados Unidos	NR	Examinar a relação entre a quantidade de corrida de alta velocidade (HSR), corrida de muito alta velocidade (VHSR) e distâncias de sprint (SPR) durante as partidas de futebol e as avaliações subsequentes de fadiga e dor por parte das jogadoras.	Distância em alta velocidade (HSR)(≥3.47 m·s ⁻¹); Distância em muito alta velocidade (VHSR) ((≥5.28 m·s ⁻¹); Distância em sprints (SPR)(≥6.25 m·s ⁻¹);	GPS 10Hz (Optimeye S5, Catapult Sports, Melbourne).	Jogadores de elite mostraram aclimação ao calor e melhorias na aptidão cardiovascular e eficiência neuromuscular, apesar de fadiga temporária e piora na qualidade do sono
Buchheit M et al. (2023)	12 jogadores profissionais (Homens)	Não especificado	24,6 ± 5,3 anos	Examinar as respostas psicométricas e fisiológicas de jogadores de futebol de elite após viajarem por 6 fusos horários durante um acampamento de treinamento competitivo em clima quente	Distância Total Percorrida Velocidade Máxima Distância Percorrida em Alta Velocidade Número de Sprints Acelerações e Desacelerações	GPS 15Hz (SPI-Pro GPSports, Canberra, Austrália)	O estudo destaca variações nas cargas de treinamento ao longo dos microciclos, com um pico antes dos jogos, e ressalta a necessidade de ajustar o treinamento de acordo com as posições de jogo para otimizar o desempenho no futebol feminino profissional.
Diaz-Seradilla E et al. (2022)	17 jogadoras profissionais (Mulheres)	Clube de futebol da primeira divisão espanhola.	26,3 ± 4,6 anos	Analisar as diferenças na carga de treinamento externa ao longo do microciclo e comparar a carga de treinamento externa entre diferentes posições de jogo em jogadoras profissionais de futebol feminino.	Total Distance (TD): Relative Distance (RD): High-Intensity Distance (HID): < 16,0 km/h. Sprint Distance (SPD): < 21,0 km/h. Acceleration, Deceleration, Maximal Speed, Player Load.	Acelerômetro com GPS de 10Hz (WIMU PRO RealTrack Systems, Almería, Spain).	

Anthea C Clarke et al (2021)	44 jogadoras profissionais (Mulheres)	Clube de futebol da competição AFLW (Australia)	NR	Observar as demandas de movimento específicas para cada posição de jogadoras de futebol australiano feminino (AFLW) de elite e avaliar se ocorreram mudanças sazonais em métricas de movimento ou desempenho ao longo dos três anos iniciais da competição	Distância Total: Corrida de Alta Velocidade: <14,4 km/h (4 m/s). Velocidade Máxima: Carga do Jogador:	GPS 10Hz (Optimeye S5, Catapult Sport, Australia)	Os resultados indicam que as diferenças nas demandas de movimento e desempenho das jogadoras de AFLW são pequenas, sugerindo que um treinamento mais geral para toda a equipe é adequado, mas mudanças nas regras ou na competição podem afetar o desempenho no futuro. O lockdown da COVID-19 afetou negativamente o desempenho físico de jogadores de futebol da primeira divisão na Croácia, destacando a necessidade de estratégias de treinamento para situações incomuns, como pandemias, para minimizar impactos negativos.
Sekulic D et al (2021)	21 jogadores profissionais (Homens)	Clube de futebol da primeira divisão croata	24,19 ± 2,46 anos	Avaliar o desempenho de corrida em partidas específicas da posição (MRP) para determinar o efeito dos bloqueios do COVID-19 no desempenho físico de jogadores profissionais de futebol.	Distância total percorrida: Distância em diferentes categorias de velocidade: Corrida de baixa intensidade (≤ 14.3 km/h): Corrida (14.4–19.7 km/h): Corrida de alta intensidade (≥ 19.8 km/h): Número de: acelerações totais (> 0.5 m/s ²): Acelerações de alta intensidade (> 3 m/s ²): Desacelerações totais (< -0.5 m/s ²): Desacelerações de alta intensidade (< -3 m/s ²):	GPS 10Hz (Vector S7, Catapult, Catapult Sports Ltd., Melbourne, Victoria, Australia)	

NR: Não Relatado; GPS: Global Positioning System; UEFA: União das Federações Europeias de Futebol; Acc.: Aceleração; Dec.: Desaceleração.

Grande parte dos estudos selecionados foram conduzidos em homens atletas de ligas ou clubes da Europa ($n = 10$). Somente três estudos foram realizados em mulheres. Esses resultados iniciais demonstram a disparidade de conhecimento científico produzido em relação aos continentes e ao sexo. O futebol feminino carece, além de outros aspectos, de informações científicas para consolidar o seu desenvolvimento. Ademais, países da América Latina onde o futebol é bastante desenvolvido, como o Brasil e Argentina, poderiam contribuir mais, ao menos na temática da presente abordagem, para o desenvolvimento científico da modalidade.

Quanto aos modelos de GPS utilizados e seus respectivos parâmetros de processamento, houve uma variação grande. Enquanto o estudo realizado por Al Haddad e colaboradores utilizou o GPS (SPI Pro X, GPSports, Canberra, Australia) com 5Hz de frequência, o desenvolvido por Garcia-Unauni utilizou o modelo GPS (SPI Pro X, GPSports, Canberra, Australia) com 15 Hz de frequência. Os demais trabalhos, que empregaram modelos de GPS distintos, apresentaram variações na escolha das frequências de coleta de dados, incluindo as faixas de 5Hz, 10Hz e 15Hz. Apenas um estudo optou por uma frequência divergente, utilizando 18,18Hz para registro dos dados. Isso denota que os modelos e parâmetros de processamentos precisam ser escolhidos de acordo com objetivo a ser alcançado no estudo.

Somente um estudo objetivou validar um processo utilizando o GPS como a principal ferramenta. Essa abordagem foi capaz de gerar curvas de velocidade baseadas no GPS, as quais são úteis para analisar sprints no contexto do futebol. As análises das progressões da curva de velocidade permitiram uma avaliação seccional. Na distância de oito a dez metros, foram identificadas duas inclinações características da curva de velocidade. Especialmente o cálculo transversal de parâmetros cinemáticos em faixas de velocidade definidas leva a perspectivas adicionais sobre a ocorrência de desempenho de sprint em esportes ao ar livre. Assim, podem ser observados parâmetros específicos do treino que contribuem para a diferenciação e individualização do treino de sprint.

Uma das poucas abordagens realizadas com mulheres, teve como intuito investigar se aceleração e desaceleração eram bons indicadores da variação das cargas de treinamento em jogadoras de futebol de elite. Os resultados confirmaram a hipótese dos autores que as ações de aceleração e desaceleração foram sensíveis o suficiente para discriminar a carga de treinamento e estiveram significativamente associadas à maioria dos indicadores de treinamento habitualmente monitorados.

Um estudo desenvolvido com GPS a fim de compreender impacto do lockdown, devido a COVID-19, no desempenho de atletas de futebol foi conduzido com jogadores da primeira divisão do campeonato da croata. Seus achados evidenciaram que o lockdown da COVID-19 afetou negativamente o desempenho da corrida de jogadores de futebol, destacando a necessidade de estratégias de treinamento para situações incomuns, como pandemias, para minimizar impactos negativos.

O único estudo selecionado conduzido com jogadores brasileiros, mais precisamente do Paraná, objetivou investigar possíveis relações entre a distância percorrida, a velocidade máxima de corrida e o número de ações de alta intensidade realizadas durante uma partida amistosa de futebol com a aptidão aeróbia e anaeróbia em jogadores profissionais. Jogadores com melhores

resultados no teste aeróbico mostraram desempenho superior em distância percorrida e ações de alta intensidade, mas não houve correlação com índices anaeróbios.

Devido ao aumento da demanda física ocasionada, entre outros aspectos, por mudanças táticas do futebol, há uma preocupação constante em adequar a carga de treinamento ao jogador de maneira que não seja excessiva aumentando o risco de lesões, e nem baixa não o preparando para a tarefa futebolística atual. Neste sentido, o estudo desenvolvido por Chema e colaboradores, objetivou avaliar as relações entre a carga de treinamento pré-temporada com marcadores bioquímicos, incidência de lesões e desempenho durante o primeiro mês do período competitivo em jogadores profissionais de futebol. O estudo mostrou que a carga de treinamento pré-temporada não está associada desempenho geral da equipe. Esta associação é provavelmente multifatorial e outros fatores (por exemplo, nível técnico e tático da equipe, adversários, ambiente) podem desempenhar um papel importante para o desempenho coletivo da equipe.

Muitas abordagens relacionadas a fisiologia do exercício no futebol têm sugerido que os treinamentos devem ser cada vez mais específicos, de acordo com as funções/posição dos atletas. No estudo desenvolvido por Suares Arroniz e colaboradores realizado com jogadores de elite europeus, o GPS foi a única ferramenta observacional. Baseado nas variações de deslocamento dos jogadores (caminhada a sprint), os autores sugeriram que os treinadores devem adaptar o treinamento com base nos requisitos específicos de cada posição.

Apesar da consolidação do uso do GPS no âmbito do futebol, é importante salientar que não há consenso sobre vários aspectos relativos ao treinamento, sobretudo no que diz respeito aos limiares específicos que definem as diferentes intensidades de corrida dos jogadores adultos de futebol feminino e masculino. Além dos limites absolutos de velocidade, os limites relativos devem ser considerados para sessões de treinamento específicas nos quais o objetivo é atingir uma exposição próxima à velocidade máxima, levando em consideração a capacidade de velocidade física individual dos jogadores. Mesmo assim, é coerente ponderar que a utilização do equipamento ofertou avanços importantes no que concerne as especificações do treino. Ou seja, o GPS mostrou ser fundamental no processo otimização do desempenho físico, de acordo com as diferentes fases do jogo e funções dos jogadores.

Referências

BERTSCHY, Montgomery et al. Reduced injury prevalence in soccer athletes following GPS guided acclimatization. **International journal of exercise science**, v. 14, n. 7, p. 1070, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8439688/>. Acesso em: 11 out. 2023.

DE SOUZA, Wallace Bruno et al. O controle da intensidade dos treinamentos das equipes que disputaram a divisão principal do campeonato catarinense de futebol 2013: segundo os preparadores físicos. **RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 7, n. 23, p. 47-58, 2015. Disponível em: <http://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/view/319/259>. Acesso em: 11 out. 2023.

DOLSON, Conor M. et al. Wearable Sensor Technology to Predict Core Body Temperature: A Systematic Review. **Sensors**, v. 22, n. 19, p. 7639, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9572283/>. Acesso em: 11 out. 2023.

DOS SANTOS, Vitor Gonçalves; NAVARRO, Francisco; DORTAS, Alexandre Guimarães. O esforço físico realizado pelos árbitros em jogos oficiais do campeonato Baiano de futebol profissional. **RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 4, n. 12, p. 7, 2012. Disponível em: <http://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/view/138/132>. Acesso em: 11 out. 2023.

GOES, F. R. et al. Unlocking the potential of big data to support tactical performance analysis in professional soccer: A systematic review. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 4, p. 481-496, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1747552>. Acesso em: 11 out. 2023.

GONZÁLEZ-VÍLLORA, S. et al. Review of the tactical evaluation tools for youth players, assessing the tactics in team sports: football. **SpringerPlus**, v. 4, n. 1, p. 1–17, 1 dez. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4630321/>. Acesso em: 11 out. 2023.

HENNESSY, Liam; JEFFREYS, Ian. The current use of GPS, its potential, and limitations in soccer. **Strength & Conditioning Journal**, v. 40, n. 3, p. 83-94, 2018. Disponível em: <https://www.setantacollege.com/wp-content/uploads/2019/07/GPS-June-2018-Hennessy.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

MAIA JÚNIOR, José Mauro Malheiro et al. Effects of scoring method on the physical, technical, and tactical performances during football small sided games (SSGs): A systematic review). **Retos**, v. 49, p. 961–969, 2023. Disponível em: <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/98459/73174>. Acesso em: 11 out. 2023.

OCHOA, Alejandro Díaz et al. Variaciones en rendimiento físico durante una temporada competitiva en jugadoras seleccionadas universitarias de soccer por posición de juego. **Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación**, n. 49, p. 300-306, 2023. Disponível em: <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/98002/72728>. Acesso em: 11 out. 2023.

PIŁKA, Tomasz et al. Predicting injuries in football based on data collected from GPS-based wearable sensors. **Sensors**, v. 23, n. 3, p. 1227, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/3/1227>. Acesso em: 11 out. 2023.

PILLITTERI, G. et al. External load profile during different sport-specific activities in semi-professional soccer players. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 15, n. 22, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00633-3>. Acesso em: 11 out. 2023.

PONS, E. et al. Integrating video tracking and GPS to quantify accelerations and decelerations in elite soccer. **Scientific Reports** 2021 11:1, v. 11, n. 1, p. 1–10, 17 set. 2021. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8448836/>. Acesso em: 11 out. 2023.

PRINCIPE, V. A.; DE SOUZA VALE, R. G.; DE ALKMIM MOREIRA NUNES, R. A systematic review of load control in football using a Global Navigation Satellite System (GNSS). **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 26, n. 4, p. e10200059, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/motriz/a/tjRy8rKtmqNJknPq7q4z9cb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 11 out. 2023.

RAMOS, G. P. et al. Movement Patterns of a U-20 National Women's Soccer Team during Competitive Matches: Influence of Playing Position and Performance in the First Half. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 10, p. 747–754, 1 set. 2017. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0043-110767>. Acesso em: 11 out. 2023.

RAVÉ, G.; GRANACHER, U.; BOULLOSA, D.; HACKNEY, A. C.; ZOUHAL, H. How to use Global Positioning Systems (GPS) data to monitor training load in the “real world” of elite soccer. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 944, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00944>. Acesso em: 11 out. 2023.

ROSSI, Alessio et al. Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. **PloS one**, v. 13, n. 7, p. e0201264, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6059460/>. Acesso em: 11 out. 2023.

STEIJLEN, A. et al. Smart sensor tights: Movement tracking of the lower limbs in football. **Wearable Technologies**, v. 2, 2021. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/779DA41E1CF7C9C275C92112CBBBD7E0/S2631717621000165a.pdf/smart-sensor-tights-movement-tracking-of-the-lower-limbs-in-football.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

STRAUSS, Anita; SPARKS, Martinique; PIENAAR, Cindy. The use of GPS analysis to quantify the internal and external match demands of semi-elite level female soccer players during a tournament. **Journal of sports science & medicine**, v. 18, n. 1, p. 73, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6370966/>. Acesso em: 11 out. 2023.

TURCZYN, D. et al. Does Sleep Quality between Back-to-Back Matches Influence Running Performance in Canadian Female University Soccer Players? A GPS-based Time-Series Analysis. **International Journal of Kinesiology and Sports Science**, v. 10, n. 1, p. 9–17, 30 jan. 2022. Disponível em: <https://journals.aiac.org.au/index.php/IJKSS/article/view/7168/4906>. Acesso em: 11 out. 2023.

WILMES, E. et al. Inertial Sensor-Based Motion Tracking in Football with Movement Intensity Quantification. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 20, n. 9, 1 maio 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7248913/>. Acesso em: 11 out. 2023.

ZADEH, A. et al. Predicting Sports Injuries with Wearable Technology and Data Analysis. **Information Systems Frontiers**, v. 23, n. 4, p. 1023–1037, 1 ago. 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-020-10018-3>. Acesso em: 11 out. 2023.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS NO FUTEBOL

José Mauro Malheiro Maia Junior

Danielli Braga de Mello

Dirceu Ribeiro Nogueira da Gama

Rodrigo Gomes de Souza Vale

Introdução

O futebol é um esporte amplamente popular em todo o mundo, exigindo dos jogadores uma complexa combinação de habilidades técnicas, táticas e físicas. Dentro desse contexto, os aspectos fisiológicos desempenham um papel crucial na determinação do desempenho tanto individual quanto coletivo durante uma partida (BESCÓS et al., 2015).

Esses aspectos físicos incluem uma ampla gama de atividades, como sprints intensos, mudanças rápidas de direção, saltos, chutes e cabeceios, que são repetidos ao longo de um jogo de futebol (BESCÓS et al., 2015). Dessa forma, os jogadores devem possuir uma capacidade cardiovascular eficaz para suportar o esforço durante os 90 minutos de jogo, juntamente com força muscular e resistência específica para enfrentar as diversas demandas físicas do esporte. Velocidade, agilidade e coordenação motora também são características fundamentais para executar com sucesso movimentos técnicos e táticos em um ambiente competitivo (BUZOLIN NETO et al., 2009).

Nesse contexto, a compreensão dos aspectos fisiológicos do futebol desempenha um papel importante na redução do risco de lesões, dadas as elevadas demandas físicas do esporte (LARANJEIRA, 2019). Assim, os aspectos fisiológicos no futebol podem ser destacados em: a) Investigar os sistemas energéticos utilizados durante uma partida de futebol e sua contribuição para as demandas físicas dos jogadores; b) Analisar as abordagens de treinamentos específicos de alta intensidade na melhoria da capacidade aeróbica, anaeróbica e resistência dos jogadores; e c) Identificar estratégias de recuperação física e prevenção de lesões que possam ser implementadas para otimizar a performance dos jogadores e minimizar os efeitos da fadiga.

À medida que o futebol continua a evoluir em termos de intensidade e demandas físicas, a integração desses conhecimentos pode contribuir para maximizar o desempenho individual e coletivo, garantindo uma abordagem mais abrangente e embasada para a preparação dos jogadores no campo de jogo (LARANJEIRA, 2019).

A compreensão aprofundada dos aspectos fisiológicos não é apenas relevante para o desempenho esportivo, mas também afeta diretamente a capacidade dos jogadores de se adaptarem às demandas físicas de forma sustentável. Assim, conhecer a interação entre os sistemas ener-

géticos, as adaptações cardiovasculares e musculares, bem como as estratégias de treinamento e recuperação são essenciais para o desempenho esportivo e a redução do risco de lesões. Dessa forma, os aspectos fisiológicos desempenham um papel fundamental na melhoria do desempenho dos jogadores e no desenvolvimento de estratégias de treinamento eficazes no futebol. Este esporte é altamente exigente do ponto de vista fisiológico, com mudanças constantes na intensidade, demandando força, resistência, velocidade e agilidade dos jogadores.

Este capítulo oferece uma visão abrangente dos aspectos fisiológicos no futebol sobre os sistemas energéticos, marcadores fisiológicos e bioquímicos mais utilizados, métodos de treinamento e estratégias de jogo treino, e as estratégias de recuperação e prevenção de lesões no futebol. Além disso destaca os avanços mais recentes e seu impacto no desempenho dos atletas.

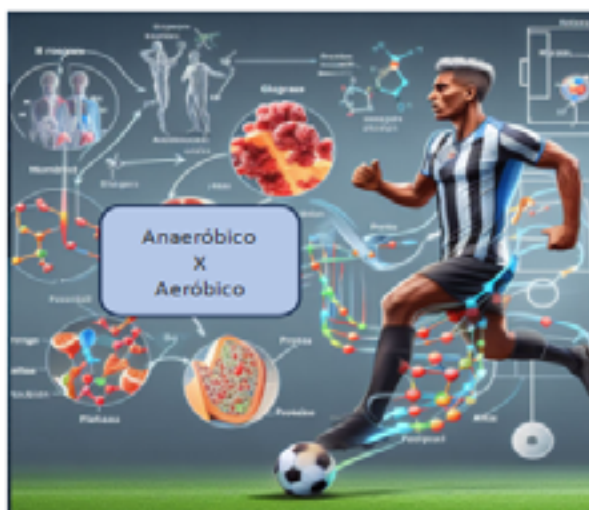
Desenvolvimento

1. Sistemas energéticos no futebol

Diferentes atividades físicas exigem ativação dos sistemas energéticos específicos, dependendo de sua intensidade e duração. Esses sistemas de transferência de energia incluem o sistema ATP-CP (alático), o sistema anaeróbico láctico (glicolítico) e o sistema aeróbico (oxidativo) (MELLO, 2020).

Os sistemas de transferência de energia anaeróbica e aeróbica (Figura 1) desempenham papéis distintos, porém complementares, para atender às demandas variadas no futebol. Neste item são apresentados os sistemas energéticos utilizados durante uma partida de futebol e sua contribuição para as demandas físicas dos jogadores. A compreensão do funcionamento e integração desses sistemas é importante para otimizar o desempenho dos atletas e desenvolver estratégias de treinamento (GARGANTA et al., 2013).

Figura 1: **Sistemas energéticos no futebol**



Fonte: autores (2025)

Sistema anaeróbico

O sistema anaeróbico é responsável por fornecer energia de curto prazo e alta intensidade (Figura 2). No futebol, isso é fundamental para momentos de explosão e esforço máximo, como *sprints*, arrancadas, saltos e chutes potentes. Os sistemas anaeróbicos estão descritos a seguir.

Sistema ATP-CP (fosfocreatina)

Este sistema fornece energia imediata por meio da quebra da fosfocreatina, armazenada nos músculos. É o principal sistema para esforços curtos e intensos, como por exemplo um *sprint* de 30 metros ou uma arrancada rápida (MELLO, 2020).

Este sistema é chamado de “anaeróbico” porque não requer a presença de oxigênio para produzir energia, e “alático” porque não produz ácido lático como subproduto (FERREIRA, 2019). Para o desenvolvimento do sistema anaeróbico alático, os jogadores de futebol frequentemente se envolvem em treinamentos específicos, como *sprints* de alta intensidade, exercícios de agilidade e treinamento de força explosiva. A capacidade de ativar e usar efetivamente esse sistema é fundamental para o desempenho em situações críticas durante uma partida de futebol e a melhoria dessa capacidade pode fazer a diferença em lances decisivos.

Sistema glicolítico anaeróbico (anaeróbico lático)

Este sistema é ativado quando a demanda por energia é sustentada, mas ainda ocorre em um curto período de tempo, como em *sprints* de média distância. Ele envolve a quebra da glicose em piruvato, que é transformado em lactato, e fornece energia de forma rápida, porém limitada (MELLO, 2020).

A concentração sanguínea de lactato está relacionada à intensidade e duração do exercício. O lactato é produzido em maior quantidade quando o exercício é intenso e as células musculares não conseguem atender às demandas energéticas pela via aeróbica. Isso pode ocorrer linearmente ou exponencialmente, especialmente quando recrutadas as fibras musculares do tipo II. No entanto, o exercício aeróbico de baixa intensidade na fase de recuperação ajuda a remover o lactato muscular mais rapidamente, que é utilizado novamente pelo organismo para gerar energia (MELLO, 2020).

Atividades de alta intensidade e curta a média duração, geralmente com duração a partir de 20 segundos a 2 minutos utilizam o metabolismo anaeróbico lático, pois, a produção de energia ocorre sem a presença de oxigênio energia. (CUNHA; OLIVEIRA, 2017).

O sistema anaeróbico lático desempenha um papel significativo no futebol, especialmente em situações de alta intensidade, como *sprints* prolongados, arrancadas máximas e lances de alta energia. Para desenvolver esse sistema, é utilizado treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e exercícios específicos que visam aumentar a capacidade de suportar esforços intensos e minimizar a fadiga associada à produção de lactato. A utilização adequada desse sistema permite melhorar o desempenho em situações críticas durante uma partida de futebol, especialmente quando a velocidade e a potência são necessárias para alcançar o sucesso (JIMÉNEZ-REYES et al., 2022).

Sistema aeróbico

O sistema aeróbico é responsável por fornecer energia de longo prazo e é fundamental para manter o desempenho durante toda a partida de futebol. Ele é ativado quando o esforço é con-tínuo e de menor intensidade, como corridas constantes e jogadas de longa duração (Figura 2). O sistema aeróbico depende da presença de oxigênio e envolve a oxidação de carboidratos e gorduras para produzir energia (MELLO, 2020).

Durante uma partida de futebol, o sistema aeróbico desempenha um papel fundamental, pois, o jogo dura 90 minutos ou mais, com poucas pausas significativas (BESCÓS et al., 2015). Para otimizar esse sistema, os jogadores de futebol são submetidos a treinamentos específicos com períodos longos de execução, exercícios intervalados de baixa intensidade e exercícios de resistência. Além disso, a dieta e a nutrição desempenham um papel importante na capacidade do corpo de usar o sistema aeróbico de forma eficaz, garantindo que haja combustível dispo-nível na forma de carboidratos e gorduras para sustentar o desempenho ao longo do tempo. O aprimoramento do sistema aeróbico é essencial para a preparação física de jogadores de futebol, pois garante o enfrentamento eficiente das demandas de uma partida completa em alto nível de desempenho.

No futebol, os jogadores alternam entre os sistemas de transferência de energia, dependendo da situação em campo. Durante um jogo, os momentos de alta intensidade, como corridas rápidas, dribles e arrancadas, acionam os sistemas anaeróbios. Por outro lado, as corridas mais lentas, a manutenção da posição e o jogo de passe requerem a contribuição do sistema aeróbico. A capacidade de um jogador em alternar eficazmente entre esses sistemas e se recuperar adequadamente entre os esforços de alta intensidade é essencial para um desempenho ao longo de uma partida. Treinamentos específicos de alta intensidade e condicionamento aeróbico são frequentemente incorporados na preparação de jogadores de futebol para aprimorar seus siste-mas de transferência de energia. Essa interrelação entre os sistemas energéticos exige domínio da preparação física sobre o assunto (MOREIRA et al., 2013).

O treinamento desses sistemas pode melhorar o desempenho dos jogadores e garantir que eles estejam preparados para enfrentar as variadas demandas físicas do esporte.



Figura 2: Treinamentos específicos para sistemas energéticos no futebol
Fonte: autores (2025)

2. Marcadores fisiológicos no futebol

Os marcadores fisiológicos no futebol são indicadores que ajudam a avaliar o desempenho e a condição física dos jogadores durante as partidas e os treinamentos (Figura 3). Eles fornecem informações para treinadores, preparadores físicos e profissionais de saúde, auxiliando na otimização do treinamento, no monitoramento da fadiga e na prevenção de lesões. Alguns dos principais marcadores fisiológicos no futebol estão descritos a seguir.

Frequência Cardíaca (FC): é um marcador crucial para monitorar a intensidade do exercício durante o treinamento e os jogos. O acompanhamento da FC ajuda a garantir que os jogadores estejam trabalhando na zona alvo de treinamento e a evitar o excesso de esforço desnecessário (MELLO, 2020).

Consumo de Oxigênio Máximo (VO₂ máximo): é a quantidade máxima de oxigênio que um jogador pode usar durante o exercício e é um indicador importante da capacidade aeróbica. Conhecer o VO₂ máximo de um jogador ajuda a personalizar os programas de treinamento (MELLO, 2020).

Temperatura Corporal (TC): deve ser monitorada para evitar a hipertermia (aumento excessivo da temperatura corporal) e outras doenças do calor (*heat illness*), e a hipotermia (diminuição da temperatura corporal) durante as partidas, especialmente em condições climáticas extremas (MELLO et al., 2022).

Carga de Treinamento (CT): o monitoramento da CT envolve o uso de dispositivos vestíveis e sistemas de GPS para rastrear a distância percorrida, a velocidade, a aceleração, as mudanças de direção e outros dados relevantes durante os treinamentos e jogos (MCGUIGAN, 2017).

Resposta hormonal: a medição de hormônios, como o cortisol e a testosterona, pode ajudar a avaliar o estresse físico e psicológico dos jogadores, bem como a capacidade de recuperação (MCGUIGAN, 2017).

Aptidão neuromotora: avaliar parâmetros de força, resistência muscular, flexibilidade/mobilidade e a capacidade de saltar pode ajudar a determinar a eficácia dos programas de treinamento e prevenir lesões musculares (ACSM, 2018).

Fadiga: o monitoramento da fadiga por meio de questionários/escalas subjetivas ou análise de dados fisiológicos, é fundamental para evitar a sobrecarga e lesões (MCGUIGAN, 2017).

Sono: o monitoramento do sono com o uso de dispositivos de rastreamento do sono e aplicativos pode ajudar os jogadores e suas equipes a avaliarem a qualidade do sono. Isso é essencial para a recuperação, regeneração muscular, concentração, tomada de decisões e o bem-estar geral dos atletas, pois possibilita fazer ajustes, caso necessário, em suas rotinas (MCGUIGAN, 2017).



Figura 3: Marcadores fisiológicos no futebol

Fonte: autores (2025)

No mundo do futebol, o monitoramento desses marcadores fisiológicos permite otimizar o desempenho dos jogadores de futebol, garantir sua segurança e melhorar a eficácia dos programas de treinamento e estratégias de recuperação. Eles também desempenham um papel importante na gestão da carga de treinamento e na prevenção de lesões, permitindo que os profissionais do esporte tomem decisões embasadas em dados objetivos.

3. Marcadores bioquímicos no futebol

Os marcadores bioquímicos de lesão e inflamação tecidual desempenham um papel importante no futebol, pois podem ser usados para avaliar o estado de saúde dos jogadores, monitorar lesões, acompanhar a recuperação e tomar decisões informadas sobre o retorno aos treinos e jogos.

A creatina quinase (CK) e o lactato são dois marcadores bioquímicos frequentemente utilizados no futebol para monitorar a condição física e a resposta fisiológica dos jogadores durante treinamentos e jogos. Eles desempenham papéis distintos e fornecem informações importantes para treinadores e preparadores físicos.

Creatina quinase (CK): uma enzima que é liberada no sangue quando há dano muscular, como o que ocorre em lesões musculares. A concentração de CK pode indicar a gravidade da lesão muscular e o processo de recuperação (DOS SANTOS et al., 2022; SALES et al., 2021).

Lactato sanguíneo: é um subproduto do metabolismo anaeróbico, que ocorre em situações de alta intensidade. A medição dos níveis de lactato no sangue fornece informações sobre limiar anaeróbico, capacidade de recuperação e capacidade de um jogador suportar o esforço de alta intensidade (MELLO, 2020).

Esses marcadores bioquímicos são frequentemente usados em combinação com exames clínicos e de imagem (Ex.: Ultrassonografia, Termografia Infravermelha) para avaliar a extensão das lesões e o progresso na recuperação de jogadores de futebol. A interpretação adequada desses marcadores requer a colaboração de uma equipe multidisciplinar para garantir que os jogadores recebam o tratamento e o período de recuperação apropriados.

As tecnologias vestíveis e os dispositivos *point of care* revolucionaram a análise dos marcadores fisiológicos no futebol, permitindo monitoramento em tempo real da carga de treinamento, fadiga e resposta fisiológica. Sensores de frequência cardíaca, GPS, acelerômetros e biossensores fornecem dados precisos, enquanto equipamentos *point of care* avaliam rapidamente marcadores de lesão e inflamação tecidual, estresse oxidativo, eletrólitos e hormônios. Essa integração otimiza o desempenho, reduz riscos de lesões e melhora a recuperação, tornando-se essencial na gestão esportiva moderna.

4. Treinamento intervalado de alta intensidade no futebol

O treinamento é uma parte da preparação física de jogadores de futebol de alto nível. Uma abordagem que tem obtido destaque é o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (*High-intensity Interval Training* – HIIT). Este método envolve a alternância de curtos períodos de exercício de alta intensidade com períodos de recuperação ativa ou descanso (BUZOLIN NETO et al., 2009).

A seguir estão descritos os fundamentos que norteiam a prática do HIIT.

Intensidade Variável: uma característica do HIIT é a intensidade variável. Durante os períodos de alta intensidade, os exercícios são realizados em um esforço próximo ao máximo, normalmente a uma intensidade que corresponde a 80-95% da FC máxima. Isso desencadeia uma série de adaptações fisiológicas no corpo, incluindo o aumento da capacidade cardiovascular e a melhoria da capacidade anaeróbica (PARREIRA, 2016).

Períodos de Recuperação Ativa: após cada intervalo de alta intensidade, o HIIT inclui períodos de recuperação ativa ou descanso. Durante esses intervalos mais leves, a FC retorna a níveis mais baixos, permitindo que o corpo se recupere para enfrentar o próximo estímulo de alta intensidade. A recuperação ativa é uma parte crucial, pois, permite manter a qualidade e a intensidade do exercício ao longo da sessão (DRUST; REILLY; CABLE, 2000).

Variedade de Exercícios: O HIIT é altamente versátil em termos de atividades. Pode ser aplicado a uma ampla variedade de exercícios, como corrida, ciclismo, pular corda, treinamento com pesos e até mesmo exercícios corporais. A variedade de exercícios permite que o HIIT seja adaptado às preferências individuais e aos objetivos de treinamento. No futebol, o HIIT pode ser empregado de uma forma específica por meio dos jogos reduzidos (HOFF; HELGERUD, 2004).

Nesse contexto, o treinamento de alta intensidade se aplica em diversas modalidades esportivas e, de forma específica no futebol, vem se desenvolvendo por meio de jogos reduzidos, conforme descrição a seguir.

Jogos reduzidos no futebol

Os jogos reduzidos são altamente eficientes, pois permitem a simulação de movimentos que ocorrem durante uma partida e geram melhor resposta fisiológica, perceptiva e técnico-tática (MAIA JR. et al., 2023). Permitem a realização de ações motoras que ocorrem durante uma partida, o que possibilita uma melhor resposta fisiológica, perceptiva e técnico-tática. Além

disso, os jogos reduzidos favorecem uma melhora no condicionamento aeróbico, por meio de adaptações no sistema cardiorrespiratório e metabólico em função de sua alta intensidade (MONTALVÃO, 2017).

Jogo Reduzido de Velocidade (JRV)

O conceito de “jogo reduzido em velocidade” no futebol envolve a prática de aumentar a intensidade do jogo em termos de velocidade (sprint). É uma estratégia de treinamento comum usada por treinadores para aprimorar aspectos específicos do jogo e desenvolver habilidades técnicas e táticas dos jogadores (REBELO et al., 2016).

Durante as sessões de JRV, os jogadores são instruídos a manter um ritmo mais alto em comparação a uma partida de futebol tradicional. Isso pode ser feito de várias maneiras, como ampliar o tamanho do campo, limitar o tempo de posse de bola, restringir o número de toques na bola, dentre outros. O objetivo é criar um ambiente de treinamento que enfatize o controle da bola, as tomadas de decisões conscientes, a precisão nos passes com velocidade, além de inúmeras estímulos de velocidade (REBELO et al., 2016).

Existem várias razões pelas quais os treinadores recorrem ao JRV, dentre elas, melhorar a ação técnico-tática dos jogadores, pois, eles são forçados a se concentrar na melhor tomada de decisão com rapidez (SANGNIER et al., 2019).

O JRV no futebol é uma estratégia de treinamento valiosa que se concentra no aumento da velocidade e do ritmo do jogo. Isso permite que os jogadores trabalhem em aspectos técnicos, táticos e de tomada de decisões de forma mais rápida e precisa, contribuindo para o desenvolvimento geral de suas habilidades e aprimoramento do desempenho em situações de jogo reais.

A Figura 4 apresenta orientações para o treinamento em jogos reduzidos (JRV) baseadas em velocidade.



Figura 4: Jogos Reduzidos JRV no futebol

Fonte: autores (2025)

Jogo Reduzido de Duração (JRD)

A principal vantagem do JRD no treinamento é a sua capacidade de melhorar a capacidade aeróbica de forma eficiente e em um período relativamente curto. Isso é especialmente valioso para os jogadores de futebol, que precisam de uma combinação de resistência e explosão de energia ao longo de uma partida (CASAMICHANA et al., 2018).

O JRD simula as demandas físicas de uma partida de futebol, que envolve sprints intensos, corridas moderadas e momentos de recuperação. Além disso, promove o aumento da capacidade de transporte de oxigênio pelo corpo, melhora a eficiência cardiovascular e ajuda na regulação do metabolismo, fatores essenciais para o desempenho atlético. Ele também estimula o sistema cardiovascular de forma mais intensa do que os exercícios aeróbicos de intensidade constante, resultando em benefícios mais expressivos. (CASAMICHANA et al., 2018).

O JRD é uma prática amplamente adotada no treinamento de futebol, conhecida por seus benefícios na preparação dos jogadores. Esse tipo de treinamento consiste em partidas ou jogos de menor duração em relação a uma partida completa, geralmente com menos jogadores em campo e dimensões reduzidas. O objetivo principal do JRD é criar um ambiente de treinamento altamente intenso e específico que reproduza situações de jogo real. (SANGNIER et al., 2019).

O JRD é uma ferramenta valiosa no treinamento de futebol, proporcionando um ambiente de aprendizado dinâmico e desafiador. Ele contribui para o desenvolvimento da inteligência tática, do condicionamento físico e das habilidades técnicas dos jogadores, preparando-os para enfrentar com sucesso as demandas de uma partida completa.

A Figura 5 apresenta orientações para o treinamento em jogos reduzidos (JRD) baseadas em resistência/duração.



Figura 5: Jogos Reduzidos JRD no futebol

Fonte: autores (2025)

Jogo Reduzido de Tensão (JRT)

O JRT no treinamento do futebol tem por finalidade desenvolver a capacidade neuromuscular de forma específica e em um período intenso de ações intervaladas. A utilização deste método ganha importância, pois, o jogador executa ações de força, mudança de direção, acelerações e desacelerações angariando dinâmicas excêntricas e concêntricas de contrações musculares em movimentos específicos (REBELO et al., 2016).

A tensão exercida no treinamento desse tipo de jogo reduzido deve ser controlada por meio de períodos curtos de execução e regime de intervalos capazes de recuperar plenamente o jogador para a próxima execução. Possui como característica espaços de campo mínimos, com uma metragem quadrada em torno de 100 metros por jogador em campo. Esse tipo de treinamento consiste em partidas ou jogos com poucos jogadores (3 x 3, 2 x 2, 1 x 1), menor duração em relação a uma partida completa e dimensões reduzidas. O objetivo principal do JRT é estimular o maior número de contrações em um ambiente de treinamento específico que reproduza o jogo em sua melhor realidade (SANGNIER et al., 2019).

O JRT é uma abordagem importante no treinamento de futebol, proporcionando o desenvolvimento do sistema anaeróbio lático e contribuindo para o desenvolvimento da força, resistência específica e potência, junto às habilidades técnico-táticas dos jogadores de forma a suportar as exigências de um jogo de futebol.

A Figura 6 apresenta orientações para o treinamento em jogos reduzidos (JRT) baseadas em tensão/neuromuscular.



Fonte: autores (2025)

importante na recuperação pós-jogo e na prevenção de lesões futuras. Eles avaliam e diagnosticam lesões musculares e articulares, o que proporciona uma compreensão detalhada das lesões dos jogadores (McARDLE; KATCH; KATCH, 2002).

A massoterapia é outra prática utilizada na recuperação dos jogadores. Ela envolve a aplicação de pressão e movimentos específicos nos músculos, aliviando a tensão e promovendo a circulação sanguínea. Isso ajuda a reduzir a rigidez muscular após uma partida extenuante (MARINHO; MARINHO, 2007).

Ambas as práticas são eficazes não apenas na recuperação após um jogo, mas também na identificação de problemas musculares emergentes que, se não forem tratados, podem levar a lesões mais graves. Assim, essas terapias contribuem para a manutenção da saúde e do desempenho dos jogadores de futebol.

Crioterapia e Termoterapia

A crioterapia e a termoterapia são técnicas terapêuticas que desempenham papéis importantes na recuperação e no tratamento de lesões no contexto do futebol (DATSON et al., 2014).

A crioterapia envolve a aplicação de frio, geralmente na forma de bolsas de gelo ou compressas frias, nas áreas afetadas. Isso ajuda a reduzir a inflamação e o inchaço, aliviando a dor associada a lesões musculares e articulares. Além disso, a crioterapia ajuda a diminuir a atividade metabólica nas células, o que pode retardar o desenvolvimento de lesões (DATSON et al., 2014).

Por outro lado, a termoterapia envolve o uso de calor, geralmente na forma de compressas quentes ou banhos quentes, para promover a circulação sanguínea nas áreas afetadas. Isso ajuda a relaxar os músculos tensos, aliviar a rigidez e reduzir a dor. A termoterapia é eficaz na melhoria da flexibilidade e da amplitude de movimento das articulações (DATSON et al., 2014).

Ambas as técnicas têm suas aplicações específicas no tratamento de lesões no futebol. A crioterapia é frequentemente usada imediatamente após uma lesão aguda, como uma distensão muscular, para reduzir a inflamação e o inchaço. Já a termoterapia é mais comumente aplicada em lesões crônicas ou para aliviar a rigidez muscular antes do exercício (RAVEN; GETTMAN; POLLOCK, 1976).

A fadiga pós-exercício pode ter origens mecânicas e metabólicas, exigindo abordagens distintas para otimizar a recuperação e o desempenho dos atletas. A recuperação pós-exercício não deve ser tratada com uma abordagem única para todos os casos. Em vez disso, um modelo periodizado, que integra resfriamento e aquecimento conforme a fase da recuperação e o tipo de estresse fisiológico, pode ser mais eficiente para minimizar fadiga, reduzir o risco de lesões e otimizar a adaptação ao treinamento (THORPE, 2021).

No entanto, é importante observar que o uso dessas terapias deve ser orientado por profissionais de saúde treinados, como fisioterapeutas ou médicos esportivos, para garantir que sejam aplicadas de forma segura e eficaz, levando em consideração a gravidade e o tipo de lesão.

Treinamento de força

Programas de treinamento de força desempenham um papel fundamental na preparação física dos jogadores de futebol, ajudando a fortalecer os grupos musculares mais usados no esporte. Esses programas visam aumentar a força, a resistência e a estabilidade muscular, o que é essencial para reduzir o risco de lesões e melhorar o desempenho em campo (ZAKHAROV, 2013).

No futebol, alguns grupos musculares específicos são particularmente importantes para o desempenho e a prevenção de lesões. Entre eles estão os quadríceps, os isquiotibiais e os músculos do core. Os programas de treinamento de fortalecimento geralmente incluem uma variedade de exercícios, como agachamentos, levantamento terra, exercícios abdominais, pranchas e exercícios específicos para os isquiotibiais. Esses exercícios são projetados para melhorar a força funcional e a resistência muscular, replicando os movimentos e demandas encontrados em um jogo de futebol (STOLEN et al., 2005).

Além disso, os programas de fortalecimento também podem incluir exercícios de propriocepção e equilíbrio para melhorar a estabilidade articular, reduzir o risco de torções e entorses e aprimorar a coordenação motora. A implementação adequada e supervisionada desses programas de treinamento de fortalecimento desempenha um papel significativo na prevenção de lesões e no aprimoramento do desempenho dos jogadores de futebol. É essencial que os jogadores sigam um programa individualizado, ajustado às suas necessidades específicas e ao estágio de condicionamento físico em que se encontram (SILVA; FERREIRA, 2019).

Gestão da carga de trabalho

A gestão da carga de trabalho é um componente crítico da preparação física e do treinamento no futebol, assim como, desempenha um papel fundamental na prevenção de lesões. Essa abordagem envolve monitorar, ajustar e equilibrar a quantidade e intensidade do treinamento e da competição para garantir que os jogadores estejam se desenvolvendo de forma saudável e eficaz (BARBANTI, 2009).

A sobrecarga ou o excesso de treinamento são preocupações comuns no esporte, e a gestão adequada da carga de trabalho é a chave para evitar esses problemas. A gestão da carga de trabalho no futebol é uma abordagem multifacetada que visa equilibrar a intensidade do treinamento e da competição para maximizar o desempenho e minimizar o risco de lesões. É uma parte essencial da preparação de jogadores de alto nível, garantindo que eles estejam em seu melhor estado físico e mental ao longo da temporada (REILLY; BANGSLO; FRANKS, 2000).

Termografia infravermelha

A termografia infravermelha (TIV) é um método de avaliação de imagem, que utiliza uma câmera termográfica específica, com sensibilidade térmica e resolução de infravermelho que

permite medir a temperatura da pele. É um método de avaliação metabólica não invasivo que utiliza a imagem infravermelha para identificar as alterações no fluxo sanguíneo, que são retratadas por meio da temperatura da pele (MELLO, 2022)

As principais áreas de atuação da TIV na medicina esportiva são: prevenção de lesões, análise da termorregulação e controle de carga interna de treinamento. A TIV permite analisar assimetrias e desequilíbrios musculares; sobrecarga de treinamento; regiões com maior incidência de lesões; tipo, localização e gravidade a lesão; regiões que apresentam maior temperatura em função da duração, intensidade e tipo do exercício físico e carga interna de treinamento do jogo ou treino realizado (MELLO, 2022).

A TIV pode ajudar a detectar lesões em potencial, pois, áreas do corpo de um jogador que estejam mais quentes do que o normal pode indicar inflamação ou lesões incipientes. Isso permite que a equipe médica identifique jogadores em risco antes que as lesões se tornem graves (ROMÃO et al., 2021).

Além disso, a TIV é útil para monitorar o estado físico dos jogadores durante o treinamento e os jogos, pois mudanças na temperatura da pele podem indicar fadiga muscular ou desequilíbrios no corpo, que podem aumentar o risco de lesões. A comissão técnica pode usar essas informações para ajustar o treinamento e minimizar as chances de lesões (FERNANDES et al., 2020).

A TIV ainda pode ser usada para avaliar a eficácia do aquecimento e do resfriamento pré e pós-jogo. Isso pode ajudar os jogadores a se prepararem adequadamente para a atividade física intensa e a acelerar a recuperação após o jogo, reduzindo assim o risco de lesões (MENDES et al., 2022).

Sendo assim, a TIV contribui na avaliação do progresso da reabilitação de lesões existentes. Ela permite que os profissionais de saúde monitorem como as áreas afetadas estão se recuperando, com base na temperatura da pele. Isso pode ajudar a adaptação dos programas de reabilitação para garantir uma recuperação completa e minimizar o risco de lesões recorrentes (LIMA e SILVA et al., 2022).

Dessa forma, a TIV desempenha um papel importante na prevenção de lesões em jogos de futebol, ajudando na detecção precoce de lesões em potencial, no monitoramento do estado físico dos jogadores e na avaliação da reabilitação. É uma ferramenta valiosa para a equipe médica e de treinamento para manter os jogadores em boa forma e reduzir o risco de lesões.

Reabilitação de lesões

A reabilitação de lesões é uma fase crítica no processo de recuperação de um jogador de futebol. Ela é essencial para garantir que o jogador retorne ao jogo com segurança e eficácia, minimizando o risco de recorrência. Nesse sentido, a reabilitação envolve várias etapas e estratégias, e sua implementação adequada é fundamental (STROYER; HANSEN; KLAUSEN, 2004).

A reabilitação no futebol é um processo complexo e individualizado que visa recuperar jogadores lesionados de forma segura e eficaz. Com uma abordagem abrangente, monitoramento contínuo e acompanhamento profissional, os jogadores têm mais chances de retornar ao jogo em plena forma e com menor risco de lesões (STROYER; HANSEN; KLAUSEN, 2004).

Assim, a implementação eficaz de estratégias de recuperação física e prevenção de lesões desempenha um papel vital no sucesso de um jogador de futebol e na manutenção da sua longevidade na carreira. Ao adotar uma abordagem abrangente para cuidar do corpo dos atletas, os times podem otimizar o desempenho e minimizar os efeitos adversos da fadiga e das lesões.

O futebol exige alto desempenho físico, aumentando o risco de lesões musculoesqueléticas e as inovações nessa área são constantes. Para otimizar a recuperação e prevenir lesões, também são utilizadas estratégias como oxigenoterapia hiperbárica, botas de compressão e fotobiomodulação, e tecnologias utilizando a inteligência artificial. Essas abordagens reduzem a fadiga, minimizam a inflamação e promovem a regeneração muscular mais rápida, permitindo que os jogadores mantenham um desempenho consistente e prolonguem suas carreiras de forma segura e eficiente.

Conclusão

A fisiologia do futebol é multifacetada e o entendimento das demandas físicas e metabólicas que os jogadores enfrentam durante uma partida e ao longo de uma temporada são essenciais para o planejamento do treinamento. No campo, os jogadores precisam ser capazes de correr continuamente por longos períodos e, ao mesmo tempo, serem ágeis o suficiente para realizar *sprints* e mudanças de direção de forma rápida. A manutenção da força muscular é importante para a potência dos chutes e dos saltos e para evitar lesões. Isso requer um treinamento bem planejado e estruturado.

A termografia infravermelha é uma nova tecnologia que apresenta uma contribuição importante, especialmente em condições pré e pós jogos, pois permite o monitoramento de uma forma não invasiva para um melhor controle da temperatura de regiões corporais mais exigidas no jogo de futebol. Seu uso adequado pode identificar a carga de treinamento e assimetrias que caracterizam pré-lesões ou lesões.

A capacidade de recuperação entre jogos é essencial para manter o desempenho ao longo de uma temporada extensa. Isso envolve a gestão do sono/descanso, nutrição e estratégias de recuperação. A nutrição vai considerar a necessidade da ingestão adequada de carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas e minerais. Esses nutrientes são essenciais para o fornecimento de energia, recuperação muscular e manutenção da saúde geral dos jogadores.

Esses aspectos fisiológicos do futebol, com abordagem multidisciplinar, permitem adaptar estratégias de treinamento, recuperação e nutrição para otimizar o desempenho e a saúde dos jogadores. Isso potencializa adequadamente o desempenho físico e metabólico dos atletas para as demandas de uma temporada inteira. Assim, a fisiologia do futebol desempenha um papel vital na maximização do potencial dos jogadores e na manutenção da saúde e bem-estar ao longo de suas carreiras.

Referências

American College of Sports Medicine (ACSM). PESCATELLO, Linda S. (Ed.). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 10 ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

BARBANTI, V. J. **Teoria e prática do treinamento desportivo**. 12^a ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2009.

BESCÓS, X. S. et al. Fisiologia del fútbol. **Revista Apunts, Educación Física y Deportes**, n.42, p.55-60, 2015. Disponível em: <https://www.revista-apunts.com/>

BUZOLIN NETO, O. et al. Desempenho da agilidade, velocidade e coordenação de meninos praticantes e não praticantes de futebol. **Fitness and Performance Journal**, n. 2, p. 110-114, 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75112591006>

CASAMICHANA, D. et al. Influence of the varied pitch shape on soccer players physiological responses and time-motion characteristics during small-sided games. **Journal of Human Kinetics**, v. 64, p. 171-180, 2018. DOI: 10.1515/hukin-2017-0192

CASTAGNA, C.; ABT, G.; D'OTTAVIO, S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. **Sports Medicine**, v.37, n.7, p. 625-46, 2007. DOI: 10.2165/00007256-200737070-00006

CUNHA, R.G.; OLIVEIRA, J.C. A importância do metabolismo anaeróbico no futebol. **Revista Científica da FHO|Uniararas**, v.5, n.2, p. 46–53, 2017. DOI: <https://doi.org/10.55660/revfho.v5i2.146>.

DATSON, N. et al. Applied physiology of female soccer: an update. **Sports Medicine**, v. 44, n. 9, p.1225- 1240, 2014. DOI: 10.1007/s40279-014-0199-1

DOS SANTOS, T. M. et al. Correlation between creatine kinase (CK) and thermography: a systematic review with meta-analysis. **Motricidade**, v. 18, n. 3, p. 467-478, 2022. DOI: <https://doi.org/10.6063/motricidade.26751>

DRUST, B.; REILLY T.; CABLE, N. T. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. **Journal of Sports Science**, v. 18, n. 11, p. 885-892, 2000. DOI: 10.1080/026404100750017814

FERREIRA, A. S. **Treinamento técnico e tático no futebol**. Palestra concedida ao INTER-CENTER, S. C. Internacional, Porto Alegre, 2019.

GARGANTA, J. et al. Fundamentos e práticas para o ensino e treino do futebol. In TAVARES, F. (Ed.). **Jogos desportivos coletivos**. Ensinar a jogar. Porto: Editora FADEUP, 2013, p. 199-263.

GARRETT JR., W. E. **A ciência do exercício dos esportes**. (Col.) Trad. Claudia Ridel Juzwiak. Porto Alegre: Artmed, 2003.

HILL-HAAS, S.V.; DAWSON, B.; IMPELLIZZERI, F.M.; COUTTS, A.J. Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 41, p. 199–220, 2011. DOI: 10.2165/11539740-000000000-00000

HOFF, J.; HELGERUD, J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. **Sports Medicine**, v. 34, n. 3, p.165-180, 2004. DOI: 0112-1642/04/0003-0165/\$31.00/0

JIMÉNEZ-REYES, P. et al. Seasonal changes in the sprint acceleration force-velocity profile of elite male soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 1, p. 70-74, 2022. DOI: 10.1519/JSC.00000000000003513

KÖKLÜ, Y. A comparison of physiological responses to various intermittent and continuous small-sided games in young soccer players. **Journal of Human Kinetics**, v. 31, n. 1, p. 89–96, 2012. DOI: 10.2478/v10078-012-0009-5

LARANJEIRA, R. C. D. V. **Fisiologia aplicada ao futebol** - da formação ao alto rendimento. Dissertação (Treino de Alto Rendimento). Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Portugal, 2019.

LIMA e SILVA, L. et al. Análise do estresse cognitivo por termografia, marcadores salivares, pressão arterial e variabilidade da frequência cardíaca. **Pan American Journal of Medical Thermology**, [S.l.], v. 9, p. 003, jun. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.18073/pajmt.2022.9.003>

MCGUIGAN, M. **Monitoring training and performance in athletes**. Human Kinetics, 2017.

MARIÑO, M. M.; MARIÑO, J. I. M. **Fisiologia aplicada a los deportes**. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, S.L. 2007.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fundamentos de fisiologia do exercício**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 2002.

MENDES, M. S. et al. Correlação entre a temperatura da pele e a composição corporal. **Pan American Journal of Medical Thermology**, [S.l.], v. 8, p. 005, maio 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.18073/pajmt.2021.8.005>

- MELLO, D. B. **Ciclismo indoor**: bases científicas e metodológicas. 2^a ed. São Paulo: RV Editorial, 2020.
- MELLO, D. B. (ed.). **Termografia infravermelha nas ciências do esporte**. Rio de Janeiro. 2022. Ebook. Disponível em: <http://linktr.ee/danielli.mello>. Acesso em: 30 out 2023.
- MELLO, D. B.; MOREIRA, D. G.; NEVES, E. B. Termorregulação e estresse ambiental. In: NEVES, A. N.; MUNIZ, A. M. S.; MEIRELLES, C. M.; MELLO, D. B.; RODRIGUES, L. C.; MAINENTI, M. R. M. (Org.). **Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2022, v. 1, p. 47-66.
- MONTALVÃO, V. H. Efeitos do treinamento em jogos reduzidos com inferioridade numérica no futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 1, p. 42-45, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1517-869220172301168311>
- MOREIRA, P. V. S. et al. Metabolismo no futebol x treino intervalado. **Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)**, v. 4, n. 2, p. 9-17, 2013. Disponível em: <https://rbf.ufv.br/index.php/RBFutebol/article/view/86/82>
- PARREIRA, C. A. **Sistemas táticos e estratégias de jogo no futebol profissional**. Palestra concedida ao INTERCENTER, S. C. Internacional, Porto Alegre, 2016.
- PEREIRA-NETO, E. et al. Efeito agudo do treinamento de força com restrição de fluxo sanguíneo sobre demanda metabólica de lactato em jovens futebolistas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 18, n. 3, p. 136-144, 2019. DOI: <https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i3.3239>
- PRAÇA, P. J.; GREGO, G. M. **Treinamento tático no futebol**: teoria e prática. São Paulo: Appris, 2020.
- RAVEN, P. B.; GETTMAN, L. R.; POLLOCK, M. L. A physiological evaluation of professional soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 10, p. 209-16, 1976. DOI: 10.1136/bjism.10.4.209
- REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 669-683, 2000. DOI: 10.1080/02640410050120050
- REBELO, A. C. et al. Differences in strength and speed demands between 4v4 and 8v8 small-sided football games. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2246-2254, 2016. DOI: 10.1080/02640414.2016.1194527

ROMÃO, W. et al. The use of infrared thermography in endurance athletes: a systematic review. **Motricidade**, v. 17, n. 2, p. 193-203, 2021. DOI: <https://doi.org/10.6063/motricidade.21116>

SALES, T. D. et al. Biomarkers of tissue injury in high-intensity interval running: a systematic review. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 20, n. 4, p. 490-502, 2021. DOI: [10.33233/rbfex.v20i4.4752](https://doi.org/10.33233/rbfex.v20i4.4752)

SANGNIER, S. et al. Planning training workload in football using small-sided games' density. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 10, p. 2801-2811, 2019. DOI: [10.1519/JSC.00000000000002598](https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002598)

SANTOS, J. F. B. **Frequência cardíaca e aptidão física de praticantes de futebol recreativo (“pelada”)**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação Neuromotora) - Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação Neuromotora, Universidade Bandeirante, São Paulo, 2006.

SILVA, M. L.; FERREIRA, R. C. Anaerobic power analysis and training methods in professional soccer athletes. **International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v.4, n.4, p.198-202, 2019. DOI: [10.15406/ipmrj.2019.04.00198](https://doi.org/10.15406/ipmrj.2019.04.00198)

SILVA, P. R. S. O papel do fisiologista desportivo no futebol – Para quê & por quê? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 4, p. 165-169, 2000. doi.org/10.1590/S1517-86922000000400008

STØLEN, T. et al. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**. v.35, n.6, p.501- 36, 2005. DOI: [10.2165/00007256-200535060-00004](https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004)

STROYER, J.; HANSEN, L.; KLAUSEN, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 1, p.168-74, 2004. DOI: [10.1249/01.MSS.0000106187.05259.96](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106187.05259.96)

THORPE, Robin T. Post-exercise recovery: cooling and heating, a periodized approach. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 3, e707503, 2021. DOI: [10.3389/fspor.2021.707503](https://doi.org/10.3389/fspor.2021.707503).

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro. Grupo Palestra Sport, 2013.

USO DA ERGOESPIROMETRIA PARA AVALIAÇÃO E PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO PARA ATLETAS DE FUTEBOL

Divaldo Martins de Souza
Moisés Simão Santa Rosa de Sousa

Características do Futebol

O futebol é um dos esportes mais praticados em todo o mundo e uma das modalidades esportivas que mais atraem a sociedade, contudo, a sua prática exige o domínio de certas competências como agilidade, deslocamento, força e velocidade, a fim de que os mais diversos fundamentos do esporte sejam efetivados em uma partida, é uma modalidade de caráter intermitente cuja prática exige diversas valências físicas (SILVA, FERREIRA, 2019). Sendo um esporte vigoroso e de equipe que requer inúmeras habilidades técnicas e táticas, bem como concentração, precisão, velocidade, aceleração e rápidas mudanças de direção (ALSHUWAIER *et al.*, 2022).

Do ponto de vista fisiológico, é caracterizado como um esporte intermitente, em um jogo intervalado onde exige dos atletas *sprints* máximos em curtos períodos de tempo e espaço, assim como execução de saltos, cabeceios e chutes realizados dentro de treinos e partidas, exigindo do atleta força, potência e resistência como principais componentes da aptidão física específica. A preparação física no futebol passou a ser relevante a partir de anos de evolução do desporto, sendo de maior importância com o agregar da ciência relacionada ao alto desempenho. Com a crescente busca profissional do futebol, se mostrou necessário que relacionar o preparo físico com um planejamento agregaria grande vantagem nos aspectos técnico e tático, e que o aspecto físico se tornaria mais um pilar importante na competitividade (CABRAL; SOUSA; SILVA, 2021).

Além de ser intermitente, recruta os sistemas metabólicos anaeróbio e aeróbio para fornecer energia durante as situações de jogo e treino, sendo o sistema aeróbio utilizado em situações de intensidade baixa, necessário para manter a energia durante todo o jogo/treino, enquanto eventos associados com a via anaeróbia, estão relacionados com ações de grande intensidade e explosivos, onde são necessárias maiores quantidades de energia num curto espaço de tempo (MACKALA *et al.*, 2020; NOBARI *et al.* 2020).

O nível de intensidade das partidas de futebol aumentou expressivamente, o que impacta em demandas fisiológicas. Para suportar a demanda de treinos e jogos, é necessário que o atleta esteja em boas condições de aptidão física, já que o calendário de jogos é apertado e com poucos dias para recuperação, portanto, o departamento médico precisa atuar de forma eficaz no concernente a prevenção de lesões (COPPALLE *et al.*, 2019).

O treino de futebol, e principalmente as partidas, são caracterizados por atividade motora

de alta intensidade, onde os jogadores são obrigados a acelerar, desacelerar, mudar de direção e correr, o que pode ser repetido frequentemente durante uma partida. A distância percorrida por atletas de alto nível em um jogo pode chegar a 10 a 13 km, dos quais a corrida de alta intensidade representa 8 a 10% da distância total (XING *et al.*, 2023). Tais exigências fazem com que este esporte seja considerado complexo, pois durante uma partida oficial exige de maneira considerável, dos sistemas aeróbio e anaeróbio de um jogador (ÇAKIR, 2019).

Com as exigências do futebol moderno, os jogadores necessitam de elevados níveis de resistência, velocidade, força e habilidades de coordenação, portanto, os jogadores precisam ter um condicionamento físico bem aprimorado. Considerando que a energia utilizada pelos jogadores de futebol é produzida principalmente pelo metabolismo aeróbio, é importante que os jogadores tenham uma aptidão aeróbica (AA) bem desenvolvida e aprimorada. Especificamente, um nível adequado de AA permite aos jogadores manter ações repetitivas de alta intensidade dentro de um jogo de futebol, acelerar o processo de recuperação e manter sua condição física em um nível ideal durante todo o jogo e a temporada (MODRIC; VERSIC; SEKULIC, 2020).

Neste sentido, a possibilidade de controlar e monitorar as cargas de treino tem sido um aspecto muito importante para a eficácia do treino e para o rendimento nos jogos, particularmente em modalidades coletivas onde se busca aplicar uma carga externa similar para todos os membros da equipe (DONCASTER *et al.*, 2020).

Avaliação Ergoesperiométrica

O sistema cardiopulmonar e metabólico é responsável por captar, transportar e utilizar o oxigênio para formação de adenosina trifosfato (ATP), suprimindo a demanda energética requerida pelas contrações musculares durante o exercício. Respostas integradas dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular em exercícios que envolvam grandes grupos musculares aumentam até um limite, que define o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx.}}$) também chamada de condição aeróbia ou aptidão cardiorrespiratória (ACR) do indivíduo. A avaliação do $VO_{2\text{máx}}$ e do cronotropismo cardíaco pode ser realizada de forma direta (teste de esforço cardiopulmonar máximo) ou de maneira indireta (testes de campo) (LAWISCH; DIPP, 2020).

A Ergoespirometria ou Teste Cardiopulmonar é um teste não invasivo, que envolve uma avaliação integrada de vários sistemas. Além disso, também avalia a capacidade cardiopulmonar de cada indivíduo permitindo obter dados quantitativos que ajudam os profissionais de saúde a definirem com maior exatidão o estado metabólico de cada indivíduo num dado momento. Entre os dados obtidos é possível destacar o consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2), a ventilação pulmonar (VE), eletrocardiograma (ECG), pressão arterial (PA), lactato sanguíneo (LS) e frequência cardíaca (FC), entre outros, que traduzem informações úteis para o controle e prescrição de treino para atletas de rendimento ou recreativos (BETTENCOURT, 2020).

O teste ergoespirométrico permite avaliar o potencial aeróbio utilizando um analisador de gases que possibilita identificar as zonas ideais para treinamento aeróbio. O teste pode ser realizado concomitantemente com o teste ergométrico. No teste ergoespirométrico, é utilizado o

analisador de gases para obter as seguintes informações: frequência ventilatória (FV), frequência respiratória (FR), quantidade de dióxido de carbono (VCO_2) exalado e o consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$), que por sua vez, permitem avaliar o limiar ventilatório I e II, também conhecidos como limiar aeróbio e limiar anaeróbio (PITANGA, 2019).

A ergoespirometria é um exame padrão ouro para a prescrição do exercício físico cíclico do atleta, é um teste ergométrico combinado com a análise de gases, que permite a identificação do consumo de oxigênio e da produção de dióxido de carbono pelo organismo durante o teste, que é considerado o procedimento de escolha para atletas quando se pretende obter uma medida precisa da condição aeróbia, da determinação da frequência cardíaca e dos limiares para prescrição do exercício de forma mais precisa e individualizada (CUNHA, 2013; ALVES; VIEIRA; AZEVEDO FILHO; EUSTAQUIO, 2021).

De acordo com Cunha (2013) a ergoespirometria oferece informações que poderão ser utilizadas na prescrição e no acompanhamento do mesmo. Dentre elas, consideram-se as respostas cronotrópica, elétrica, pressórica e cardiopulmonar. O teste permite avaliar de maneira precisa, a capacidade cardiorrespiratória e metabólica dos indivíduos, pela identificação dos limiares ventilatórios: Limiar anaeróbico e Ponto de compensação respiratório, que determinam por sua vez, a zona de treinamento, com base no objetivo do treinamento do indivíduo.

Para Macedo, Verli, Magalhães Neto e Gonçalves (2024), o teste cardiorrespiratório permite determinar um nível seguro e eficaz para a prescrição de exercícios para pessoas saudáveis, além da detecção de diferentes doenças cardiovasculares ou metabólicas. A ergoespirometria se mostra uma estratégia eficaz para o uso na ciência da saúde e do esporte.

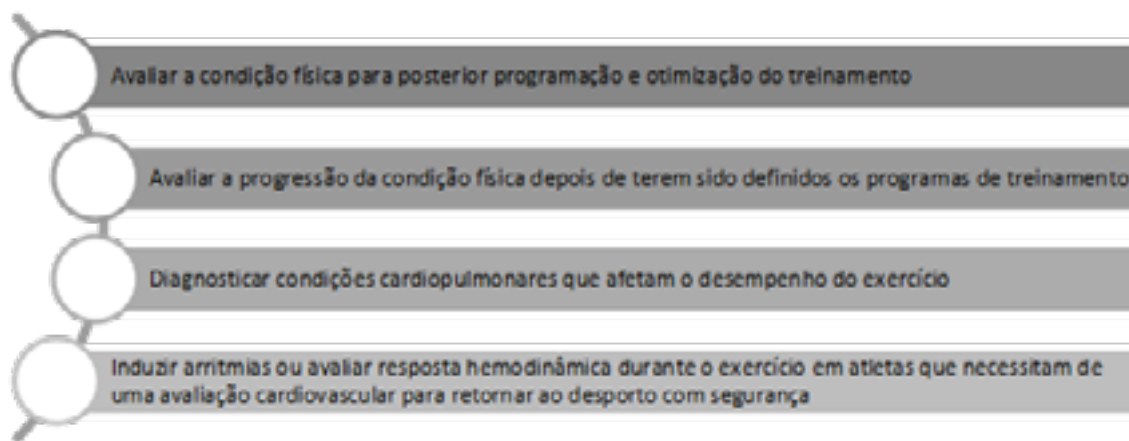


Figura 1 – Funcionalidades o exame cardiopulmonar em atletas.

Adaptado de Bettencourt (2020).

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$) é considerado padrão-ouro fisiológico na avaliação da aptidão cardiovascular (SCHOFFELEN *et al.*, 2019). O $\text{VO}_2\text{máx}$ é uma variável importante em esportes de resistência, como corrida, ciclismo, natação, triatlo ou em esportes coletivos e está fortemente correlacionado com o desempenho aeróbio do atleta, podendo ser aplicado para prescrever o treinamento adequadamente e para avaliar a adaptação ao exercício (WIECHA *et*

al., 2023).

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$) e os limiares ventilatórios (LV) são dois parâmetros frequentemente utilizados para medir a capacidade física de atletas, onde o $\text{VO}_2\text{máx}$ é um indicador do maior consumo de oxigênio (VO_2) por unidade de tempo que um indivíduo pode captar, transportar e utilizar em nível celular, e parece ser determinante para o desempenho no futebol. Já os LV são indicadores da produção de lactato e incluem o primeiro e segundo limiares. O primeiro limiar (LV1) corresponde ao início do acúmulo de lactato sanguíneo, e o segundo limiar (LV2) remete ao momento em que a produção de lactato supera sua própria remoção (GLÄNZEL *et al.*, 2020).

Um dos parâmetros básicos e mais importantes da preparação motora no futebol é a aptidão cardiovascular, que muitas vezes é definida como resistência aeróbia. Na maioria dos esportes, incluindo o futebol, é um tipo de treino de desempenho em corrida de resistência, e se baseia principalmente em esforços aeróbios, mas no clímax de seu desenvolvimento, pode cair no treinamento misto de liberação de energia aeróbia-anaeróbia, onde o nível de treinamento e a intensidade é de 80–85% da FC máxima (MACKALA *et al.*, 2020).

Há evidências das seguintes adaptações físicas em jogadores de futebol do treino de campo reduzido: a) aumento significativo na resistência; b) aumento da capacidade do VO_2 máximo em jogadores de elite e jovens e, c) melhora na velocidade de corrida no limiar de lactato, além disso, mostrou efeitos positivos na capacidade de sprints repetidos (MORAN *et al.*, 2019).

Recentemente, Dalen *et al.* (2019) propuseram que analisar as acelerações dentro de uma partida pode ser uma medida mais estável e sensível à redução de desempenho físico em comparação à distância total percorrida por demonstrar um padrão mais claro de variabilidade de desempenho dentro da partida.

Um fator relevante são as cargas internas (estresse fisiológico causado pela carga externa imposta), que é representada por diversos fatores, como o acúmulo de lactato no sangue, o aumento da frequência cardíaca (FC) e o aumento da percepção subjetiva de esforço (PSE), onde a carga interna em cerca de 80% do jogo é passada em valores acima de 80% FCmáx , com valores médios de 85 a 90% da FCmáx , apresentando ainda recuperação curta e incompleta (TRAVASSOS, 2021).

Na avaliação cardiorrespiratória, as respostas de algumas variáveis fornecem importantes parâmetros para a avaliação e prescrição do treinamento. De acordo com Faleiro (2020) as principais variáveis estudadas no teste de exercício cardiopulmonar (TECP) e que tem relação com o esforço físico são o VO_2 máximo, a Ventilação minuto (VE), os Equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2) e dióxido de carbono (VE/VCO_2), as Pressões expiratórias finais de O_2 e CO_2 (PET CO_2 e PETO_2), a Reserva Ventilatória, o Limiar Anaeróbio (LA) e o Pulso de Oxigênio (PuO_2).

O VO_2 máximo ($\text{VO}_2\text{máx.}$) é definido como o maior valor atingido, apesar do incremento de carga aplicada, desenvolvendo-se um platô na curva de VO_2 . Caso esse platô não seja identificado, o maior valor obtido ao final de um exercício máximo é caracterizado como VO_2 de pico.

A ventilação minuto (VE) corresponde ao volume de ar que se move para dentro e fora dos pulmões, determinado pelo produto da frequência respiratória e o volume de ar expirado em

cada ciclo. Logo, é a resposta ventilatória ao exercício e está diretamente ligada à PaCO_2 e seus determinantes. A ventilação aumenta linearmente até a intensidade correspondente ao limiar de lactato, para captar O_2 e eliminar o CO_2 respiratório, conforme a demanda metabólica. Em intensidades acima do limiar de lactato, a ventilação aumenta desproporcionalmente ao VO_2 devido à presença de CO_2 respiratório e metabólico.

Os equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2) e dióxido de carbono (VE/VCO_2) são as razões entre a taxa ventilatória instantânea e a taxa de captação de O_2 (VE/VO_2) e liberação de CO_2 (VE/VCO_2). Representam o volume de ar que deve ser ventilado para consumir 1 litro de oxigênio ou produzir 1 litro de dióxido de carbono, respectivamente. O VE/VO_2 atinge seus valores mínimos antes do limiar de lactato (LA), quando ocorre sua subida progressiva, ocasionada pelo aumento da ventilação para eliminar a produção extra de CO_2 . Tal ação resulta no tamponamento do lactato pelo bicarbonato sanguíneo. Em seguida, é observada elevação do VE/VCO_2 , chamado de ponto de compensação respiratória (PCR) ou limiar ventilatório, resultante do aumento ventilatório (alcalose respiratória compensatória) em resposta à redução do potencial hidrogeniônico (pH) sanguíneo pelo acúmulo progressivo do ácido láctico em nível muscular.

As pressões expiratórias finais de O_2 e CO_2 (PETCO_2 e PETO_2) refletem a ventilação-perfusão dentro do sistema pulmonar e, indiretamente, a função cardíaca. Podem representar razoavelmente, as pressões alveolares médias de O_2 e CO_2 em indivíduos “normais”, mas não em pacientes com acentuados desequilíbrios de relação ventilação-perfusão. Quando utilizadas em junção com os equivalentes ventilatórios, formam um método não invasivo do limiar de lactato, e analisando os valores do PETCO_2 podem indicar a integridade da vasculatura pulmonar.

A Reserva ventilatória, que pode ser expressa como a diferença entre a ventilação voluntária máxima (VVM) e o máximo de ventilação ao exercício, pode ser medida diretamente ou estimada (volume expiratório forçado do primeiro segundo - $\text{VEF}_1 \times 37,5$).

O Limiar anaeróbico (LA), que é definido como nível de VO_2 do exercício acima do qual a produção de energia metabólica é suplementada pelos mecanismos anaeróbios e é refletido pelo aumento na relação lactato e lactato/piruvato no músculo e no sangue arterial, ocorre quando há modificação da relação entre as taxas de incremento do VO_2 e da VCO_2 .

O Pulso de oxigênio (PuO_2) que teoricamente consiste no volume de O_2 extraído pelo metabolismo a cada batimento cardíaco, é calculado a partir da divisão do VO_2/FC e representa o volume sistólico e, de certa forma, o desempenho ventricular esquerdo, dependendo, portanto, do volume de sangue oferecido e da avidéz tissular em captá-lo.

Além destas variáveis, a frequência cardíaca (FC) é amplamente utilizada para avaliação da intensidade do exercício e prescrição porque há uma relação linear entre FC, VO_2 e carga de trabalho, que aumentam linearmente durante o exercício carga incremental (FALEIRO, 2020).

Teste de Esforço Máximo Versus Submáximo

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2018) a decisão de usar um teste de esforço máximo ou submáximo depende em grande parte dos motivos para a realiza-

ção do teste, do nível de risco do aluno/paciente e da disponibilidade de equipe e equipamento apropriados. Os testes máximos exigem que os participantes se exercitem até o ponto de fadiga voluntária, o que pode ser inadequado para alguns indivíduos e exigir equipamentos de emergência.

O objetivo básico do teste de esforço submáximo é determinar a resposta da FC a uma ou mais taxas de trabalho submáximas, usando os resultados para prever o $\text{VO}_2\text{máx}$. Embora tradicionalmente o principal objetivo do teste seja prever o $\text{VO}_2\text{máx}$, a partir da relação entre a FC e a carga de trabalho, é importante obter índices adicionais da resposta do participante ao exercício. O profissional deve utilizar as várias medidas submáximas de FC, PA, carga de trabalho, percepção subjetiva de esforço (PSE) e outros índices como indicadores da resposta funcional a exercícios.

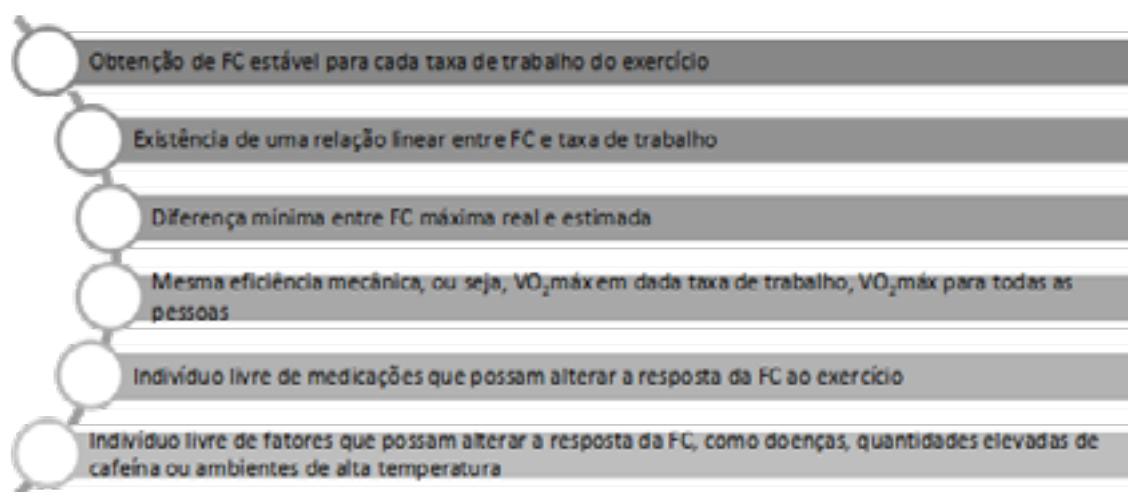


Figura 2 – Princípios para uma estimativa precisa do $\text{VO}_2\text{máx}$ pela resposta da FC a testes de exercício submáximo.

Adaptado de ACSM (2018).

Testes de esforço submáximo de estágio único e multiestágios estão disponíveis para estimar o $\text{VO}_2\text{máx}$ a partir de medidas simples de FC, cuja medição precisa é essencial para a validade de testes. Para direcionar questões específicas de treinamento, o tipo de teste (ex. cicloergômetro, esteira ou degrau) deve ser compatível com a modalidade básica de exercício praticada pelo participante, evidenciando um importante componente de especificidade para o atleta (ACSM, 2018).

Durante os testes de esforço é muito importante que o avaliador mensure minuto a minuto as variáveis de frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço (PSE) e o volume ventilatório (VE). Com esses valores ($\text{VO}_2\text{máx}$, FC, PSE e VE), é possível realizar uma análise mais detalhada da resposta fisiológica durante o esforço e a partir disso utilizar alguns parâmetros para a prescrição e/ou monitoramento da intensidade durante o exercício (PITANGA, 2019).

O quadro 1, a seguir, exemplifica o comportamento destas variáveis observadas durante um teste de esforço, em se usando o protocolo de Ellestad para essa avaliação.

Quadro 1 - Protocolo de Ellestad com um sujeito do gênero masculino, massa corporal total de 70Kg, 20 anos de idade, saudável e moderadamente treinado.

Idade – 20 anos		FC estimada – 200bpm				
Estágios	Tempo (min)	Velocidade (Km/h)	Inclinação (%)	FC (bpm)	PSE (escala)	VE
1	1	3,0	10			
	2			89	6	20
	3			92	8	
2	4	5,0	10	115	9	
	5			125	11	
3	6	6,5	10	134	12	
	7			141	14	
4	8	8,0	10	156	16	
	9			165	17	
	10			178	18	
5	11	9,5	15	186	19	
	12			191	20	58

Equação de Ellestad

$$VO_2\text{máx (ml/Kg/min)} = 4,46 + (3,933 \times \text{tempo máximo de esforço (min)})$$

Exemplo: $VO_2\text{máx (ml/Kg/min)} = 4,46 + (3,933 \times 12) = 51,65$

Fonte: PITANGA (2019) adaptado de MENEGHELO (2011).

Utilizando os valores do teste acima é possível iniciar o preenchimento de alguns parâmetros importantes na ficha do praticante. O primeiro parâmetro é a Frequência Cardíaca Máxima (FCmáx) atingida durante o esforço. No exemplo, o valor atingido foi de 191 bpm. Geralmente praticantes de atividades físicas e profissionais utilizam a FCmáx para prescrever a intensidade do esforço, no entanto, a frequência cardíaca deve ser um parâmetro de monitoramento e não de prescrição. A forma correta de prescrever o treinamento aeróbico é utilizando o consumo máximo de oxigênio, o $VO_2\text{máx}$ (PITANGA, 2019).

Prescrição do Treino

Um problema a ser considerado ao projetar um programa de treinamento cardiorrespiratório bem balanceado para jogadores de futebol é que o consumo máximo de oxigênio é mais eficazmente treinado em uma intensidade de 90-95% da FCmáx, que geralmente é alcançada por meio de intervalos de corrida. Acredita-se também que para que o $VO_2\text{máx}$ seja melhorado, jogar apenas futebol não é suficiente, pois não proporciona intensidade de exercício suficiente ao longo do tempo. Portanto, uma combinação de treino respiratório com treino de corrida mais intenso, não excedendo 85% do limiar anaeróbico, deverá compensar a atividade intermitente (em 90-95%) (MACKAY *et al.*, 2020).

Para Pitanga (2010) embora exista uma relação entre a FCmáx. e o $VO_2\text{máx}$, esta não é diretamente proporcional, como pode ser visto no quadro 2, a seguir, onde 100% do $VO_2\text{máx}$. é diretamente proporcional ao 100% da FCmáx. Essa relação permanece muito próxima até 92% da FCmáx. apresentando diferença de 6%. Por outro lado, quando se ultrapassa os valores de 85% da FCmáx. e se relaciona com o $VO_2\text{máx}$, a diferença é de mais de 10%. Dessa forma, quando

o praticante se exercita e/ou profissional prescreve a intensidade do esforço à 60% da FCmáx, o valor do VO₂máx é menor que 50%.

Quadro 2 – Relação entre Frequência Cardíaca máxima e Volume de Oxigênio Máximo.

VO ₂ máx. (%)	FCmáx. (%)	Diferença (%)
100	100	---
90	96	+6
85	92	+7
80	88	+8
75	85	+10
70	81	+11
65	77	+12
60	74	+14
55	70	+15
50	66	+16

Fonte: PITANGA (2019), adaptado de HEYWARD (2004).

Além do mais, Bittencourt (2020) considera que no futebol, cada posição tem um conjunto de particularidades táticas e exigências metabólicas que vão influenciar a performance dos indivíduos no terreno de jogo, sendo importante considerar as características dos jogadores à posição ou treinar algumas exigências físicas que os jogadores apresentem na sua posição para melhorarem o seu desempenho. Para avaliar a capacidade aeróbia no futebol o volume máximo de oxigênio é o parâmetro mais utilizado juntamente com o limiar anaeróbio.

Sendo assim, o autor enfatiza que se deva considerar um conjunto de dados que permitem quantificar aquilo que acontece no terreno de jogo: a) **Distância percorrida** - em média um jogador de futebol percorre entre 8 e 12 km por jogo, dependendo da sua função específica; b) **Frequência cardíaca** - os valores médios durante o jogo variam entre 160 e 170 bpm, atingindo a frequência máxima. É importante frisar que existe um decréscimo do primeiro para o segundo tempo da partida de em média de 10 bpm; c) **Lactato** - as concentrações de lactato são variáveis, em que os valores máximos variam entre 10 e 15 mmol/L nas fases mais intensas, mas nas concentrações médias a variação se situa entre os 4 e 8 mmol/L. É importante referir a diminuição das concentrações de lactato do primeiro para o segundo tempo; d) **Volume máximo de oxigênio** - vários estudos foram efetuados e existem resultados que se contradizem, contudo existe alguma evidência de que os meio campistas e os laterais, mostram um volume máximo de oxigênio, relativamente superiores a jogadores de outras posições. Para muitos autores isto se deve ao fato de que os jogadores que estão nestas posições têm uma atividade aeróbia superior aos restantes, devido a participação nas diferentes fases do jogo (defesa e ataque).

Movimento X Posição

Quando se relaciona apenas a distância com o dispêndio energético durante um jogo de futebol, é possível ser induzido em erro, tendo conta os dados que se obtêm. Existe a certeza de

que no decorrer de vários estudos foram omitidas algumas variáveis não relacionadas com a corrida que têm um grande impacto na performance desportiva e consequentemente no gasto energético dos atletas. Saltos verticais, mudanças de direção, contacto físico com os adversários, cabeceios, arremates, que geram um dispêndio de energia que muitas das vezes não são contabilizados. De acordo com alguns estudos efetuados é estimado que ocorrem 1000 a 1500 destes movimentos em cada jogo com uma frequência de 5 a 6 segundos, com pausas de 3 segundos a cada 2 minutos.

O quadro 3 demonstra as exigências físicas observadas em três grupos de jogadores da Premier League (defensores, meio campistas e atacantes). Durante o estudo foram identificadas diferenças significativas entre os três grupos para o tipo e tempo de movimento realizado.

Quadro 3 - Tempo médio (% dos 90 minutos) por tipo de movimento em defensores, meio campistas e atacantes.

Variáveis	Atacantes (19)	Meio Campistas (18)	Defensores (18)	Total (56)	H2	p
Parado	5,3 ± 3,5	2,1 ± 1,6*	6,3 ± 2,5	4,6±3,2	22,4	<0,001
Andando	14,1 ± 3,8	12,8 ± 4,2	15,8 ± 4,5	14,2±4,3	3,6	0,163
Corrida Lenta	24,7 ± 8,7	28,3 ± 12,0	31,5 ± 6,8	28,1±9,6	4,6	0,101
Corrida Rápida	11,1 ± 4,5	14,6 ± 9,2	7,6 ± 3,6*	11,1±6,8	9,6	0,008
Corrida Muito Rápida	5,5 ± 3,3	6,4 ± 3,1	2,5 ± 1,3*	4,8±3,2	17,4	<0,001
Skipping	8,3 ± 2,8	9,1 ± 3,8	12,3 ± 6,2*	9,9±4,7	8,3	0,016
Shuffling	9,5 ± 1,6	7,9 ± 2,1*	10,5 ± 3,2	9,3±2,6	8,0	0,018
Outro	21,5 ± 7,7	18,8 ± 5,6	13,6 ± 8,0*	18,1±7,8	7,8	0,020

Fonte: BITTENCOURT (2020).

Defensores - comparativamente com os outros setores, os defensores desempenharam maior quantidade em corrida lenta e uma menor percentagem do seu tempo em Corridas Rápidas e Muito Rápidas. É importante realçar que os carrinhos com o apoio de apenas um pé para interceptar e/ou recuperar a bola é um dos movimentos que caracterizam os defensores.

Meio Campistas - são jogadores que apresentam menor percentagem de tempo em que estão parados. No entanto, apresentam maior exposição a Corridas Rápidas e Muito Rápidas.

Meio Campistas e Atacantes - apresentam maior percentagem de exposição a outros tipos de movimentos tais como: saltos, deslizes, carrinhos, quedas entre outros. O número de bloqueios e saltos estão dependentes do setor em que o jogador atua e das características, contudo, em média, ocorrem cerca de 3 a 27 e 1 a 36 por jogo, respetivamente.

Recomendações para os Treinos

O teste cardiopulmonar, permite uma análise direta dos gases expirados, o que propicia uma avaliação mais detalhada para atletas quando se deseja obter uma medida precisa da condição aeróbia, da determinação da frequência cardíaca e dos limiares para prescrição do exercício (ALVES *et al.*, 2021).

Limiar Anaeróbio, VO₂ máximo e Exercício Físico - No que diz respeito ao estudo de variáveis que auxiliem o controle e monitoração do treino, a ergoespirometria é um procedimento que possibilita a determinação do Limiar Anaeróbio e do Volume Máximo de Oxigênio. É importante entender a função de cada uma destas variáveis e como se relacionam com a intensidade do exercício para adequar intensidades que aprimorem as adaptações individuais e evoluírem de acordo com a estrutura de treino montado tendo em conta as suas necessidades. Assim, quanto mais individualizados os limiares e as zonas de treino, mais precisa será a prescrição do exercício e maior será a adaptação/desempenho dos atletas (BITENCOURT, 2020).

Limiar anaeróbio, Limiar ventilatório e treino – De acordo com Bittencourt (2020) o limiar anaeróbio é utilizado na prescrição do treino e avaliação dos atletas. Este parâmetro ajuda a definir o equilíbrio dinâmico máximo entre a produção e remoção do lactato, o que contribui na definição de zonas de treino.

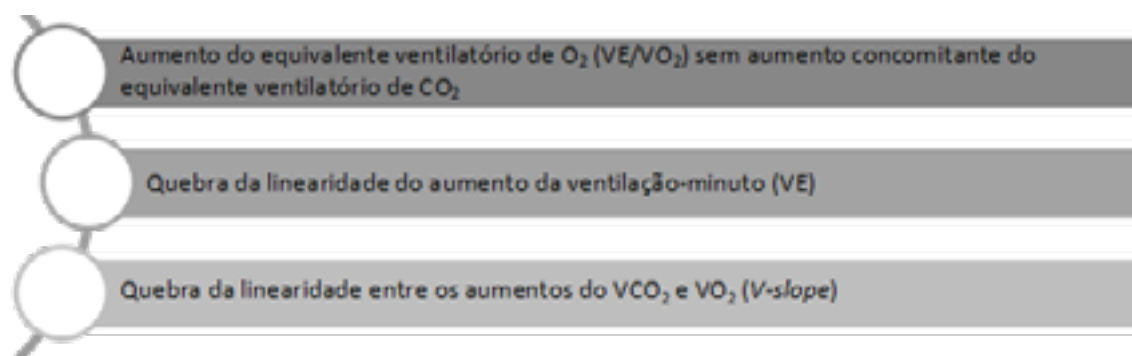
Os melhores indicadores de intensidade de treinamento cardiorrespiratório para jogadores de futebol são a velocidade de corrida e a FC o PCR (ponto de compensação respiratória). Esses indicadores fornecem aos treinadores informações cruciais para a determinação de intensidades individuais de treinamento, bem como para controlar e corrigir o treino dos futebolistas (BOFFA JUNIOR; JAPY FILHO; MARQUEZI, 2020).

O ponto de compensação respiratória (PCR), por alguns chamado de segundo VT, ocorre quando há um aumento exponencial na VE em resposta a uma produção excessiva de CO₂ durante o exercício incremental. A potência crítica e, em menor grau, o PCR, representam a intensidade elevada a severa do exercício e são úteis na criação de um programa de treino físico para atletas em disciplinas desportivas específicas (MAZAHERI *et al.*, 2021).

Já os limiares anaeróbios representam a maior intensidade de exercício, com a utilização de grandes grupamentos musculares, onde a produção e a eliminação do lactato sanguíneo estão em equilíbrio. São considerados os melhores indicadores da capacidade aeróbia quando comparados com outros índices como o VO₂máx (BOFFA JUNIOR; JAPY FILHO; MARQUEZI, 2020).

Caso a determinação do limiar seja obtida através da medição de lactato, o limiar é denominado limiar de lactato. Por outro lado, caso seja obtido através da análise dos dados ventilatórios, este será denominado limiar ventilatório. O limiar ventilatório (LV) foi proposto com o propósito de determinar, de forma indireta, a intensidade de esforço em que o lactato no sangue sofre elevação em relação ao valor de repouso, durante teste de esforço progressivo.

Figura 3 – Critérios para a detecção do Limiar Ventilatório.



Adaptado de Bittencourt (2020).

O aumento não linear da ventilação-minuto durante o exercício, em geral, está associado ao aumento da concentração plasmática de CO_2 decorrente do tamponamento do ácido láctico.

É necessário explicar que existem dois momentos fundamentais na determinação do limiar, o limiar ventilatório 1 (LV1) e 2 (LV2). O LV1 ocorre numa intensidade de exercício na qual o nível de lactato sanguíneo aumenta acima dos valores de repouso. Entretanto, nessa intensidade não se verifica diminuição significativa do pH sanguíneo. Em relação ao LV2, este representa a intensidade de esforço acima da qual, durante exercícios de carga crescente, ocorre acúmulo de lactato no sangue e fadiga precoce.

Um dado importante acerca dos limiares ventilatórios em atletas é que eles estão em intensidades de exercícios mais próximos do LV2 do que no LV1, o que se assemelha ao esforço realizado durante as competições. Um LV2 elevado, ou seja, uma fração elevada do VO_2 sem que haja acúmulo progressivo de lactato no sangue tem importantes implicações funcionais. Basicamente, o atleta está mais bem preparado para realizar atividades energéticas de maior intensidade por períodos mais prolongados. Consequentemente, é sem dúvida uma vantagem utilizar uma porcentagem alta do seu VO_2 sem entrar em acidose metabólica precoce. É importante salientar que, em atletas, o LV2 é fundamental quando se objetiva potencializar sua condição aeróbia, pois o exercício realizado nessa intensidade apresenta maior eficiência metabólica. O fato de o limiar ventilatório poder aumentar, sem haver mudança de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e que os indivíduos com o mesmo $\text{VO}_{2\text{máx}}$ não sustentam a mesma duração do esforço, demonstra a maior eficiência do limiar ventilatório para controle e monitoração do treino (BITTENCOURT, 2020).

Utilizando o Equivalente Metabólico (MET)

No que diz respeito à intensidade do treinamento, o ACSM sugere a classificação de intensidade de exercício em percentual do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, percentual da FCmáx , escala de percepção subjetiva de esforço e equivalente metabólico (MET), referindo que a utilização do percentual do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é o mais fidedigno. Após a mensuração do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ durante o exercício, o mesmo pode ser representado em equivalente metabólico (MET), múltiplo da taxa metabólica basal, equivale à energia suficiente para um indivíduo se manter em repouso, representado na literatura pelo VO_2 de 3,5 ml/kg/min. A conversão de METs para trabalho motor permitirá a utilização de forma mais simples e consciente da variável intensidade para a prescrição do exercício, permitindo a prescrição mais adequada e orientada (SOUSA *et al.*, 2016).

Para o cálculo do MET máximo de um indivíduo que durante um teste cardiopulmonar teve seu $\text{VO}_{2\text{máx}}$ determinado em 45 mililitros, basta dividir o valor de consumo de oxigênio de repouso 3,5 ml/kg/min pelo valor máximo atingido durante o teste ($45 \text{ ml/kg/min} / 3,5 \text{ ml/kg/min} = 13 \text{ METs}$), o que significa dizer que este esforço realizado equivale a 13 vezes a taxa metabólica de repouso. (SOUSA *et al.*, 2016; PITANGA, 2019).

No quadro 4 aparecem a relação entre os parâmetros % da FCmáx , FCmáx , FC de reserva, FC de trabalho, % $\text{VO}_{2\text{máx}}$, $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e MET.

Quadro 4 - Parâmetros relacionados ao teste de VO₂ Máximo.

%FCmáx	FCmáx (bpm)	C reserva (bpm)	FC trabalho (bpm)	%VO ₂ máx	(ml/Kg/min)	MET
100	180	110	180	100	45,00	13
96	173	106	176	90	40,50	12
92	166	101	171	85	38,25	11
88	158	97	167	80	36,00	10
85	153	94	164	75	33,75	10
81	146	89	159	70	31,50	9
77	139	85	155	65	29,25	8
74	133	81	151	60	27,00	8
70	126	77	147	55	24,75	7
66	119	73	143	50	22,50	6
57	103	63	133	45	20,25	6

Fonte: PITANGA (2019)

Em se conhecendo as velocidades do VO₂máx e do PCR é possível estabelecer zonas de treinamento, prescrever e controlar sessões de treino em diferentes intensidades e mais objetivas para a melhora da aptidão física (BOFFA JUNIOR; JAPY FILHO; MARQUEZI, 2020).

Os autores estudaram as correlações entre as variáveis Distância (ST_{DISTÂNCIA}) e velocidade máxima (ST vel MÁX) obtidas no *Soccer Test* com as variáveis de consumo máximo de oxigênio (TEE VO₂máx), velocidade no limiar anaeróbio (TEE vel LAN) e velocidade no ponto de compensação respiratória (TEE vel PCR) obtidas no teste ergoespirométrico de laboratório. A variável *Soccer Test* vel MÁX foi determinada pelo estágio final atingido pelo avaliado durante o teste. Os resultados mostraram que a ST_{DISTÂNCIA} apresentou correlação positiva e moderada com a variável TEE VO₂MÁX ($r = 0,5746$), correlação positiva e muito fraca com a variável TEE vel LAN ($r = 0,0849$) e correlação positiva e moderada com a variável TEE vel PCR ($r = 0,4794$). A variável ST vel MÁX por sua vez, apresentou correlação positiva e forte ($r = 0,6063$) com a variável TEE VO₂MÁX, correlação positiva e muito fraca ($r = 0,0302$) com a variável TEE vel LAN e correlação positiva e fraca ($r = 0,3804$) com a variável TEE vel PCR, permitindo concluir que a distância percorrida durante o *Soccer Test* pode ser uma referência para estimar o consumo máximo de oxigênio (VO₂máx), o limiar anaeróbio (LAN) e o ponto de compensação respiratória (PCR) de futebolistas e podem ser confirmados nas tabelas 1 e 2 a seguir.

Tabela 1 – Dados antropométricos, teste ergoespirométrico e *Soccer Test* da amostra.

Variável	Média	Desvio Padrão
Idade (anos)	18,24	0,72
Peso (Kg)	73,71	7,48
Estatutura (m)	1,79	0,06
TEE VO ₂ máx (ml/Kg/min)	47,73	5,36
TEE LV ₁ /VO ₂ máx (%)	51,75	9,04
TEE LV ₂ /VO ₂ máx (%)	83,80	9,48
TEE vel _{LAN} (Km/h)	8,04	0,20
TEE vel _{PCR} (Km/h)	12,60	1,68
TEE vel _{MÁX} (Km/h)	15,96	1,27
TEE DISTÂNCIA (m)	2118,40	356,61
TEE FC _{INICIAL} (bpm)	123,84	15,69
TEE FC _{LAN} (bpm)	129,44	13,73
TEE FC _{PCR} (bpm)	162,64	12,97
TEE FC _{MÁXIMA} (bpm)	182,08	8,15
Soccer Test Vel _{MÁX} (Km/h)	14,88	0,83
Soccer Test DISTÂNCIA (m)	1838,08	197,06
Soccer Test FC _{INICIAL} (bpm)	81,72	18,54
Soccer Test FC _{MÁXIMA} (bpm)	195,00	6,61

Legenda: TEE, teste ergoespirométrico; VO₂, consumo de oxigênio; LAN, limiar anaeróbio; PCR, ponto de compensação respiratória; vel, velocidade; vel_{MÁX}, velocidade máxima; FC, frequência cardíaca.

Fonte: (BOFFA JUNIOR; JAPY FILHO; MARQUEZI, 2020).

Tabela 2 - Correlações entre as variáveis Soccer Test vel_{MÁX}, Soccer Test DISTÂNCIA, TEE VO₂MÁX, TEE vel_{LAN} e TEE vel_{PCR}.

Variável	TEE VO ₂ MÁX (ml/Kg/min)		TEE vel _{LAN} (Km/h)		TEE vel _{PCR} (Km/h)	
	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
Soccer Test vel _{MÁX} (Km/h)	0,6063	0,0013	0,0302	0,8862	0,3804	0,0607
Soccer Test vel _{DISTÂNCIA} (m)	0,5746	0,0027	0,0849	0,6865	0,4794	0,0153

Legenda: ST, Soccer Test; TEE, teste ergoespirométrico; VO₂MÁX, consumo máximo de oxigênio; LAN, limiar anaeróbio; PCR, ponto de compensação respiratória.

Fonte: (BOFFA JUNIOR; JAPY FILHO; MARQUEZI, 2020).

As correlações verificadas entre o *Soccer Test* e o TEE e as vantagens por poder ser realizado no ambiente dos jogadores (campo de jogo) com chuteiras; exigir dos jogadores contrações musculares excêntricas nas mudanças de direção, similares às ocorridas durante o jogo; e permitir

a otimização do tempo por permitir avaliar vários jogadores ao mesmo tempo, podem sugerir a utilização do *Soccer Test* como uma alternativa barata e prática para estimar o $\text{VO}_2\text{máx}$ e o PCR de futebolistas principalmente daqueles clubes que não têm acesso a um teste ergoespiométrico (BOFFA JUNIOR; JAPY FILHO; MARQUEZI, 2020).

Quando se tem o objetivo de aumento do $\text{VO}_2\text{máx}$ se faz necessário realizar treinos acima do PCR (também conhecido como limiar ventilatório 2), acima de 85% da FCmáx , sendo necessário fracionar o treinamento, realizando treinamentos atualmente chamados de treinamentos intervalados de alta intensidade conhecido pelo termo na língua inglesa HIIT (*high intensity interval training*), que é definido como esforço próximo do máximo, realizado na intensidade que elícita $\geq 80\%$ (frequentemente 85 a 95%) da máxima frequência cardíaca separados por algumas propostas.

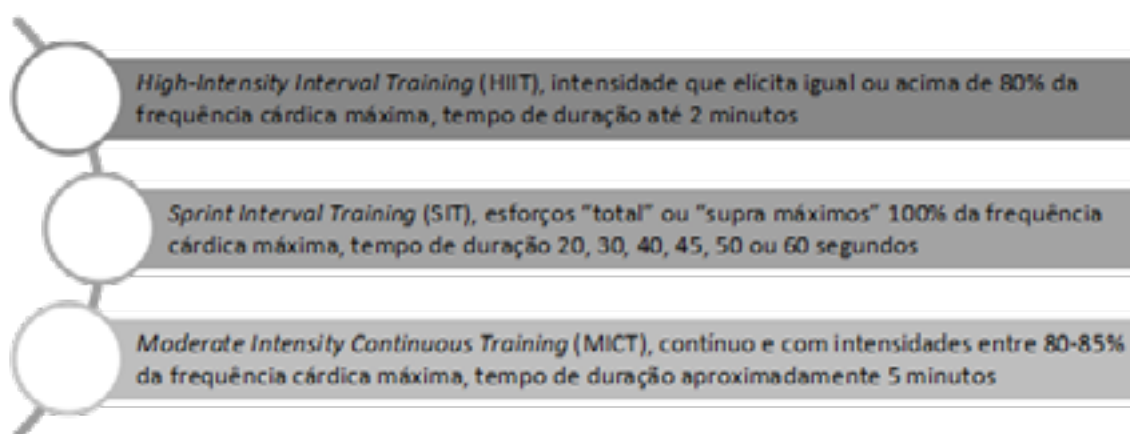


Figura 4 – Proposição de intensidades para o treinamento intervalado.

Adaptado Boffa Junior, Japy Filho e Marquezi (2020).

É possível notar que as propostas supracitadas são bem diferentes entre volume e intensidade, devendo escolher a proposta que mais se aproxime da especificidade da modalidade esportiva e/ou metabolismo exigido durante a competição. Além disso, quando se estimula priorizando o metabolismo aeróbio, antes que ocorra outro estímulo para o mesmo metabolismo são necessárias 48 horas (ou mais) de intervalo entre as sessões de treinamento, para que ocorra recuperação suficiente; já se o estímulo seguinte priorizar o metabolismo anaeróbio láctico, 24 horas são suficientes para recuperação; e se o estímulo seguinte priorizar o metabolismo anaeróbio alático, apenas 6 horas são suficientes para recuperar, conforme se pode observar no quadro 5, a seguir.

Quadro 5 - Heterocronismo da recuperação associado ao metabolismo.

Estímulo Inicial	Intervalo entre os estímulos		
	6 horas	24 horas	48 horas
Aeróbio	Anaeróbio alático	Anaeróbio láctico	Aeróbio
Anaeróbio láctico	Aeróbio	Anaeróbio alático	Anaeróbio láctico
Anaeróbio alático	Anaeróbio láctico	Aeróbio	Anaeróbio alático

Fonte: PITANGA (2019) adaptado de KRAEMER; FLECK; DESCHENES (2016).

O monitoramento do treinamento por meio da frequência cardíaca deve ser constante. Assim que a frequência cardíaca começar a reduzir sem alterações de carga de treinamento (volume e intensidade) será o momento de realizar alterações no volume do treinamento.

Uma Visão Estatística sobre Dados Obtidos Através da Avaliação Cardiopulmonar por Ergoespirometria em Jogadores de Futebol de Base e Profissionais.

Os dados a seguir foram obtidos através de avaliação de atletas de duas equipes de futebol profissional e de uma equipe de futebol de base, todas do estado do Pará, Brasil, no ano de 2018.

Nas tabelas de 3 a 11 é possível se verificar a prevalência amostral para variáveis qualitativas estudadas e a descrição dos dados obtidos em repouso e em esforço máximo, passando pelo limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório, bem como a correlação verificada entre os dados estudados.

Tabela 3 - Características descritivas qualitativas da amostra (valores absolutos e relativos) e comparação das prevalências (qui-quadrado).

Variável	Classe	Prevalência		Comparação	
		N	%	χ^2	p
Categoria	Base	12	19,4	23,29	<0,001*
	Profissional	50	80,6		
Posição	Goleiro	7	11,3	24,94	<0,001*
	Lateral	10	16,1		
	Zagueiro	9	14,5		
	Meio campista	28	45,2		
	Atacante	8	12,9		
Classificação do VO₂máx.	Muito Fraca	1	1,6	42,90	<0,001*
	Regular	5	8,1		
	Boa	32	51,6		
	Excelente	24	38,7		

Na tabela 3 é possível observar na amostra investigada, uma prevalência significativa de jogadores profissionais, meio campistas e com Boa classificação cardiorrespiratória. As diferenças verificadas podem ser explicadas pelo fato de serem duas equipes profissionais e uma somente de base, pelo fato de que as posições de meio campo são três ou quatro quando comparadas com as demais posições de jogo e pelo fato de que um VO₂ máx Bom pode ser interessante para a maioria dos jogadores de futebol nas suas diferentes posições, excetuando para os meio campistas.

Tabela 4 – Características descritivas etária, de pressão arterial e duplo produto amostrais (valor mínimo, valor máximo, média aritmética e desvio padrão).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	14,00	37,00	24,29	5,62
Pressão Arterial Sistólica pré-teste	100,00	150,00	120,40	7,80
Pressão Arterial Sistólica pós-teste	130,00	200,00	169,68	15,96
Pressão Arterial Diastólica pré-teste	50,00	90,00	75,97	8,19
Pressão Arterial Diastólica pós-teste	60,00	90,00	76,69	7,79
Variação da PA Sistólica	0,70	6,20	3,40	1,06
Variação da PA Diastólica	-0,80	0,90	0,05	0,33
Duplo Produto	27,84	43200,00	28874,16	7765,53

Na tabela 4 se pode constatar quanto as variáveis etária, de pressão arterial e de duplo produto, uma amostra heterogênea quanto as variáveis de idade, variação da pressão arterial sistólica, variação da pressão arterial diastólica e duplo produto. Quanto a idade a heterogeneidade pode ser explicada pelo fato de que a amostra foi composta tanto por jogadores profissionais quanto pode de base, com uma variação de 14 a 37 anos; as variáveis de pressão e duplo produto, podem ser explicadas pela própria diferença etária, o que pode influenciar na matura cardiorrespiratória, que ocorre em idade mais avançadas.

Tabela 5 - Correlação (Pearson) entre as variáveis etária, de pressão arterial e duplo produto na amostra.

	p								
	Idade	PASpré	PASpós	PADpré	PADpós	Var.PAS	Var.PAD	DP	
r	Idade	0,390	0,559	0,874	0,181	0,258	0,042*	0,517	
	PAS pré	-0,11	0,004*	<0,001*	0,001*	0,100	0,356	0,307	
	PAS pós	-0,08	0,36	0,088	0,027*	<0,001*	0,531	<0,001*	
	PAD pré	0,02	0,56	0,22	<0,001*	0,596	0,002*	0,210	
	PAD pós	0,17	0,52	0,28	0,79	0,854	0,063	0,130	
	Var. PAS	0,15	-0,21	0,74	-0,07	0,02	0,270	0,007*	
	Var. PAD	0,26	-0,12	0,08	-0,39	0,24	0,14	0,630	
	DP	0,08	0,13	0,49	0,16	0,20	0,34	0,06	

Na tabela 5 é possível constatar algumas importantes correlações significativas verificadas entre as variáveis etária, de pressão arterial e de duplo produto, onde se verificou correlação baixa e positiva; entre a pressão arterial sistólica em repouso e a pressão arterial sistólica no final do teste, regular e positiva, entre a pressão arterial sistólica em repouso e a pressão arterial diastólica em repouso regular e positiva e com a pressão arterial diastólica no final do teste regular e positiva; entre a pressão arterial sistólica no final do teste e a diastólica no final do teste baixa e positiva, entre a sistólica no final do teste e variação da sistólica forte e positiva, e entre a sistólica no final do teste e o duplo produto regular e positiva; entre a pressão arterial diastólica

em repouso e no final do teste forte e positiva, entre a pressão arterial diastólica em repouso e a variação da pressão diastólica regular e positiva, e entre a variação da pressão diastólica e o duplo produto regular e positiva, em todos os casos o que se observa é que o aumento de uma variável está significativamente associado ao aumento da outra variável apontada anteriormente.

Tabela 6 – Características descritivas amostrais no limiar anaeróbio (valor mínimo, valor máximo, média aritmética e desvio padrão).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Frequência Cardíaca	75,00	178,00	133,45	16,53
Percentual da frequência máxima alcançada	48,40	92,20	74,36	7,87
Potência	108,30	456,10	278,14	78,78
VO ₂ Absoluto	1,06	2,77	2,07	0,36
VO ₂ Relativo	16,13	40,89	29,70	4,79
Percentual do VO ₂ máximo alcançado	35,20	74,10	57,96	8,56

Na tabela 6 é possível observar uma heterogeneidade amostral apenas na variável de potência alcançada no ponto do limiar anaeróbio, o que também pode ser explicado pela relação com a idade da amostra e a maturidade cardiorrespiratória e o tempo de treinamento.

Tabela 7 - Correlação (Pearson) entre as variáveis cardiopulmonares na amostra. no limiar anaeróbio.

		p					
		FC	%FC	Potência	VO ₂ Abs.	VO ₂ Rel.	%VO ₂ máximo
	FC		<0,001*	0,001*	0,029*	0,169	0,130
	%FC	0,84		<0,001*	0,001*	0,014*	0,006*
r	Potência	0,41	0,54		<0,001*	<0,001*	<0,001*
	VO ₂ Absoluto	0,28	0,40	0,80		<0,001*	<0,001*
	VO ₂ Relativo	0,18	0,31	0,46	0,74		<0,001*
	% VO ₂ máximo	0,120	0,35	0,51	0,65	0,72	

Na tabela 7 se pode observar correlações significativas entre as variáveis analisadas no limiar anaeróbio, como o verificado entre a frequência cardíaca e o % da frequência cardíaca; entre a frequência cardíaca e a potência; entre a frequência cardíaca e o VO₂ Absoluto; entre o % da frequência cardíaca e a potência; entre o % da frequência cardíaca e o VO₂ Absoluto; entre o % da frequência cardíaca e o VO₂ Relativo; entre o % da frequência cardíaca e o % do VO₂ máx; entre a potência e o VO₂ Absoluto; entre a potência e o VO₂ Relativo; entre a potência e o % do VO₂ máx; entre o VO₂ Absoluto e o VO₂ Relativo; entre o VO₂ Absoluto e o % do VO₂ máx; entre o VO₂ Relativo e o % do VO₂ máx. Em todos os casos verificados se observou correlações positivas, indicando que o aumento de uma variável está associado ao aumento da segunda variável analisada, correlações variantes entre regular e forte.

Tabela 8 – Características descritivas amostrais no ponto de compensação respiratório (valor mínimo, valor máximo, média aritmética e desvio padrão).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Frequência Cardíaca	124,00	189,00	164,37	12,15
% da frequência máxima alcançada	77,50	103,30	92,02	4,63
Potência	233,60	960,30	581,15	166,46
VO ₂ Absoluto	1,93	3,99	3,07	0,45
VO ₂ Relativo	29,38	61,77	44,09	5,70
% do VO ₂ máximo alcançado	78,10	92,64	85,79	3,34

Na tabela 8 se pode observar, relativamente ao ponto de compensação respiratório, uma amostra heterogênea apenas para a potência. Da mesma forma como o verificado no limiar anaeróbio, pode ser explicado pela relação com a idade da amostra e a maturidade cardiorrespiratória e o tempo de treinamento, além da diferença na massa corporal dos sujeitos da amostra.

Tabela 9 - Correlação (Pearson) entre as variáveis cardiopulmonares na amostra. no ponto de compensação respiratório.

	p					
	FC	%FC	Potência	VO ₂ Abs.	VO ₂ Rel.	%VO ₂ máximo
FC		0,002*	0,513	0,591	0,864	0,043*
%FC	0,39		0,011*	0,956	0,550	0,537
Potência	0,09	0,32		<0,001*	0,572	0,196
VO ₂ Absoluto	0,07	0,07	0,63		<0,001*	0,005*
VO ₂ Relativo	0,02	0,08	0,07	0,60		0,009*
% VO ₂ máximo	-0,26	-0,08	0,17	0,35	0,33	

Na tabela 9 se pode observar correlações significativas entre as variáveis analisadas no ponto de compensação respiratório, como pode ser observado entre a frequência cardíaca e o % da frequência cardíaca; entre a frequência cardíaca e o % do VO₂ máx; entre o % da frequência cardíaca e a potência; entre a potência e o VO₂ Absoluto; entre o VO₂ Absoluto e o VO₂ Relativo; entre o VO₂ Absoluto e o % do VO₂ máx; entre o VO₂ Relativo e o % do VO₂ máx. Em todos os casos verificados se observou correlações positivas, indicando que o aumento de uma variável está associado ao aumento da segunda variável analisada, correlações variantes entre regular e forte.

Tabela 10 – Características descritivas amostrais no esforço máximo (valor mínimo, valor máximo, média aritmética e desvio padrão).

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Frequência Cardíaca	151,00	200,00	178,84	12,60
Potência	310,60	1269,40	815,11	229,28
VO ₂ Absoluto	2,27	4,56	3,58	0,48
VO ₂ Relativo	34,55	72,74	51,51	6,37
Percentual da FC máxima alcançada	75,88	101,03	91,52	6,04

Na tabela 10 se pode observar uma amostra heterogênea quanto às variáveis em esforço máximo apenas na potência final alcançada, podendo ser explicado pelos mesmos fatores indicados nos limiares.

Tabela 11 - Correlação (Pearson) entre as variáveis cardiopulmonares na amostra. no esforço máximo.

		p				
		FC	Potência	VO ₂ Abs.	VO ₂ Rel.	%FC máxima prevista
r	FC		0,705	0,254	0,539	<0,001*
	Potência	-0,05		<0,001*	0,370	0,189
	VO ₂ Absoluto	0,15	0,54		<0,001*	0,583
	VO ₂ Relativo	0,08	-0,12	0,56		0,583
	% FC máxima prevista	0,91	0,17	0,21	-0,07	

Na tabela 11 se pode observar correlações significativas entre as variáveis analisadas no esforço máximo, como o verificado entre a frequência cardíaca e o % da frequência cardíaca máxima prevista; entre a potência e o VO₂ Absoluto e entre o VO₂ Absoluto e o VO₂ Relativo. Em todos os casos verificados se observou correlações positivas, indicando que o aumento de uma variável está associado ao aumento da segunda variável analisada, correlações variantes entre regular e forte.

Modelos e Exemplos de Prescrição.

Neste ponto estaremos mostrando três exemplos de prescrição de treinamento baseado na avaliação cardiopulmonar. Em todos os casos será adotado o MET relacionado ao VO₂ de cada momento.

Modelo 1 – Prescrição baseada no VO₂ obtido no limar anaeróbio.

Objetivo do programa – aumento da capacidade de Endurance em baixa intensidade.

Sujeito JJJ, 16 anos, massa corporal 62,9Kg, estatura 165,8cm, divisão de base, meio campista, frequência cardíaca máxima alcançada de 193bpm, VO₂ máximo 59,14ml/Kg/min, classificação cardiorrespiratória excelente e VO₂ no limiar anaeróbio 20,83ml/Kg/min.

$$\text{MET treino} = \text{VO}_2 \text{ no limiar anaeróbio} \div 3,5$$

$$\text{MET treino} = 20,83 \div 3,5$$

$$\text{MET treino} = 5,95 \text{ METs}$$

Velocidade de treino (Km/h)

$$1 \text{ MET} = 1 \text{ Km/h}$$

$$5,95 \text{ METs} \times 1 = 5,95 \text{ Km/h}$$

Velocidade de treino (m/min)
 $(\text{Vel(Km/h)} \times 1000) \div 60$
 $(5,95 \times 1000) \div 60$
 $5950 \div 60 = 99,17 \approx 99\text{m/min.}$

Programa para 8 semanas

Semana	Frequência semanal (sessões)	Duração por sessão (minutos)	Velocidade (metros por minuto)	Distância (metros)
1	2	15	99,0	1.485,0
2	2	15		1.485,0
3	2	20		1.980,0
4	2	20		1.980,0
5	3	25		2.475,0
6	3	25		2.475,0
7	3	30		2.970,0
8	3	30		2.970,0

Modelo 2 – Prescrição baseada no VO_2 obtido no ponto de compensação respiratório

Objetivo do programa – aumento da capacidade de tolerância ao lactato e da resistência cardiorrespiratória em alta intensidade.

Sujeito AAA, 24 anos, massa corporal 67,5Kg, estatura 171,5cm, profissional, meio campista, frequência cardíaca máxima alcançada de 193bpm, VO_2 máximo 51,95ml/Kg/min, classificação cardiorrespiratória boa e VO_2 no ponto de compensação respiratório 42,37ml/Kg/min.

$\text{MET treino} = \text{VO}_2 \text{ no PCR} \div 3,5$

$\text{MET treino} = 42,37 \div 3,5$

$\text{MET treino} = 12,11 \text{ METs}$

Velocidade de treino (Km/h)

1 MET = 1Km/h

$12,11\text{METs} \times 1 = 12,11\text{Km/h}$

Velocidade de treino (m/min)

$(\text{Vel(Km/h)} \times 1000) \div 60$

$(12,11 \times 1000) \div 60$

$12110 \div 60 = 201,83 \approx 202\text{m/min.}$

Programa para 8 semanas

Semana	Frequência semanal (sessões)	Duração por sessão (minutos)	Velocidade (metros por minuto)	Distância (metros)
1	2	2 X 10' (10' intervalo)	202,0	2 X 2.020,0
2	2	2 X 10' (10' intervalo)		2 X 2.020,0
3	2	3 X 10' (10' intervalo)		3 X 2.020,0
4	2	3 X 10' (10' intervalo)		3 X 2.020,0
5	3	2 X 15' (15' intervalo)		2 X 3.030,0
6	3	2 X 15' (15' intervalo)		2 X 3.030,0
7	3	3 X 15' (15' intervalo)		3 X 3.030,0
8	3	3 X 15' (15' intervalo)		3 X 3.030,0

Modelo 3 – Prescrição baseada no VO_2 máximo.

Objetivo do programa – aumento da resistência cardiorrespiratória.

Sujeito III, 25 anos, massa corporal 69,0Kg, estatura 167cm, profissional, atacante, frequência cardíaca máxima alcançada de 197bpm, VO_2 máximo 56,67ml/Kg/min, classificação cardiorrespiratória excelente.

$$\text{MET treino} = \text{VO}_2 \text{ máx} \div 3,5$$

$$\text{MET treino} = 56,67 \div 3,5$$

$$\text{MET treino} = 16,19 \text{ METs}$$

$$\text{FT (Fração de Treino)} = (\text{MET treino} + 60) \div 100$$

$$\text{FT} = (16,19 + 60) \div 100$$

$$\text{FT} = 76,19 \div 100$$

$$\text{FT} = 0,7619$$

$$\text{IT (Intensidade de Treino)} = \text{MET treino} \times \text{FT}$$

$$\text{IT} = 16,19 \times 0,7619$$

$$\text{IT} = 12,34 \text{ METs}$$

Velocidade de treino (Km/h)

$$1 \text{ MET} = 1 \text{ Km/h}$$

$$12,34 \text{ METs} \times 1 = 12,34 \text{ Km/h}$$

Velocidade de treino (m/min)

$$(\text{Vel(Km/h)} \times 1000) \div 60$$

$$(12,34 \times 1000) \div 60$$

$$12340 \div 60 = 205,67 \approx 206\text{m/min.}$$

Programa para 8 semanas

Semana	Frequência semanal (sessões)	Duração por sessão (minutos)	Velocidade (metros por minuto)	Distância (metros)
1	2	10'	206,0	2.060,0
2	2	10'		2.060,0
3	2	15'		3.090,0
4	2	15'		3.090,0
5	3	20'		4.120,0
6	3	20'		4.120,0
7	3	25'		5.150,0
8	3	25'		5.150,0

Referências

ALSHUWAIER, G.O. *et al.* The Effect of Intensity Soccer Training Sessions on Marked Biochemical Indicators of Blood Acidity of Saudi Young Soccer Players. **Open Access J Sports Med.** n.3,p.17-23, 2022.

ALVES, André Gualberto Jafeth; AZEVEDO FILHO, Celso Furtado; VIEIRA, Carla Tavares Felipe; EUSTAQUIO, José Martins Juliano. Avaliação pré-participação esportiva no futebol. In: **Medicina do Esporte no Futebol: pesquisa e práticas contemporâneas.** EUSTAQUIO, José Martins Juliano (Org). [livro eletrônico]. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

BETTENCOURT, Luís Alexandre Oliveira. Ergoespirometria, vias metabólicas e exercício físico. **Dissertação de mestrado em medicina do desporto.** Universidade de Coimbra.

BOFFA JUNIOR, Celso; JAPY FILHO, A. O.; MARQUEZI, Marcelo L. Estimativa do VO₂ máx, limiar anaeróbio e PCR em jogadores de futebol a partir de dados obtidos no soccer test. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol.** São Paulo: v.12. n.49. p.386-398. Set./Out./Nov./Dez. 2020.

CABRAL, A. L. S.; DE SOUSA, S. R.; DA SILVA, M. G. S. Periodização no futebol: o papel do professor de educação física na preparação física para o alto rendimento. **Revista Liberum accessum.** 2021 Jun; 10(1): 1-11.

ÇAKIR, E. Investigation of female soccer players performance values based on ambient temperature. **Universal Journal of Educational Research.** Vol. 7. Núm. 1. p. 239-243. 2019.

COPPALLE, S.; RAVE, G.; ALI, A.; SALHI, I.; ZOUITA, S.; ZOUITA, A.; BRUGHELLI, M.; GRANACHER, U.; ZOUHAL, H. (2019). Relationship of Pre-season Training Load With In-Season Biochemical Markers, Injuries and Performance in Professional Soccer Players. **Frontiers in Physiology**, 10, 409.

CUNHA, R. M. Ergoespiometria: padrão ouro na prescrição de exercícios na reabilitação e condicionamento cardiopulmonar. **Revista Movimenta**. v. 6, n. 2, 2013.

DALEN, T.; LORAS, H.; HJELDE, G.H.; KJØSNES, T.N.; WISLØFF, U. Accelerations a new approach to quantify physical performance decline in male elite soccer? **European Journal of Sport Science**. Vol. 19. Núm. 8. p. 1015-1023. 2019.

DONCASTER, Greg.; PAGE, Richard; WHITE, Paul; SVENSON, Robert; TWIST, Graig. 2020. “Analysis of Physical Demands During Youth Soccer Match-Play: Considerations of Sampling Method and Epoch Length”. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. 91(2):326–34.

DUTRA, Rodrigo Freire; MARQUES, Francisco Eberth Marinho; MATOS, Luciana Diniz Nagem Janot de. A Ação da Bebida Energética na Frequência Cardíaca de Recuperação Independe da Capacidade Funcional. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 119, n. 4, p. 562-563, out. 2022.

FALEIRO, Rita de Cássia. Teste de exercício cardiopulmonar em crianças e adolescentes com asma grave refratária. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte 2020.

FARAH, Breno Quintella. Variabilidade da Frequência Cardíaca como Indicador de Risco Cardiovascular em Jovens. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 115, n. 1, p. 59-60, jul. 2020. Sociedade Brasileira de Cardiologia.

GLÄNZEL, Marcelo Henrique; GEREMIA, Jean Marcel; COUTO, Analie Nunes do; NEPO-MUCENO, Patrik; ROCHA, Guilherme Görgen da; POHL, Hildegard Hedwig; comparação de indicadores de desempenho aeróbico de atletas de futebol e futsal. **Rev Bras Med Esporte**. Vol. 26, No 6 – Nov/Dez, 2020.

LAWISCH, Paula Koch; DIPP, Thiago. Jogadores amadores de futebol americano apresentam redução na aptidão cardiorrespiratória. **Revista brasileira de prescrição e fisiologia do exercício**. São Paulo. v.14. n.90. p.288-296. Mar./Abril.2020.

MACKAŁA, K.; KURZAJ, M.; OKRZYMOWSKA, P.; STODÓŁKA, J.; COH, M.; RO`ZEK-PIECHURA, K. The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 2020. 17, 234.

MAZAHERI, Reza; SCHMIED, Christian; NIEDERSEE, David; GUAZZI, Marco. Parâmetros do teste de exercício cardiopulmonar em atletas População: uma revisão. **Clin. Med.** 2021, 10, 5073

MODRIC, T., VERSIC, S., SEKULIC, D. Aerobic fitness and game performance indicators in professional football players; playing position specifics and associations. **Heliyon.** v.6, n.11, p.e05427, 2020.

MONTEIRO, Vitor Borges. Indicadores de Eficiência, Eficácia e Efetividade para o futebol: Uma Proposta Combinando Aspectos Físicos e Técnicos. **Revista Intercontinental de Gestão Desportiva.** 2022, Vol. 12, e110055.

MORAN, J. *et al.* Effects of Small-Sided Games vs. Conventional Endurance Training on Endurance Performance in Male Youth Soccer Players: A Meta-Analytical Comparison. **Sports Med.** v.49, n.5, p.731-742, 2019.

NOBARI, H.; POLITO, L.; CLEMENTE, F. 2020. “Relationships between Training Workload Parameters with Variations in Anaerobic Power and Change of Direction Status in Elite Youth Soccer Players.” **International Journal of Environmental Research and Public Health.** 17(21):1–15. doi: 62 10.3390/ijerph17217934. Rainer, P. 2002. “The Physiological Effect of Playing Three Soccer.

RECKZIEGE, Miriam Beatrís. Comparação de indicadores de desempenho aeróbico de atletas de futebol e futsal. **Rev Bras Med Esporte.** Vol. 26, No 6 – Nov/Dez, 2020.

SCHOFFELEN, P. F. M., DEN HOED, M., VAN BREDA, E.; PLASQUI, G. (2019). Test-retest variability of VO₂max using total-capture indirect calorimetry reveals linear relationship of VO₂ and Power. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** 29(2), 213–222.

SILVA, M. L., FERREIRA, R. C. Anaerobic power analysis and training methods in professional soccer athletes. **Int Phys Med Rehab J.** v.4, n.4, p.198-202, 2019.

SOUSA, Nuno Manuel Frade de; COUTO, Monica Ferrão Machado; BERTUCCI, Danilo Rodrigues; BARBOSA, Marina Rodrigues; FERREIRA, Fabiano Cândido. Método indireto de determinação da intensidade de exercício de corrida por equivalente metabólico: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.** São Paulo. v.10. n.58. p.290-297. Mar./Abril. 2016.

TRAVASSOS, B. **Desenho e manipulação de exercícios de treino no futsal:** da conceitualização à prática. 1ª ed. Porto Alegre: Secco Editora, 2021.

VIANA FILHO *et al.* Adaptações cardíacas fisiológicas induzidas pelo exercício físico em atle-

tas amadores: revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**. n. 56, p. e3999, 13 ago. 2020. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/3999>. Acessado em: 15 abr. 2022.

WIECHA, S.; KASIAK, P. S.; CIEŚLIŃSKI, I.; TAKKEN, T.; PALKA, T.; KNECHTLE, B. *et al.* (2023) External validation of VO₂max prediction models based on recreational and elite endurance athletes. **PLoS ONE** 18(1): e 0280897.

XING, Yang; ZHANG, Tailai; GORKOVENKO, Andriy V.; ABRAMOVYCH, Tetiana; MAZNYCHENKO, Andriy; SOKOLOWSKA, Inna. Assessment of stress response and its interrelationship with external load in female soccer players. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**. 2023, Vol 30, No 2, 348–351.

ZHANG, Xiumei. Cardiovascular change in athletes at different training status levels. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. [S.L.], v. 28, n. 1, p. 31-33, mar. 2022.

SOBRE OS AUTORES

Ana Cristina Lopes Y Glória Barreto

Doutorado em Educação Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Centro Universitário Celso Lisboa.

ana.barreto@celsolisboa.edu.br

Mestre em Ciência da Motricidade Humana pela Universidade Castelo Branco; Graduada em Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Coordenadora e Docente dos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Educação Física no Centro Universitário Celso Lisboa. Atua nas áreas de Fisiologia do Exercício; Bioquímica do Exercício Físico; Treinamento de Força; Atividade Física para Grupos Especiais.

Roxana Macedo Brasil

Doutorado em Atividade Física e Esporte pela Universidade de Valencia - Espanha.

Centro Universitário Celso Lisboa.

roxanabrasil@gmail.com

Mestre em Ciência da Motricidade Humana pela Universidade Castelo Branco; Graduada em Licenciatura em Educação Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atua nas áreas de Efeitos Fisiomorfológicos das Atividades Físicas; Fitness Aquático; e Ciclismo Aquático; Qualidade de vida. Consultora em fitness.

Homero da Silva Nahum Junior

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Centro Universitário Celso Lisboa e Universidade Cândido Mendes.

Junior_alema@yahoo.de

Atua em Música, Matemática e Informática com aplicações em Educação Física.

Alexandre Ramos Trindade

Mestrado em Ciência da Motricidade Humana pela Universidade Castelo Branco – Rio de Janeiro.

Graduado em Licenciatura em Educação Física pela Universidade Gama Filho. Especialista em Treinamento Desportivo pela Universidade Gama Filho. Atua nas áreas de Preparação Física no Futebol; Biomecânica; Treinamento Desportivo; Treinamento de Força; e Personal Trainer.

Jean Silva Cavalcante

Mestre em Ensino na Saúde (UECE) Profissional de Educação Física (UNIFOR), Fisioterapeuta (Estácio), Osteopata (Ebom), Especialista em Osteopatia Estrutural e Funcional (UFMG), Especialista em Gestão em Saúde (UNIPAMPA), Especialista em Fisiologia e Biomecânica dos Movimentos (FIC), Especialista em Treinamento Desportivo (UVA), Especialista Profissional em Biomecânica do Exercício (CREF-5/CONFEEF), Especialista Profissional em Fisioterapia Esportiva (SONAFE-COFFITO).

Roberto Ribeiro de Salis

Fisioterapeuta (FSM), Osteopata (Ebom), Especialista em Osteopatia Estrutural e Funcional (UFMG).

Ailson Maia

Profissional de Educação Física (UNIFAMETRO), MBA em Gestão Comercial e Inteligência de Mercado (UNIASSELVI), Especialista em Educação a Distância: Gestão e Tutoria (UNIASSELVI), Especialista em Treinamento Desportivo (UNIASSELVI), Especialista em Fisiologia do Exercício (UNIASSELVI).

Bruno Teixeira Barbosa

Doutor em Educação Física - Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB.

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

bruno.tbarbosa@ufpe.br

Bruno Teixeira Barbosa nasceu em Campina Grande/PB. Formou-se em Licenciatura Plena em Educação Física na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e concluiu os cursos de Mestrado e Doutorado em Educação Física no Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB. Entre suas experiências profissionais, destaca-se sua atuação como Professor Assistente no Centro Universitário de João Pessoa - Unipê (2016-2021) e como Professor Substituto na Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2022-2023) e na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB (2023). Atualmente, é Professor Efetivo do Magistério Superior da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde ministra disciplinas relacionadas às modalidades esportivas coletivas. O autor também é líder do Grupo de Pesquisa em Desempenho Esportivo (GPDESP) que integra o Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Esportes (NEPEESP) e é membro do Grupo de Estudos em Neurociência, Exercício Físico e Desempenho Esportivo (GENEXDES). Na pesquisa, atua na linha de investigação voltada para a área de privação do sono, fadiga mental e desempenho esportivo em atletas de modalidades esportivas coletivas diversas.

Daniel Carvalho Pereira

Bacharel em Educação Física (2012).

Mestre em Educação Física (2019).

danielcarvalhopereira@gmail.com

Daniel Carvalho Pereira nasceu em Santa Maria/RS, gaúcho, colorado, viciado em esporte e em competição, filho de professora de educação física sempre teve incentivo a prática corporal de diversas modalidades, o amor pelo futebol surge através do seu pai, colorado das décadas de glória (70 e 80), passa para frente o amor pela parte vermelha do Rio Grande Sul, hoje em dia busco passar este GENE a frente para minha filha, que desde de seu nascimento já tem seu futuro time decido, o Internacional de Porto Alegre. Formado pela universidade de Passo Fundo (UPF-RS), possui mestrado em educação física pela Universidade Federal do Rio Grande do norte, atual-

mente cursando doutorado em Educação Física pelo Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB. Faço parte do Grupo de Estudos em Neurociência, Exercício Físico e Desempenho Esportivo (GENEXDES-UFPB) e do Laboratório de Esforço Físico (LAEF) da Universidade Federal de Santa Catarina. Na pesquisa, busco entender a relação entre o cérebro e a performance física, a influência que cada um pode ter sobre o outro.

Rodrigo Diego Moraes da Silva

Licenciado em Matemática pela UFRN em 2019.

Bacharel em Educação Física pela UFRN em 2024.

Mestrando em Educação Física na UFRN.

rodrigo.moraes.098@ufrn.edu.br

Rodrigo Diego Moraes da Silva nasceu em Recife-PE em 1994 e desde os 10 anos de idade é apaixonado por futebol. Durante a adolescência buscava ajudar os colegas de classe nas matérias que tinham mais dificuldade, descobrindo e desenvolvendo a habilidade de ensinar. Graduiu-se em Licenciatura em Matemática, mas foi durante sua passagem de oito anos pelo exército, quando mudou-se para Natal-RN, que decidiu seguir sua paixão pelo esporte e atividade física. Laureado no Curso de Bacharelado em Educação física pela UFRN em 2024, atualmente, é mestrando em Educação Física na mesma universidade. Faz parte do Grupo de Pesquisa de Neurociências do Movimento Humano, onde auxiliou pesquisas sobre fadiga mental e estuda efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua no desempenho esportivo e preditores do efeito. Torcedor fervoroso do Santa Cruz, professor e atleta de Calistenia, estuda futebol como lazer, além de encontrar nos esportes que pratica uma maneira de unir sua paixão pessoal com sua trajetória profissional. Busca explorar o potencial do esporte como meio de promover saúde, bem-estar e inclusão social, especialmente no contexto das desigualdades raciais presentes na sociedade, ocupando espaços. Tem o sonho de abrir seu próprio negócio no campo da atividade física, construir uma carreira acadêmica, ser fluente em inglês e viver no exterior para conhecer diferentes culturas. Sua determinação em contribuir para o desenvolvimento da educação física e das pessoas o impulsiona a enfrentar desafios e buscar constantemente o crescimento pessoal e profissional.

Heloiana Faro

Doutora em Educação Física - Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB

Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN.

heloianafaro@gmail.com

Heloiana Karoliny Campos Faro nascida em Belém/PA em 1992. Durante os primeiros 16 anos de vida morou na cidade ribeirinha de Bujaru/PA, onde muitas das práticas corporais, tanto de Educação Física escolar, quanto de treinamento, estavam voltadas ao futebol e suas variações (Futsal e Futebol de areia). Tais práticas foram sempre incentivadas pelo meu pai, Pedro Silvestre (*in memoriam*), que também fomentava uma paixão por futebol, sobretudo torcendo pelos seus times de coração: Corinthians (SP), Vasco da Gama (RJ) e Clube do Remo (PA). A

aproximação com o futebol me fez optar pela carreira de Professora de Educação Física, ingressando na Universidade do Estado Pará (UEPA) no ano de 2010 para tal curso. Buscando desenvolver a carreira docente, mudei-me para a cidade de Natal/RN para cursar o mestrado em 2016; nessa cidade tive a oportunidade de ministrar a disciplina de Futebol e Futsal para alunos da graduação, bem como contribui para a publicação de artigos científicos envolvendo essa modalidade. Em 2021 mudei-me para a cidade de João Pessoa/PB para cursar o doutorado. Atualmente sou professora no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) e faço parte do Grupo de Estudos em Neurociência, Exercício Físico e Desempenho Esportivo (GENEXDES) e Grupo de Pesquisa de Neurociências do Movimento Humano (NEUROMOVE).

Aldair José de Oliveira

Doutor em Saúde Coletiva pela UERJ.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

oliveira.jose.aldair@gmail.com

Doutor em Saúde Coletiva (2011) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Mestre em Educação Física (2004) pela Universidade Gama Filho (UGF). Graduado em Educação Física (2001) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atualmente, é professor adjunto da UFRRJ, vinculado ao Departamento de Educação Física e Desportos. Líder do Grupo de Estudos Longitudinais dos Determinantes de Atividade Física (ELDAF/UFRRJ) e do Laboratório de Dimensões Sociais Aplicadas a Atividade Física e ao Esporte (LABSAFE/UFRRJ).

Andrew Matheus Gomes Soares

Graduado em Educação Física (2020) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestre em Ciências da Educação Física (2023) pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO).

Prof_andrew@outlook.com

Pesquisador vinculado ao Grupo de Estudos Longitudinais dos Determinantes de Atividade Física (ELDAF/UFRRJ) e ao Laboratório de Dimensões Sociais Aplicadas a Atividade Física e ao Esporte (LABSAFE/UFRRJ).

Bruno Lima Medeiros

Licenciado em Educação Física pela UFRRJ.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Bruno.tst.rj@hotmail.com

Mestrando em Ciências da Atividade Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira PPGCAF/UNIVERSO. Pesquisador vinculado ao Grupo de Estudos Longitudinais dos Determinantes de Atividade Física (ELDAF/UFRRJ) e ao Laboratório de Dimensões Sociais Aplicadas a Atividade Física e ao Esporte (LABSAFE/UFRRJ).

Guilherme Rosa de Abreu

Doutor em Ciências UNIRIO.

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Mestre em Ciência da Motricidade Humana pela Universidade Castelo Branco - UCB/RJ. Especialista em Reabilitação Cardíaca e Prescrição de Exercícios Para Populações Especiais pela Universidade Gama Filho UGF/RJ. Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Castelo Branco - UCB/RJ. Professor Adjunto do Departamento de Educação Física e Desportos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Coordenador do Grupo de Pesquisas em Exercício Físico e Promoção da Saúde - GEPS. Orientador no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq.

José Mauro Malheiro Maia Junior

Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGCEE/UERJ/RJ). Docente na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/EB/RJ).

cadmauro@hotmail.com

Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Ciências do Exercício e do Esporte (PPGCEE/UERJ). Graduação em Bacharelado em Educação Física pela Escola de Educação Física do Exército e Universidade Celso Lisboa (RJ). Especialização em Ciência do Treinamento Desportivo pela Universidade Federal de Juiz de Fora – MG. Pós-graduação em Direito e Administração Pública (Universidade Castelo Branco – RJ). Graduação em Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras. Especialização em Futebol pela CBF Academy Licença Pro. Membro do Laboratório do Exercício e Esporte (LABEES/UERJ). Atualmente é professor da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/EB/RJ) no curso de Bacharel em Educação Física nas Disciplinas Futebol de Campo, Administração Desportiva e Saúde e Qualidade de Vida. Tem experiência prática na área de Treinamento Desportivo, Gestão do esporte, Administração, com ênfase em Futebol de alto Rendimento.

Danielli Braga de Mello

Doutorado em Saúde Pública na Fundação Oswaldo Cruz (FIOCUZ/RJ). Professora Titular da Educação Física pela Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/EB/RJ).

danielli.mello@gmail.com

Graduação em Licenciatura em Educação Física na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pós-Doutorado em Fisiologia em Ambientes Extremos (University of Portsmouth, Reino Unido). Pós-Doutorado em Termografia aplicada ao Esporte (Universidad Politécnica de Madrid, Espanha). Professora do programa de Pós-graduação Stricto Sensu em desempenho humano e operacional da Universidade da Força Aérea (UNIFA/FAB/RJ). Professora colaboradora do programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGCEE/UERJ/RJ). Autora do livro ciclismo indoor. Autora e organizadora do livro Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte. Editora-Chefe Adjunta da Revista de Educação Física (REF/JPE). Diretora do Departamento de Educação e Prevenção na SOBRASA (Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático). Tem experiência na

área de Fisiologia do Exercício com ênfase em Fisiologia em ambientes extremos, Termografia Infravermelha e Estresse térmico.

Dirceu Ribeiro Nogueira da Gama

Doutorado em Filosofia pela Universidade Gama Filho. Professor Adjunto do Instituto de Educação Física e Desportos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IEFD/UERJ).

dirceurng@gmail.com

Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Mestrado em Educação Física pela Universidade Gama Filho (UGF). Doutorado em Filosofia pela Universidade Gama Filho (UGF). Lecionou na Universidade Católica de Petrópolis (RJ) Universidade Estácio de Sá (RJ) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). É Professor Adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), estando lotado no Departamento de Ciências da Atividade Física (DECAF) do Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD). É coordenador do Laboratório de Temas Filosóficos em Conhecimento Aplicado à Educação Física e Desportos (LAFIL). É professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte (PPGCEE/UERJ). Desenvolve estudos e pesquisas nas seguintes áreas: fatores psíquicos intervenientes nos comportamentos de indivíduos inseridos em contextos de prática de atividades físicas e esportivas com finalidades de promoção da saúde, lazer, educação e rendimento competitivo; bioética aplicada à educação física; epistemologia da educação física e esportes; filosofia da educação física e do esporte; análise da intervenção pedagógica do educador físico, relações entre exercício físico e cognição; esportes eletrônicos.

Rodrigo Gomes de Souza Vale

Doutorado em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor Associado do Instituto de Educação Física e Desportos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IEFD/UERJ).

rodrigogsvale@gmail.com

Graduação em Educação Física (UFRJ). Mestrado em Ciência da Motricidade Humana (UCB/RJ). Doutorado em Ciências da Saúde (UFRN). Pós-doutorado em Biociências (UNIRIO). É Professor Associado do Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD) e do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências do Exercício e do Esporte (PPGCEE) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). É coordenador do Laboratório do Exercício e do Esporte (LABEES-UERJ). Tem experiência na área de Educação Física e Saúde, com ênfase em Condicionamento Físico, Treinamento Desportivo, Biomecânica, Fisiologia do Exercício, Atividade Física, Saúde e Qualidade de Vida.

Divaldo Martins de Souza

Dr. em Ciências do Desporto – Universidade de Trás-os-Montes e Alto D’ouro - Portugal. Universidade do Estado do Pará.

divaldodesouza21@gmail.com

Professor adjunto do Departamento Acadêmico de Desporto do Curso de Educação Física da

Universidade do Estado do Pará – UEPA; Coordenador do GTPEPIS – Grupo de Trabalho e Pesquisa em Esporte Paralímpico e Inclusão Social - LABIMH – UNIT-SE; Membro Pesquisador do Laboratório de Biociências da Motricidade Humana – LABIMH – UNIT-SE; Membro Pesquisador da Academia Paralímpica Brasileira; Membro da Universidade do Basquetebol em Cadeira de Rodas – UNIBCR; Pesquisador na área do esporte, atividade física e saúde; Pós-doutor em Saúde e Meio Ambiente – UNIT-SE.

Moisés Simão Santa Rosa de Sousa

Dr. em Ciências do Desporto – Universidade de Trás-os-Montes e Alto D’ouro - Portugal.

Universidade do Estado do Pará.

moisesuepa@gmail.com

Professor adjunto do Departamento Acadêmico de Desporto do Curso de Educação Física da Universidade do Estado do Pará – UEPA; Coordenador do LADES – Laboratório de Desempenho e Saúde do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS – UEPA; Professor do Núcleo de Esporte e Lazer (NEL), da Secretaria Executiva de Educação do Estado do Pará; Pesquisador na área da atividade física para a promoção da saúde e do desempenho esportivo.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Carlos Eduardo Rafael de Andrade Ferrari

Doutor em Ciências do Desporto (Universidade do Porto – Portugal).

Professor Adjunto e Pesquisador da Universidade de Vassouras – *Campus Saquarema*.

carlos.ferrari@univassouras.edu.br

Carlos Ferrari é doutor, aprovado por unanimidade, nota máxima, membro pesquisador do Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto, pela Universidade do Porto (UP / FADEUP / PORTUGAL) com reconhecimento pela Universidade de São Paulo (USP / BRASIL); mestre em Ciências da Atividade Física, membro pesquisador do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciências da Atividade Física, pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO / PPGCAF / BRASIL); bacharel em Educação Física pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM / BRASIL); licenciado em Educação Física pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM / BRASIL). Carlos Ferrari é um dos idealizadores do Projeto Educação nos Valores Olímpicos, aprovado pela Direção-Geral da Educação (DGE), que conta com o apoio do Comitê Olímpico de Portugal (COP), da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), Teach for Portugal e do Centro de Formação de Associação de Escolas (CFAE) Guilhermina Suggia. (Decreto-Lei n. 55/2018 - Portaria n. 181/2019 de 11 de junho). Carlos Ferrari tem experiência na área de Educação Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Física escolar (EFE); projetos - esportivos - sociais; esporte educacional e inclusão; processo ensino-aprendizagem; docência; discência; violência e Unidades de Polícia Pacificadora (UPPs). Atualmente, Carlos Ferrari é Professor Adjunto I da Universidade de Vassouras, Campus Saquarema, lecionando notadamente nas seguintes disciplinas: Sociologia, Antropologia e Aspectos Filosóficos da Educação Física, História da Educação Física e Teorias e Práticas do Lazer e Recreação.

Jani Cleria Pereira Bezerra

Doutorado em Ciências na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); Doutorado em Saúde Pública na Universidad Tres Fronteras (UNINTER-Py); Doutorado em Medicina do Esporte na Universidad Catolica Nuestra Señora de la Asunción (UCA-Py).

Professora Adjunta I pela Universidade de Vassoura – *Campus Saquarema*.

j.cleria@gmail.com

Graduação em Licenciatura Plena em Educação Física na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Pós-doutorado em Enfermagem e Biociências pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro-UNIRIO. Pesquisadora do Laboratório de Biociências da Motricidade Humana - LABMH – UNIRIO na linha de “Exercícios e Doenças Crônicas não Transmissíveis”. Tem experiência na área de Educação Física com ênfase em Aptidão Relacionada à Saúde, Qualidade de Vida, Envelhecimento e Oncologia, na Linha de Pesquisa Exercício e as Doenças Crônicas não Transmissíveis.

João Rafael Valentim-Silva

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal.

Professor Adjunto I pela Universidade de Vassouras – *Campus Saquarema*.

p.jrvalentim@gmail.com

Possuo graduação em Educação Física (2003) e Mestrado em Ciência da Motricidade Humana, ambos pela Universidade Castelo Branco (2008) e Doutorado em Biotecnologia com concentração em Biotecnologia Aplicada à Saúde e Saúde Pública. Realizei três estágios de Pós-Doutorado, o primeiro em Nanobiotecnologia, o segundo em ciências da saúde e o terceiro na Divisão de Endocrinologia da Miller School of Medicine da Universidade de Miami. Possuo 11 anos na docência, com especial atuação em Educação e Saúde e ênfase em Educação Física, Enfermagem, Medicina, Nutrição, Biomedicina, Odontologia, Terapia Ocupacional, Fonoaudiologia e Psicologia. Durante o desenvolvimento da minha carreira publiquei 13 capítulos de livro, mais de 77 artigos completos, conclui a orientação de mais de 45 trabalhos de conclusão de curso de graduação, 5 de especialização, 6 mestres, 4 doutores formados sob minha orientação e atualmente atuo como líder e colaborador de alguns grupos de pesquisa de referência nacional e internacional. Adicionalmente, fora do âmbito acadêmico, possuo consistente atuação no mercado fitness e esportivo no treinamento personalizado, treinamento de grupos, treinamento de esportes de combate, gestão de equipes, de empresas do fitness, esportivas e treinamento de equipes. A propósito, também possuo experiência em coordenação e gestão de área e de cursos superiores, já participei da criação do Projeto Político Pedagógico de 3 cursos superiores, produzi 1 e participo da criação do Projeto Político Pedagógico de um Programa *Stricto Sensu*.

Rafael Carvalho da Silva Mocarzel

Doutor em Ciências do Desporto (Universidade do Porto – Portugal).

Professor Adjunto e Pesquisador da Universidade de Vassouras – *Campus Maricá*.

professormocarzel@gmail.com

Doutorado em Ciências do Desporto na Universidade do Porto (UP / Portugal); Mestrado em Ciências da Atividade Física e Licenciatura Plena em Educação Física (UNIVERSO / Brasil); Especialização (Lato Sensu) em Acupuntura (ANHANGUERA / Brasil). Professor (Faixa Preta) em 6 estilos de Kung-Fu (Garra de Águia, Tai Chi Chuan, Shuai Jiao, Sanda/Sanshou e Wushu Moderno: Norte & Sul). Instrutor de Pilates e Dança (zouk e forró/xote). Atua também com Terapias Holísticas e Massagens. Atualmente estuda as Artes Marciais em suas diversas áreas de atuação, o Olimpismo, a Filosofia e Sociologia dos Esportes, os Jogos e eSports, História do Desporto, Terapias Holísticas e Práticas Integrativas Complementares em Saúde (PICS). Autor de livros, capítulos de livros e artigos (nacionais e internacionais). Membro da Câmara de Lutas e Artes Marciais e da Comissão de Professores de Niterói e Adjacências do CREF-1. Fundador e Ex-Presidente da Associação de Kung-Fu Shaolin de Niterói (AKSN). Ex-Diretor da Federação de Kung-Fu do Estado do Rio de Janeiro (FK-FERJ). Docente em academias há mais de 20 anos. Terapeuta holístico há mais de 15 anos. Pesquisador e docente universitário há mais de 10 anos.



UNIVASSOURAS