

Variação ao longo da época desportiva da prestação aeróbia e força explosiva em jogadores profissionais de futebol

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Treino Desportivo, especialização em Treino de Alto Rendimento, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de agosto.

Orientador: Professor Doutor Paulo Jorge Colaço Oliveira

Libório Pacheco Silva

Porto, 2022

Ficha de catalogação

Silva, L. P. (2022). *Variação ao longo da época desportiva da prestação aeróbia e força explosiva em jogadores profissionais de futebol*. Porto: L. Silva. Dissertação de Mestrado para a obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: AVALIAÇÃO; ÉPOCA DESPORTIVA; FORÇA EXPLOSIVA; FUTEBOL; PRESTAÇÃO AERÓBIA.

Agradecimentos

Este trabalho vem finalizar um percurso acadêmico recheado de experiências e aprendizagens que permitiram encarar a realização desta etapa final com otimismo e vontade de fazer o melhor. A realização de uma tese de mestrado com as características como a que apresento é resultado de um somatório de importantes contributos pessoais e profissionais, que gostaria de agradecer.

Em primeiro lugar ao orientador deste trabalho, o Professor Doutor Paulo Colaço, que desde o início, e ao longo de toda esta jornada, mostrou disponibilidade total para auxiliar com o que fosse necessário. Agradeço por todo o apoio e aprendizagens que foram partilhadas a cada momento. Toda a dedicação e incentivo para fazer mais e melhor proporcionaram experiências que são sem dúvida marcantes para o meu desenvolvimento como profissional da área. É uma enorme honra ter tido esta oportunidade com alguém que sempre considere uma referência.

Aos membros da equipa técnica Run4Excellence. Sem esse apoio e disponibilidade este projeto nunca seria possível de realizar. É um orgulho poder fazer parte da mesma equipa de trabalho.

A todos os membros da direção do Futebol Clube de Felgueiras 1932, membros da equipa técnica destacando o apoio e confiança inigualável do Mister Bruno China, e a todos os jogadores que estiveram presentes nos momentos de avaliação. Graças aos quais foi possível realizar uma dissertação de que me orgulho – obrigado pela confiança, espero que todos tenham o maior dos sucessos no futuro.

Aos meus amigos dentro e fora do meu percurso académico. Muitos foram indispensáveis ao longo deste percurso. Partilhamos inúmeros momentos que me fizeram crescer e possibilitaram eu chegar até aqui. Acredito que quando nos rodeamos das pessoas certas estamos mais perto de nos tornarmos na nossa

melhor versão – obrigado aos que me acompanharam de forma positiva ao longo destes anos.

À minha família, pelo apoio incondicional, amor e carinho que me possibilitou fazer as melhores escolhas e encarar estes desafios com menos receios e inseguranças.

Agradeço a todos que se preocuparam, que de alguma forma apoiaram e me motivaram a realizar o melhor que conseguia. Tenham contribuído direta ou indiretamente de forma positiva não só na realização deste trabalho, como também ao longo de todo o meu percurso académico, só quero deixar o meu muito obrigado!

Índice Geral

Índice Geral	V
Índice de Figuras	VII
Índice de Quadros	IX
1. Introdução	3
2. Revisão da literatura	9
2.1 Caraterização das exigências físicas do jogo de futebol	9
2.1.1 Diferenças entre posições	11
2.2 Fontes energéticas	13
2.3 Importância das diferentes capacidades condicionais	14
2.3.1 As diferentes manifestações da força no futebol	14
2.3.2 Velocidade	16
2.3.3 Resistência	18
2.4 Como é realizada a avaliação das capacidades condicionais no futebol	22
2.4.1 Força	23
2.4.2 Velocidade	24
2.4.3 Resistência	26
2.5 Variação das capacidades físicas ao longo da época desportiva	29
3. Objetivos e hipóteses	35
3.1 Objetivo geral	35
3.2 Objetivos específicos	35
3.3 Hipóteses	35
4. Material e métodos	39
4.1 Caraterização da amostra	39
4.2 Procedimentos	39
4.3 Avaliação dos níveis de força explosiva dos membros inferiores	41
4.4 Avaliação da prestação aeróbia	42
4.5 Procedimentos matemáticos e estatísticos	44
5. Resultados	47
6. Discussão	53
7. Conclusões	65
8. Bibliografia	69

Índice de Figuras

Figura 1 - Representação gráfica da linha temporal da época.	40
Figura 2 - Representação do CMJ.	42
Figura 3 - Representação do SJ.	42

Índice de Quadros

Quadro 1 - Apresentação do estado de arte referente à variação das capacidades condicionais ao longo da época.	1
Quadro 2 - Valores médios ($\pm dp$) relativos às características físicas dos atletas avaliados (n=10).	39
Quadro 3 - Tempo de passagem de cada patamar de 100 m, a cada velocidade, para a determinação do LAn (Colaço, 2007).	43
Quadro 4 - Correlações entre LAn e os saltos avaliados (CMJ; SJ) em cada momento.	47
Quadro 5 - Correlações entre LAn e os saltos avaliados (CMJ; SJ) no geral. ..	48
Quadro 6 - Correlações entre LAn, CMJ e SJ e os minutos individuais jogados em cada momento.	48
Quadro 7 - Valores médios ($\pm dp$) relativos aos resultados de CMJ e SJ em cada momento.	49
Quadro 8 - Valores médios ($\pm dp$) relativos aos resultados do LAn em cada momento.	49
Quadro 9 - Valores médios ($\pm dp$) relativos aos resultados do LAn em cada momento, com os valores em m/s, min:s/km e km/h.	56

Resumo

O rendimento no futebol está dependente não só dos aspetos técnicos e táticos, como também de diferentes capacidades condicionais. A avaliação e monitorização dessas capacidades poderá devolver informações importantes no controlo do treino e na análise da performance dos jogadores. O presente estudo teve como objetivo observar as possíveis alterações na função aeróbia e força explosiva dos membros inferiores em futebolistas ao longo da época desportiva.

A amostra foi constituída por 10 jogadores do género masculino que integravam uma equipa da terceira divisão portuguesa na época 2021/2022. Estes foram submetidos a avaliações em 4 momentos, onde se realizou um teste de limiar anaeróbio (LAn), de salto contramovimento (CMJ) e de *squat jump* (SJ).

Como principais resultados verificamos o seguinte: uma correlação negativa significativa no momento 4 entre o LAn e SJ (coeficiente de Pearson=-0,677; $p=0,031$) e o LAn e CMJ (coeficiente de Pearson=-0,714; $p=0,020$); uma correlação negativa significativa entre os valores médios dos 4 momentos de avaliação de LAn e CMJ (coeficiente de Pearson=-0,446; $p=0,004$) e LAn e SJ (coeficiente de Pearson=-0,468; $p=0,002$); ausência de alterações estatisticamente significativas na prestação aeróbia (LAn médio= $3,68 \pm 0,03$) e na força explosiva (CMJ Médio= $38,67 \pm 0,78$; SJ Médio= $38,39 \pm 0,93$); nenhuma correlação com os minutos individuais de jogo.

As principais conclusões a reter com este estudo foram as seguintes: (I) evidencia-se uma relação negativa entre a prestação aeróbia e a força explosiva; (II) a prática de futebol ao longo de uma época desportiva não parece ser capaz de induzir melhorias significativas nos níveis de prestação aeróbia, traduzida pelo LAn; (III) também não parece ser capaz de induzir melhorias significativas nos níveis de força explosiva de jogadores profissionais; (IV) os nossos resultados apontam para uma ausência de relação entre minutos individuais tanto com a prestação aeróbia como para a força explosiva.

Palavras-chave: Avaliação; Época Desportiva; Força Explosiva; Futebol; Prestação Aeróbia.

Abstract

Performance in football depends not only on technical and tactical aspects, but also on different conditioning capacities. The assessment of these capacities can provide important information on monitoring training and the analysis of the performance of the players. The aim of the present study is to observe the possible changes in the aerobic function and lower limbs explosive strength in professional football players throughout a sporting season.

The sample consists of 10 male players who were part of a third division Portuguese team in the 2021/2022 season. They were submitted to evaluations at 4 moments where an anaerobic threshold test (LAn), countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ) test was performed.

The main results were: a significant negative correlation in the moment 4 between LAn and SJ (Pearson coefficient=-0,677; $p=0,031$) and LAn and CMJ (Pearson coefficient=-0,714; $p=0,020$); a significant negative correlation between the mean values of the 4 moments of evaluation between LAn and CMJ (Pearson coefficient=-0,446; $p=0,004$) and LAn and SJ (Pearson coefficient=-0,468; $p=0,002$); absence of statistically significant changes in aerobic performance (LAn mean= $3,68 \pm 0,03$) and explosive strength (CMJ mean= $38,67 \pm 0,78$; SJ mean= $38,39 \pm 0,93$) throughout the season; there was no correlation between individual game minutes.

The main conclusions drawn from this study were: (I) there is evidence of a negative relationship between aerobic performance and explosive strength; (II) the practice of football over the season does not seem to be able to induce significant changes in the levels of aerobic performance, translated by the LAn; (III) it also doesn't seem to be able to induce significant changes in explosive strength levels of professional players; (IV) the results point to lack of relationship between individual minutes played with both aerobic performance and explosive strength.

Keywords: Assessment; Sports Season; Explosive Strength; Football; Aerobic Performance.

Lista de Abreviaturas

ATP	Adenosina trisfosfato
CMJ	Salto contramovimento
Km	Quilómetro
LAn	Limiar Anaeróbio
M	Metro
m/s	Metros por segundo
M1	1º momento de avaliação
M2	2º momento de avaliação
M3	3º momento de avaliação
M4	4º momento de avaliação
min	Minuto
min/km	Minutos por quilómetro
MLSS	Máxima fase estável de lactato
mmol/l	Milimol por litro
SJ	<i>Squat Jump</i>
$\dot{V}O_2\text{max}$	Consumo máximo de oxigénio
$v\dot{V}O_2\text{max}$	Velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigénio

1. INTRODUÇÃO

1. Introdução

O Futebol, para além das exigências técnicas e táticas, envolve requisitos físicos muito específicos. Durante um jogo podemos observar, em média, cerca de 1200 ações por jogador, tais como, 30 a 40 sprints (Mohr et al., 2003), 700 mudanças de direção (Bloomfield et al., 2007), 30 a 40 bloqueios (Mohr et al., 2003), saltos, remates, dribles, desacelerações, entre outras (Bangsbo, 1994). Destaca-se, como requisito físico, a distância percorrida e as variações de velocidade a que esta é realizada, com exigências fisiológicas que são de natureza intermitente (Bangsbo, 1994; Drust et al., 2000). Jogadores de alto nível percorrem entre 9 a 13,5 km durante um jogo, variando de posição para posição (Carling & Dupont, 2011; Dellal et al., 2011; Di Salvo et al., 2007; Redkva et al., 2018; Teixeira et al., 2021; Vigh-Larsen et al., 2018). Em média, dessa distância apenas 8-10% é realizada a velocidades elevadas (>19,0 km/h), sendo que as restantes são efetuadas com menor intensidade (Rampinini et al., 2007). Contudo, sabemos que a distância percorrida com bola é pequena (<550 m) (Rampinini et al., 2009) e o tempo de contacto com a mesma é muito curto (<2 min) (Link & Hoernig, 2017).

Deste modo, esta modalidade apresenta grande complexidade por, constantemente, recrutar o sistema aeróbio e anaeróbio (Stølen et al., 2005). Neste sentido, para um jogador ser capaz de realizar estas ações de alta intensidade, irá depender da capacidade do seu sistema anaeróbio (Stølen et al., 2005). Adicionalmente, um jogo de futebol também depende da prestação aeróbia para permitir que se consiga recuperar mais rapidamente entre esforços intermitentes de alta intensidade e manter a resistência aeróbia de base durante os 90 min de jogo.

Observa-se também, na literatura, que uma boa capacidade aeróbia está diretamente relacionada com alguns parâmetros que avaliam a performance em jogo, como a distância percorrida e o número de sprints durante o jogo (Castagna et al., 2006; Chamari et al., 2005). Isto sugere que jogadores com melhor economia de corrida, $\dot{V}O_2\text{max}$ e limiar anaeróbio (LAn), serão capazes de

percorrer mais distância a uma intensidade mais alta durante o jogo, provavelmente com menores níveis de fadiga.

Considerando o supracitado e reconhecendo que a corrida num jogo de futebol não é linear, sabe-se que haverá mudanças de direção, travagens e acelerações, ações essas em que os níveis de força desempenham um papel fundamental, nomeadamente a componente da força explosiva. Considerando ainda a importância que os níveis de força explosiva podem ter na economia de corrida e sabendo que melhorias na força muscular e adaptações neurais irão beneficiar a mesma, poderá ser vantajoso reconhecer a relação destas, visto que são realizados volumes tão elevados de corrida ao longo do jogo (Hoff & Helgerud, 2004; Karsten et al., 2016). Sabemos que uma melhor economia de corrida e um melhor LAn irá trazer um menor dispêndio energético para as mesmas distâncias percorridas à mesma velocidade (Foster & Lucia, 2007); portanto, compreender possíveis relações destas capacidades com os níveis de força explosiva, poderá ser importante para perceber oscilações da prestação dos jogadores ao longo de uma época desportiva. Neste sentido, ao avaliar os níveis de prestação aeróbia e os níveis de força explosiva, cada uma de forma isolada, de modo a evitar o risco de contaminação por outras variáveis, pode-se construir uma forma ideal de mensurar estas capacidades condicionais ao longo de uma época desportiva. Sabendo que uma melhor prestação aeróbia é influenciada por fatores relativamente ao recrutamento muscular e à capacidade de produção de força (Paavolainen et al., 1999), procuramos realizar avaliações de ambas as capacidades.

Consideramos que, do ponto de vista da prática, compreender se existe variação do LAn e da impulsão vertical durante uma época competitiva, constitui um interessante tópico de investigação. Até à data há uma escassez de estudos que explorem esta ideia e tendo em consideração que em diferentes níveis de rendimento os resultados poderão ser distintos, mais investigação necessita de ser feita. Analisando também que os estudos existentes apresentam resultados muito díspares, não sabemos se isso advém do tipo de amostra ou da metodologia escolhida. É, portanto, importante selecionar métodos de avaliação válidos e exequíveis na prática. Procuramos por isso selecionar métodos para

avaliar estas capacidades: (i) de fácil operacionalização e realização em contexto de treino; (ii) que permitissem interpretações sem influência de outras capacidades e (iii) com dados longitudinais que nos fizessem perceber o que ia acontecendo ao longo de uma época desportiva. Este estudo foi assim realizado com jogadores profissionais, que foram submetidos às avaliações em 4 diferentes momentos, com o objetivo de analisar as variações na prestação aeróbia e força explosiva dos membros inferiores ao longo de uma época desportiva.

Para isso foram estabelecidas as seguintes hipóteses: (i) Jogadores com melhores índices de força explosiva apresentam melhores resultados nos níveis de prestação aeróbia; (ii) a prática de futebol ao longo de uma época desportiva é capaz de induzir alterações significativas na prestação aeróbia, traduzida pelo LAn; (iii) a prática de futebol ao longo de uma época desportiva não é capaz de induzir em alterações significativas nos níveis de força explosiva.

O presente trabalho foi dividido em 8 capítulos, organizados da seguinte maneira:

1. Introdução – Apresentação do estudo, a sua pertinência, objetivo, hipóteses e respetiva estruturação.

2. Revisão da literatura – Revisão do estado de arte referente às exigências físicas, métodos de avaliação das mesmas no futebol e à variação destas durante a época desportiva.

3. Objetivos e hipóteses – Exposição dos objetivos e hipóteses do presente trabalho.

4. Material e métodos – Caracterização da amostra, explicação dos procedimentos metodológicos e descrição dos procedimentos matemáticos e estatísticos utilizados no presente estudo.

5. Apresentação dos resultados – Apresentação objetiva dos resultados obtidos neste estudo das avaliações efetuadas. Para uma interpretação facilitada, apresentamos os resultados através de quadros.

6. Discussão – Interpretação dos resultados obtidos, comparando com o estado de arte e discutindo as suas implicações para a modalidade.

7. Conclusões – Exposição das principais conclusões como resposta ao objetivo e hipóteses formuladas.

8. Bibliografia – Indicação, por ordem alfabética, das obras referenciadas ao longo do documento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2. Revisão da literatura

2.1 Caracterização das exigências físicas do jogo de futebol

As características intermitentes do jogo de futebol, que é disputado num campo com dimensões de 90 m a 120 m de comprimento e 45 m a 90 m de largura (IFAP, 2021), conferem uma necessidade de interação entre o sistema aeróbio e anaeróbio ao longo dos 90 min de jogo. Para os jogadores terem sucesso na modalidade é importante terem um sistema anaeróbio eficiente que combine força, potência e velocidade, que seja capaz de responder às exigências das ações de jogo (Stølen et al., 2005), assim como um sistema aeróbio que permita ao jogador recuperar rapidamente das ações de maior intensidade e manter a capacidade de resistência ao longo da duração total do jogo (Stølen et al., 2005). Tendo em consideração que são permitidas apenas 5 substituições ao longo dos 90 min (IFAP, 2021), sabe-se que pelo menos 6 jogadores terão de completar a totalidade deste.

Apesar da sua importância, as ações de alta intensidade representam uma pequena fração da atividade total dos jogadores (8-10%) (Rampinini et al., 2007), sendo que jogadores de alto nível percorrem distâncias por volta dos 11 km (Carling & Dupont, 2011; Dellal et al., 2011; Di Salvo et al., 2007; Redkva et al., 2018; Teixeira et al., 2021; Vigh-Larsen et al., 2018), as ações de alta intensidade estarão dependentes dos níveis aeróbios para se poderem realizar de forma repetida durante o jogo, através de uma recuperação mais rápida entre estas (Iaia et al., 2009). Entre esses esforços de alta intensidade, as velocidades de corrida são imprevisíveis e dependem das ações ofensivas e defensivas realizadas por ambas as equipas. Na sua investigação Di Mascio e Bradley (2013) observaram um tempo médio de rácio de trabalho a alta intensidade:descanso de 1:12, classificando o trabalho como corrida acima de 19,8km/h. O rendimento no futebol será assim constituído por uma relação equilibrada dos níveis de prestação aeróbia e anaeróbia, influenciadas também

pelos níveis de força e velocidade ao serviço de uma capacidade técnica e tática, que será sempre o mais determinante para o desempenho de um futebolista.

Grande parte da atividade do jogador em jogo é de baixa intensidade, definida por atividades até 14,3 km/h (Bradley et al., 2009), correspondendo a 75-90% da distância total percorrida em jogo (Andrzejewski et al., 2016). Numa análise mais detalhada Bradley et al. (2009) verificaram que a distância percorrida em jogo, em média, consistia em 5,2 % de movimentações lentas (0-0,6 km/h), 59,3% a caminhar (0,7-7,1 km/h) e 26,1% de corrida a baixa intensidade (7,2-14,3 km/h), 6,4% de corrida a alta intensidade (14,4 km/h – 19,7 km/h), 2,0% corrida a alta velocidade (19,8-25,1 km/h) e 0,6% de sprint (>25,2 km/h). Adicionalmente sabe-se que a distância que os jogadores correm com a bola corresponde a apenas 1,2 a 2,4 % da distância total percorrida durante o jogo, o que equivale a um tempo de contacto com bola inferior a 2 % do tempo de jogo (Di Salvo et al., 2007; Foran, 2001). Estes valores tipicamente apresentam uma enorme variação, mas é relevante ter valores médios para poder caraterizar o tipo de esforço do jogo de futebol. Também parece não haver um consenso na distinção de velocidades que indicam baixa intensidade, alta intensidade e sprint, o que dificulta a análise deste tipo de resultados.

A distância percorrida em jogo não depende unicamente da capacidade física dos jogadores, mas também dos constrangimentos provocados pelo oponente, do nível técnico e da organização tática de ambas as equipas, de modo que se verifica que equipas consideradas com um nível técnico e tático superior, percorrem menos distância a alta intensidade (Dupont & McCall, 2016; Stølen et al., 2005). Independente desse facto Di Salvo et al. (2009) no seu estudo verificaram que equipas com pior posicionamento no fim da época tinham percorrido maior distância a alta velocidade e realizado mais sprints do que as equipas mais bem posicionadas. No entanto, é consensual que a análise de jogo demonstra que a capacidade de sprints e de realizar ações de alta intensidade são as mais importantes no futebol e são discriminatórias de nível de rendimento (Bradley et al., 2009; Faude et al., 2012). As opções táticas têm assim uma grande influência, o que dificulta uma caraterização mais generalizada do esforço durante um jogo.

Para além da análise da distância total e das diferentes intensidades a que esta é percorrida, poderá ser relevante para os treinadores compreenderem como esta varia nos diferentes momentos de jogo, como, por exemplo, a variação da primeira para a segunda parte. Diferentes artigos apontam para uma redução significativa de distância percorrida significativa (Dolci et al., 2020; Pons et al., 2021). No entanto Rey et al. (2020) observaram numa análise mais detalhada que o tempo efetivo de jogo é em média inferior na segunda parte, devido ao maior aumento de paragens. Com esta análise em consideração, verificaram ao contrário dos outros estudos, que em tempo efetivo se percorre uma maior distância na segunda metade, 1º parte $197 \pm 24,6$ m/min vs. 2º parte $200,7 \pm 25,7$ m/min ($p < 0,001$), independentemente da posição dos jogadores. Rey et al. (2020) e Linke et al. (2018) concluíram que independentemente da presença de fadiga durante a segunda parte do jogo, os jogadores profissionais conseguem manter os esforços de alta intensidade, de qualquer das formas o resultado do jogo será uma grande influenciador deste facto (Bradley & Noakes, 2013).

2.1.1 Diferenças entre posições

Analizando jogos de futebol compreende-se que cada posição tem diferentes interações durante o jogo, o que cria necessidades distintas de desenvolver certos aspetos técnicos de forma diferenciada. Os ajustes que a equipa técnica terá de fazer no treino passam por trabalhar diferentes capacidades motoras (Krustrup et al., 2005), preparando-se para diferentes distâncias percorridas em jogo, em particular para distâncias a uma intensidade mais altas e acelerações (Rey et al., 2020) e também diferentes habilidades técnicas (Kannekens et al., 2009; Wong et al., 2010).

Apesar da distância percorrida apresentar uma grande variação entre posições, é evidente na literatura que os jogadores de meio-campo são os que percorrem a maior distância (Smpokos et al., 2018; Vigne et al., 2013). Relativamente aos defesas, os defesas centrais são os que se deslocam menos,

pois os defesas laterais estão mais envolvidos em ações ofensivas. Os avançados são os jogadores que apresentam maior variação de distância percorrida, consoante o resultado do jogo; desta forma, esses valores apresentam grande variação (Andrzejewski et al., 2016), sendo que independentemente desse fator, em média são os que realizam um maior número de sprints por jogo (Andrzejewski et al., 2013). Em contraste, os guarda-redes são claramente os jogadores em campo que percorrem menos distância (West, 2018).

Não pretendemos com este trabalho analisar estes fatores, mas é importante compreender algumas nuances básicas, que acabam por tornar este desporto tão imprevisível. O contexto do jogo e os diferentes cenários que este pode criar, irão influenciar, como antes referido, o número de ações em geral, mas ainda maior variação se verifica se analisarmos cada posição. Como, por exemplo, é possível realçar que os defesas centrais percorrem menos 10 a 17% a alta intensidade nos jogos em que a própria equipa está a vencer; num cenário inverso verifica-se uma redução de 15% para os avançados (Bradley & Noakes, 2013; Dupont & McCall, 2016). Para além do resultado, a posse de bola de cada equipa é um fator que influencia fortemente o desempenho físico da equipa ao longo do jogo. Como, por exemplo, Di Salvo et al. (2009) observaram que quando uma equipa não está em posse de bola, os defesas laterais e os médios são os que percorrem maior distância a alta intensidade, seguido dos extremos, deixando os ponta de lança e defesas centrais com distâncias significativamente inferiores ($p < 0,05$). Também observaram que quando a equipa está efetivamente com posse de bola, o cenário é outro – os ponta de lança passam a ser os que percorrem mais distância e os defesas centrais o que percorrem distâncias menores.

2.2 Fontes energéticas

Os sistemas aeróbio e anaeróbio representam os mecanismos que produzem energia no corpo humano (Powers & Howley, 2017). Estes dois sistemas incluem as três vias possíveis para obtenção de energia, que podem trabalhar com diferentes magnitudes ou de forma mais equilibrada. Para isso, é necessário acontecer a desintegração de um composto químico, denominado de Adenosina trifosfato (ATP). Para a realização de exercício físico é necessário um fornecimento constante de ATP, para poder ser concretizado a uma dada intensidade.

A primeira via provém da divisão de fosfocreatina, um fosfato de alta energia, denominado sistema anaeróbio alático e é o método mais simples e consequentemente o mais rápido para produção de energia. Este sistema, para além de ser capaz de produzir energia muito rapidamente é também deplecionado em pouco tempo. Fornece energia para a contração muscular no início e durante o exercício de esforço máximo com duração de 3 a 15 segundos (Powers & Howley, 2017; Zupan et al., 2009).

O sistema anaeróbio produz também ATP, na formação de lactato, com a degradação da glicose e glicogénio (Kenny et al., 2019), tal como o anterior, apesar de não ser capaz de produzir tanta energia como o sistema aeróbio, produz a uma maior taxa.

O sistema aeróbio produz ATP na presença de oxigénio – este processo ocorre dentro da mitocôndria (Powers & Howley, 2017). A partir da degradação de hidratos de carbono e lípidos, este sistema energético é capaz de produzir grandes quantidades de ATP, embora a uma taxa lenta, a capacidade de produção de ATP é praticamente ilimitada. Esta via atinge o seu funcionamento em predominância a partir dos 2 a 3 min após o início de uma atividade (Kenny et al., 2019), sendo essencial para todos os esforços com uma duração superior a dois minutos, assumindo assim um contributo importante para o jogo de futebol. Embora 60% da produção de ATP seja derivada de processos aeróbios

num esforço máximo de 3 min, o valor salta para 90% num desempenho máximo de 20 min (Powers & Howley, 2017).

O metabolismo aeróbio entre esforços de alta intensidade, tais como sprints, tem um contributo importante para manutenção da performance, sendo responsável pela remoção dos fosfatos inorgânicos intracelulares e pela ressíntese das reservas de fosfocreatina (Andrade et al., 2013), que são essenciais para o metabolismo anaeróbio poder acontecer (Powers & Howley, 2017). Adicionalmente, quando esforços máximos são repetidos com intervalos curtos, a contribuição do metabolismo aeróbio aumenta e isso poderá ser decisivo para conseguir manter esses esforços (Girard et al., 2011; Milioni et al., 2017). Assim, poderá ser plausível pensar que um dos principais índices de performance de esforços de alta intensidade intermitentes é a prestação aeróbia, sabendo que esta estará diretamente ligada com uma maior capacidade de transporte de oxigénio, que irá auxiliar numa recuperação mais eficiente (Bishop & Edge, 2006).

2.3 Importância das diferentes capacidades condicionais

2.3.1 As diferentes manifestações da força no futebol

A prática do futebol exige, em diferentes momentos de jogo, diferentes manifestações da força, da força resistência, da força explosiva e da força máxima (Stølen et al., 2005). A força muscular é um fator associado a diferentes ações realizadas em jogo, que são determinantes para uma ótima prestação dos jogadores, tal como, saltos, remates, mudanças de direção e velocidade. A relação da força dos membros inferiores com estas ações está bem descrita na literatura (Bogdanis et al., 2011; Brughelli et al., 2008; Buchheit et al., 2010a; Wisløff et al., 2004; Wong et al., 2010). Devido às diferentes necessidades em campo, diferentes manifestações de força serão mais relevantes para uns

jogadores do que outros, com os guarda-redes e defesas a apresentar valores mais elevados de força explosiva (Rienzi et al., 2000).

Na tentativa de compreender a influência da força muscular em jogo, Rahnama et al. (2003) estudaram a fadiga muscular no futebol, observando que a diminuição da força durante um jogo, devido à fadiga, poderá ser responsável por uma menor capacidade para realizar as ações anteriormente definidas como essenciais para o rendimento de um jogador. Sendo que grande parte dos jogadores em campo vão estar em exercício durante um longo período de tempo, os níveis de força resistência serão determinantes para serem capazes de se manter com bons níveis de prestação em jogo. O mesmo acontece com os níveis de força explosiva, pois estes estão diretamente relacionados com as ações determinantes em jogo (Hoff & Helgerud, 2004).

Um estudo conduzido por Abbott e Clifford (2021) concluiu que jogadores com maiores valores de força máxima recuperavam melhor após um jogo. Isto pode ser particularmente interessante, não só em circunstâncias com jogos sucessivos, como também para apresentarem uma maior disponibilidade física para o treino.

Neste contexto, Ronnestad et al. (2008) pretendeu analisar como é que a força explosiva, expressa através de impulsão vertical, se relaciona com a força máxima, verificando uma melhoria significativa de 8,5% do *squat jump* no grupo experimental, exposto a um treino de força máxima ao longo de 7 semanas. Noutro estudo, Bogdanis et al. (2007) verificaram melhorias de 10%, num grupo que realizou treino de força máxima ao longo de 6 semanas, durante a pré-época. Esta relação é evidente e comprovada na revisão realizada por Silva et al. (2015), que inclui 24 estudos que combinam 523 jogadores de futebol.

Existem evidências que permitem afirmar que a força explosiva dos membros inferiores está associada com a capacidade de sprint de jogadores de futebol (López-Segovia et al., 2011), sendo por isso particularmente relevante no futebol examinar a possível associação entre estas duas capacidades.

Num estudo conduzido por López-Segovia et al. (2014), foi concluído que os resultados de força-potência estavam relacionados com a capacidade de manter a velocidade num protocolo de sprints repetidos.

Num outro estudo, Jazvin et al. (2021), avaliando duas equipas profissionais, verificaram uma correlação com um nível de significância alto ($r=-0,45$, $p<0,05$), entre sprint de 30 m e resultados no CMJ. Esta conclusão corrobora a anterior de Wisløff et al. (2004), com um nível de significância mais elevado ($r=0,60$, $p<0,01$) e acrescentando uma correlação clara com resultados no sprint de 10m ($r = 0,72$, $p<0,001$).

Foi observado como estratégia para a melhoria da economia de corrida, realizar treino de força máxima e força explosiva (Hoff & Helgerud, 2004; Spurrs et al., 2003). O que poderá ser uma adaptação desejável, sendo que quanto maior for a economia de corrida, menor serão os recursos energéticos a utilizar para uma determinada distância. A redução da fadiga poderá permitir melhor desempenho em jogo.

Tornando-se evidente que a força muscular é até um certo ponto determinante para a performance dos jogadores, é desejável que esta seja treinada e monitorizada para conferir os resultados esperados pelos treinadores, em especial a força explosiva.

2.3.2 Velocidade

A distância percorrida a alta velocidade durante o jogo verifica-se como um dos fatores discriminantes no resultado do jogo, com equipas que percorrem uma maior distância a velocidades altas a terem mais probabilidade de ganhar (Di Salvo et al., 2009; Rampinini et al., 2009); observa-se também que equipas da primeira divisão têm jogadores mais rápidos que divisões inferiores ($p<0,05$) (Haugen et al., 2013). O sistema anaeróbio desempenha um papel importante na capacidade de alcançar e manter velocidades elevadas – esta é determinante para a prestação em jogo, pois pode permitir vantagens frente ao adversário.

A capacidade de realizar sprints de forma repetida tem demonstrado ser útil na identificação de talentos, sendo geralmente superior em jogadores de melhor nível (Wong del et al., 2015). Atletas que correm mais rápido possuem várias características que os distinguem, tais como, maior capacidade de aplicação de força em menor tempo de contacto com o solo e maior amplitude de passo durante a corrida (Weyand et al., 2000).

Num estudo realizado por Styles et al. (2016), foi demonstrada a associação entre as alterações na força máxima do agachamento com barra e as melhorias em sprints de 5 m ($r = 0,62$; $p < 0,01$), 10 m ($r = 0,78$; $p < 0,01$) e 20 m ($r = 0,60$; $p < 0,01$), em jogadores profissionais que realizaram um plano de treino de força durante 6 semanas. Outras investigações observaram que atletas com maiores valores de força máxima e impulsão vertical, apresentavam tempos mais rápidos em testes de velocidade máxima (Cronin & Hansen, 2005; McBride et al., 2009; Wisløff et al., 2004). No seu estudo, Haugen et al. (2013) verificou que o teste do salto contramovimento (CMJ) apresentava uma correlação substancial ao tempo de sprint de 20m ($r = 0,63$, $p < 0,01$) e à velocidade máxima atingida ($r = 0,60$, $p < 0,01$).

Durante um jogo, em média a cada 90 segundos é realizado um sprint com duração até 4 segundos, que é equivalente a 0,5% a 3% do tempo efetivo de jogo (Helgerud et al., 2001; Rienzi et al., 2000; Stølen et al., 2005). Reconhecendo que 90% dos sprints são inferiores a 20 m e, destes, 49% são inferiores a 10 m (Stølen et al., 2005), percebe-se então que a capacidade para acelerar rapidamente é o mais decisivo (Dupont & McCall, 2016), corroborando essa afirmação os autores Faude et al. (2012) que verificaram que, no campeonato alemão, 45% dos golos incluíam sprints.

Neste sentido, numa investigação realizada por Cometti et al. (2001), que comparou 95 jogadores franceses de diferentes níveis, conclui-se que a capacidade para acelerar rapidamente tem uma maior relevância para a performance em campo, comparando com a velocidade máxima que cada atleta consegue atingir.

Foi identificado em diferentes estudos que os defesas laterais e os avançados tendem a ser os jogadores mais rápidos da equipa (Haugen et al., 2014; Sporis et al., 2009; Taskin, 2008). Isto deve-se não só às características físicas que normalmente estes jogadores possuem, como também à diferente exposição a corridas de alta velocidade e sprints em jogo.

Compreendendo a necessidade de os jogadores serem capazes de não só realizar sprints, como também conseguir recuperar rapidamente para poderem responder aos diferentes cenários do jogo. Por esse motivo, é um requisito, para além do sistema anaeróbio, que o sistema aeróbio seja ativado, a fim de possibilitar a energia exigida durante o jogo.

2.3.3 Resistência

A resistência aeróbia é considerada como uma importante componente nas capacidades físicas dos jogadores de futebol. Com volumes médios de corrida por vezes superiores a 10 km por jogador em cada jogo (Di Salvo et al., 2007), é importante ter em consideração os parâmetros que podem influenciar o rendimento na corrida. Tal como o $\dot{V}O_2\text{max}$, LAn ou economia de corrida:

- Consumo máximo de oxigénio ($\dot{V}O_2\text{max}$), representa a taxa mais elevada de consumo e utilização de oxigénio pelo organismo durante exercício prolongado e intenso (Lee & Zhang, 2021). É aceite como a principal medida para avaliar a potência aeróbia, desempenhando um papel essencial no mundo do desporto profissional, desporto recreativo e em medicina clínica, servindo de possível medida para seleccionar atletas geneticamente mais talentosos, fornecer dados que podem auxiliar na preparação de planos de treino, facilitar na definição de objetivos e estimar saúde cardiovascular (Bosquet et al., 2000; Lee & Zhang, 2021; Ross et al., 2016; Welsman & Armstrong, 2019). Sendo que, apesar de poder ser melhorado com treino adequado, existem limitações da capacidade do sistema cardiopulmonar que irão

impossibilita melhoria após um certo ponto. Essas limitações, advêm de diferenças individuais e fatores genéticos. Reconhecendo que é um dos fatores que determina a resistência aeróbia, não é de estranhar que muitas investigações utilizem esta medida para avaliar os jogadores de futebol, seja através de métodos diretos (Arnason et al., 2004; Edwards et al., 2003; Parpa & Michaelides, 2021) ou indiretos, estimando o valor de $\dot{V}O_2\text{max}$ (Aziz et al., 2006; Redkva et al., 2018).

- LAn, traduz a maior intensidade de trabalho em que um atleta pode manter durante um período de tempo relativamente elevado, sem que ocorra um crescimento exponencial das concentrações de lactato, pois a capacidade de remoção de lactato é suficientemente capaz de responder à quantidade produzida (Hoff et al., 2002), ou seja, é o ponto em que a partir daí se dá um aumento abrupto da concentração de lactato no sangue (Ghosh, 2004). É a medida padrão para avaliar a capacidade aeróbia de atletas e a sua avaliação é justificada por diferentes artigos (Beneke, 1995; Faude et al., 2009), que observaram que a intensidade a que se atinge o LAn pode ocorrer sem necessariamente ocorrer uma alteração no $\dot{V}O_2\text{max}$, o que poderá justificar melhorias ou perdas na função aeróbia na mesma (Clark et al., 2008; Edwards et al., 2003). Teoricamente, alterações no LAn poderão influenciar na capacidade de trabalho de cada jogador em campo, uma vez que para maiores intensidades de corrida o atleta estará mais capaz de recuperar o sistema aeróbio e assim poupar as suas reservas de glicogénio. Estas alterações estão também fortemente relacionadas com a economia de corrida.
- O conceito de economia de corrida é mais frequentemente incluído na literatura relacionada com corrida de média e longa distância. Reflete a necessidade energética para percorrer uma dada distância a uma intensidade submáxima (Daniels, 1985). Está associada não só a parâmetros fisiológicos, como também anatómicos, mecânicos, neuromusculares e de treino. Barnes e Kilding (2015) defendem que esta variável deve ser considerada juntamente com os outros

parâmetros de avaliação da prestação aeróbia, quando se realiza análise com jogadores de futebol. Poderá ser uma importante medida de rendimento, pois quanto mais económico for um atleta durante as longas distâncias percorridas em jogo, menor será a necessidade de utilizar recursos energéticos anaeróbios a diferentes intensidades, permitindo uma maior intensidade de jogo e simultaneamente poupar recursos energéticos nas intensidades baixas e moderadas para usar em fases mais intensas de jogo.

Devido à natureza da modalidade, não é possível medir com exatidão os valores de consumo de oxigénio durante um jogo, sendo que há constrangimentos no uso dos aparelhos que permitem realizar estas medições com fiabilidade. Estima-se que, no decorrer de um jogo, o consumo médio de oxigénio solicitado seja aproximadamente 75% da potência aeróbia máxima, e a intensidade decorre perto do LAn de cada jogador (Stølen et al., 2005). Apesar do consumo energético variar consoante a posição dos jogadores, os constrangimentos criados pelo adversário, as opções táticas, uma boa capacidade e potência aeróbia irão ser determinantes para conseguir recuperar entre esforços de alta intensidade e manter o rendimento elevado durante os 90 min de jogo. Na mesma linha de pensamento, Tomlin e Wenger (2001) sugerem que uma elevada prestação aeróbia é um pré-requisito para manter a prestação anaeróbia durante atividades intermitentes prolongadas no tempo. Esta relação baseia-se no facto da ressíntese da creatina fosfato acontecer através de processos oxidativos, e esta ter um papel importante para uma constante renovação de ATP em esforços de alta intensidade (Balsom, 1994). Numa investigação com jogadores jovens, Meckel et al. (2014) concluíram que, durante o jogo, quanto maior for o trabalho realizado e a fadiga, maior será o envolvimento do sistema aeróbio. Portanto, é possível concluir que a resistência aeróbia é efetivamente um bom índice de rendimento em esforços de alta intensidade intermitentes (Bishop & Edge, 2006).

Apesar de uma melhor potência aeróbia poder permitir alcançar e manter uma maior capacidade de trabalho em jogo, a adequação e a sensibilidade do

$\dot{V}O_2\text{max}$ como um parâmetro discriminador de performance é questionável (Bangsbo & Lindquist, 1992; Bok & Foster, 2021).

Por um lado, estudos como o de Arnason et al. (2004), que incluiu uma amostra de 301 jogadores, observou diferenças significativas entre jogadores de primeira e segunda divisão, para os valores de $\dot{V}O_2\text{max}$.

Por outro lado, Wells et al. (2012) no seu estudo concluíram que o teste de $\dot{V}O_2\text{max}$ não apresentava resultados diferentes entre jogadores de diferentes níveis, sugerindo que testes realizados em laboratório são pouco úteis para distinguir as capacidades dos jogadores, quando se comparou jogadores profissionais e amadores. Num outro estudo, com uma amostra de 1545 jogadores noruegueses, Tønnessen et al. (2013) obtiveram a mesma conclusão.

Ou seja, talvez o consumo máximo de oxigénio não seja o melhor indicador para discriminar diferentes níveis de rendimento entre jogadores de futebol. Reconhecendo que entre posições em campo haverá diferentes necessidades fisiológicas, e tal como concluído por Metaxas et al. (2006) as posições de cada jogador não parecem afetar os valores de $\dot{V}O_2\text{max}$. Ideia corroborada pelo estudo de Parpa e Michaelides (2021), incluindo uma amostra de 308 jogadores de 5 equipas de diferentes ligas europeias. No entanto, é sugerido que valores de $\dot{V}O_2\text{max}$ acima de 55 ml/kg/min sejam um requisito mínimo para competir a nível profissional (Mourtziapis et al., 2020; Parpa & Michaelides, 2021; Tønnessen et al., 2013). Este parâmetro terá mais validade para monitorizar e categorizar níveis de performance aeróbia quando acompanhado de avaliações de LAn e economia de corrida (Edwards et al., 2003; Kalapotharakos et al., 2011). De acordo com Ziogas et al. (2011), num estudo com 125 participantes, verificou-se diferenças significativas entre três divisões no LAn, com jogadores de primeira divisão a obter melhores valores comparando com jogadores da segunda e terceira, e jogadores de segunda divisão com melhores valores em relação à terceira. Apesar desta evidência, mais investigações com esta avaliação são necessárias para tirar conclusões. Adicionalmente, quando se refere pertinência de avaliar o LAn, é também pelo facto de se tratar de um parâmetro mais sensível a alterações provocadas pelo

treino, o que permite uma maior aferição das cargas de treino administradas (Keith et al., 1992).

2.4 Como é realizada a avaliação das capacidades condicionais no futebol

O desempenho desportivo resulta de uma combinação de diferentes fatores, incluindo a preponderância genética, estado de saúde e o treino do atleta (Macdougall et al., 1993). Profissionais do desporto procuram analisar estas variáveis e usar essa informação para definir perfis de cada atleta, para desenvolver estratégias de treino que possam interferir tanto nos pontos mais fortes como nos pontos mais fracos do atleta. Existem diferentes estudos realizados no âmbito da procura dos testes que melhor se adequam ao futebol e que permitem dar a informação mais pertinente para ser utilizada na prescrição e monitorização do treino (Ingebrigtsen et al., 2014; Svensson & Drust, 2005).

Realizar avaliações ao longo da época é considerado importante para identificar os aspetos prioritários a trabalhar com a equipa e com cada atleta individualmente, determinar se o plano de treino está a ser eficaz e compreender as alterações no rendimento ao longo da época (Sporis et al., 2009; Svensson & Drust, 2005). Testar regularmente e monitorizar certos aspetos da prestação dos atletas é a forma mais eficaz para constantemente ter dados que permitam aos treinadores ajustar o treino consoante o estado dos atletas.

Variáveis como medidas antropométricas que incluem altura, peso, percentagem de massa gorda e variáveis fisiológicas que incluem prestação aeróbia e anaeróbia, força máxima e explosiva são importantes nos jogadores de alto nível – devem-se procurar avaliar estas capacidades em consonância com a avaliação técnico-tática da equipa (Castagna et al., 2006; Magal et al., 2009; Svensson & Drust, 2005). Apesar de, como constatado nos capítulos anteriores, a modalidade ser predominantemente aeróbia, as outras

capacidades condicionais podem ser determinantes para o rendimento, surgindo assim a necessidade de estas serem também monitorizadas.

2.4.1 Força

Não parece haver um consenso na literatura no que toca a protocolos de avaliação da força em jogadores de futebol. Encontra-se na literatura avaliações isocinéticas, que são a opção escolhida talvez pelo facto de fornecerem dados puramente objetivos e que diminuem ao máximo os fatores externos permitindo avaliar a capacidade de gerar força contra uma resistência (Dalen et al., 2019). Sendo que este método tem pouca transferência para avaliar as ações que realmente acontecem no futebol, o que leva a uma fraca associação entre os resultados obtidos nessas avaliações e a performance dos jogadores (Hoff & Helgerud, 2004; Stølen et al., 2005). O mesmo parece acontecer para as avaliações isométricas, pois uma melhoria na força isométrica não reflete necessariamente numa melhoria na força dinâmica (Requena et al., 2009), que é a componente com maior relevância quando queremos relacionar com a performance em campo. Também se encontra na literatura quem recorra a medidas de força máxima, utilizando o agachamento com barra livre (Hoff, 2005). Contudo este tipo de avaliação só fará sentido quando os atletas avaliados estão familiarizados com este tipo de exercício e, mesmo nesses casos, é necessário ter alguns cuidados quando o objetivo é movimentar o máximo de carga possível, o que pode diminuir a fiabilidade da avaliação, assim como o erro associado quando se tentar estimar através de levantamentos submáximos (Pereira & Gomes, 2003), o que explica a falta de consenso na literatura deste método (Paul & Nassis, 2015).

É bastante frequente investigadores recorrerem a avaliações de capacidade de salto, o que é fácil de compreender tendo em consideração a contribuição desta expressão de força em relação às ações dos jogadores em jogo e também por representarem uma expressão dos níveis de força máxima (Wisløff et al., 2004), considerando também os próprios saltos que acontecem

em jogo e a relação da impulsão vertical e horizontal com a capacidade de mudanças de direção (Lockie, 2014). Dado a grande variedade de saltos que se pode optar para avaliar, não se verifica uma uniformidade entre estudos. A avaliação bilateral de impulsão vertical é a opção mais comum no futebol (Nédélec et al., 2012; Saidi et al., 2021). Contudo, muitas ações propulsivas em jogo são realizadas apenas com um apoio, podendo tornar também relevante realizar a mesma avaliação de forma unilateral, tal como observado em diferentes estudos (Bishop et al., 2021; Murtagh et al., 2017).

Tendo esses fatores em consideração, a avaliação da impulsão vertical pode ser considerada imprescindível para monitorizar as capacidades dos jogadores, pois avalia a força explosiva, sendo uma componente força importante no futebol. Esta avaliação tipicamente recorre ao CMJ, com a ajuda dos braços (Cheng et al., 2008) ou sem a ajuda dos braços (Clark et al., 2008; Haugen, 2018) e/ou ao *squat jump* (SJ) (Arnason et al., 2004; Sporis et al., 2009). A diferença entre os resultados dos testes permite identificar a capacidade de força explosiva, analisando a diferença entre ambos (Markovic et al., 2004). Para o melhor do nosso conhecimento, até à data não há diretrizes estipuladas para nenhum dos testes referidos – várias investigações utilizam diferentes procedimentos. No entanto, é de conhecimento geral que vários dos melhores clubes do mundo realizam testes de salto, em particular do SJ e CMJ.

2.4.2 Velocidade

Tradicionalmente, os testes usados para avaliação da capacidade anaeróbia são de curta duração e apenas incluem um esforço contínuo. Um dos testes mais fiáveis e tradicionais é o teste Wingate, onde se realiza um esforço contínuo máximo, com intuito de avaliar a potência dos membros inferiores (Bar-Or, 1987; Krishnan et al., 2017). Assim como o teste de sprint máximo, que é naturalmente um teste mais específico para a grande generalidade dos desportos coletivos, este poderá ser realizado com uma partida de uma posição parada ou com uma partida com balanço (Sayers et al., 2008).

No entanto, o uso de métodos contínuos para avaliar atletas de modalidades de natureza intermitente é algo que os investigadores questionam (Altmann et al., 2019; Svensson & Drust, 2005). Por esse motivo, são sugeridas avaliações mais específicas e adequadas à atividade em jogo.

São encontrados diferentes testes na literatura, devido à falta de standardização da avaliação desta capacidade no futebol. Grande parte dos testes são classificados como teste de sprints lineares, testes de mudança de direção em sprint e testes de sprints repetidos (Altmann et al., 2019). Os testes de sprints lineares até 40 m permitem avaliar a velocidade máxima e aceleração dos jogadores e parecem ser uma opção válida para distinguir jogadores de diferentes níveis de rendimento. Os testes mais comuns dentro dos testes de mudança de direção em sprint, como o teste 505 e o teste T não mimizam a atividade em jogo (Haugen et al., 2014). Os restantes não são encontrados de forma consistente na literatura, sendo difícil de tirar conclusões. Apesar de teoricamente a construção de testes de sprints repetidos simular melhor a atividade em jogo e de apresentarem por vezes resultados fiáveis para discriminar níveis de rendimento (Altmann et al., 2019), uma falta de consistência de métodos entre estudos não permite averiguar com detalhe a sua validade na modalidade (Haugen & Seiler, 2015).

Embora as definições possam variar, um sprint é tipicamente dividido em duas fases: a fase de aceleração e a fase de velocidade máxima (Buchheit et al., 2014; Delecluse et al., 1995). Como analisado no capítulo anterior, a fase de aceleração é mais predominante durante o jogo. Apesar de diferentes fatores mecânicos e características físicas influenciarem cada fase, parece haver uma grande correlação entre estas em jogadores de futebol (Buchheit et al., 2014; Little & Williams, 2005). Estes conceitos são essenciais compreender para se poder optar pelos meios de avaliação corretos.

2.4.3 Resistência

A determinação da resistência aeróbia dos jogadores de futebol é importante, visto que o sistema aeróbio sustenta a capacidade de jogar durante 90 min (Bangsbo, 1994) e de recuperar entre momentos de atividade a intensidades elevadas (Balsom, 1994; Tomlin & Wenger, 2001). Esta importância levou ao desenvolvimento de inúmeros testes, na busca da avaliação desta capacidade com a melhor aplicabilidade para o desporto em questão (Bok & Foster, 2021). Embora o teste incremental em laboratório com recurso a espirometria seja a avaliação mais exata para determinar a capacidade de consumo de oxigénio (Bentley et al., 2007), grande parte das equipas não terão os recursos necessários para poder recorrer a esse método. Para além disso, tal torna-se complexo em termos instrumentais para avaliar toda a equipa.

Os testes de terreno surgem como alternativas não só mais acessíveis em relação a recursos necessários e a tempo despendido, como também na tentativa de aumentar a validade destas avaliações por poderem ser realizadas em campo (Balsom, 1994; Svensson & Drust, 2005). Apesar da grande diversidade destes, alguns dos mais utilizados têm como objetivo avaliar o $\dot{V}O_2\text{max}$, na tentativa de obter dados mais simples do que aqueles obtidos em laboratório. Alguns desses testes são:

- o teste de pista da Universidade de Montreal: um teste máximo com intensidade de corrida crescente a cada 2 min, sem paragens (Léger & Boucher, 1980);
- o teste Yo-Yo 1 e 2: testes intermitentes, máximos, com intensidades crescentes em que o tempo em atividade vai diminuindo, levando a um aumento na velocidade de corrida, enquanto o tempo de descanso se mantém constante. O protocolo apresenta dois níveis, para se adequar à população a ser avaliada (Bangsbo et al., 2008);
- o teste 30-15 intermitente: um teste intermitente, máximo com intensidade crescente, em que o tempo de trabalho e descanso se mantém constante ao longo de todo o teste (Buchheit, 2008).

Se o objetivo for avaliar o $\dot{V}O_2\text{max}$, seja numa única ocasião, ou em diferentes ocasiões ao longo da época utilizando um teste de terreno, a opção mais lógica seria aquela que tem maior correlação com essa medida. O teste de pista da Universidade de Montreal oferece a maior correlação com os valores obtidos em laboratório ($p < 0,05$, coeficiente de Pearson=0,96) (Léger & Boucher, 1980). Enquanto o teste 1 Yo-Yo e o teste 2 apresentam valores inferiores ($p < 0,05$, coeficiente de Pearson=0,74; $p < 0,05$; coeficiente de Pearson=0,47, respetivamente) (Rampinini et al., 2010), assim como o teste 30-15 intermitente ($p < 0,05$, coeficiente de Pearson=0,68) (Buchheit, 2008), estes incluem mudanças de sentido muito frequentemente, o que pode induzir numa exigência muscular elevada e dessa forma o resultado do teste ser influenciado por outras capacidades condicionais.

Contudo, a validade do valor de $\dot{V}O_2\text{max}$ tem sido questionada pela sua utilidade e especificidade quando falamos de jogadores profissionais, tal como referido anteriormente (Bangsbo & Lindquist, 1992; Buchheit et al., 2010b; Rebelo et al., 2014). Na sua revisão, Svensson e Drust (2005) acrescentam que o $\dot{V}O_2\text{max}$ não é um indicador que permita detetar durante a época as pequenas alterações que podem ocorrer no rendimento dos jogadores, por estas serem principalmente adaptações periféricas e este indicador ser um reflexo das adaptações centrais. Recorrer a avaliações que detetem o LAn, por este ser um indicador mais discriminante da prestação aeróbia em jogadores de futebol e mais sensível às alterações induzidas pelo treino, é uma opção sugerida por alguns autores (Edwards et al., 2003; Modric et al., 2020; Ziogas et al., 2011).

O protocolo de ouro, para avaliação da capacidade aeróbia, é a máxima fase estável de lactato (MLSS), que identifica a máxima intensidade de trabalho em que a capacidade de remoção de lactato é suficiente para não haver acumulação de lactato no sangue (Beneke, 1995). Para realizar este teste, são necessários vários dias de avaliação o que o torna pouco viável para realizar no contexto de uma equipa de futebol. Portanto, apesar da exatidão que se pode obter quanto

à capacidade aeróbia, não se encontra qualquer estudo na literatura que utilize este método com jogadores de futebol profissionais.

Numa tentativa de contrariar os constrangimentos impostos por um teste de múltiplos dias, foram criados métodos mais simples para avaliar o LAn, como os testes em laboratório através das medições de trocas de gases (Beaver et al., 1986; Wasserman et al., 1973), ou pelas alterações de valores de lactato no sangue (Denadai et al., 2005; Faude et al., 2009), sendo que a última também é possível com testes de terreno (Mader, 1976). Ao contrário da avaliação do $\dot{V}O_2\text{max}$, é possível realizar testes de terreno com medidas diretas, com recursos muito acessíveis.

Um dos testes mais utilizados, serve o conceito de MLSS como base para a sua construção, assumindo um valor padrão de lactato de 4-mmol/l proposto por Heck et al. (1985) como o valor associado ao LAn. O teste proposto por Mader (1976) é composto por vários patamares de corrida, com intensidades crescentes, de forma a obter um valor estimado do LAn.

Existe uma grande diversidade de testes e uma falta de consenso sobre qual das componentes da prestação aeróbia será mais relevante avaliar para a modalidade. A vantagem do LAn vai muito para além da facilidade da realização do teste. Esta é não só uma avaliação mais sensível dos níveis de prestação aeróbia, como também fornece dados para a definição mais exata de intensidades de treino para a melhoria da prestação aeróbia de cada jogador. Apesar de vermos na literatura diversos estudos (Aziz et al., 2006; Silva et al., 2011) que utilizam testes que de alguma forma replicam movimentos de jogo, consideramos que os valores obtidos ficaram contaminados por outras dimensões físicas, tal como os níveis de força dos jogadores. A opção por um teste de LAn permitirá que os valores obtidos sejam efetivamente resultado da prestação aeróbia de cada jogador, sem interferência de qualquer outra variável (Mader, 1976).

2.5 Variação das capacidades físicas ao longo da época desportiva

No que diz respeito à variação de diferentes capacidades condicionais ao longo da época, existem alguns estudos que focaram a sua investigação nessa análise. Sendo que estes incluem entre dois e quatro momentos de avaliação, com alguns desses a focar em avaliar o efeito da pré-época, apresentando resultados variados, o que dificulta a obtenção de conclusões mais claras.

Os métodos de avaliação, tal como explorado no capítulo anterior, são bastante diversificados e apesar de alguns serem utilizados com maior frequência na literatura, a falta de standardização poderá ser um obstáculo à comparação de diferentes resultados entre estudos. Este é um problema particularmente sensível quando avaliamos as capacidades condicionais ao longo de uma época, uma vez que dificulta a interpretação dos resultados obtidos nos diferentes testes – dando valores por vezes semelhantes, têm na origem metodologias distintas. Isto não só afeta a comparação de diferentes artigos pelos testes utilizados como pelos momentos de avaliação escolhidos. Analisando todos os estudos que detetamos na literatura, podemos verificar essas diferenças.

No intuito de obter uma maior compreensão sobre o que foi estudado até à data, sobre a variação da função aeróbia e força explosiva dos membros inferiores em jogadores de futebol ao longo da época, apresentamos uma revisão com os estudos existentes, que apenas incluem jogadores profissionais (quadro 1).

Observando o quadro 1, facilmente se nota a dispersão de resultados obtidos nos diferentes estudos. Sendo que alguns parecem ser mais regulares, tal como, quando é o caso da força explosiva dos membros inferiores, representada através da impulsão vertical em todas as investigações, mais tipicamente utilizando o CMJ como método. Observamos em 5 dos 8 estudos que não existe qualquer variação no CMJ ao longo da época. Todavia, concluir algo poderá ser precipitado, tendo em consideração que Mourtziapis et al. (2020)

na sua investigação incluem uma amostra que em dimensão é quase semelhante aos 5 estudos combinados, e estes autores notam uma melhoria entre o início da época para o meio e do meio da época para o final. Uma maior diversidade existe no que toca à avaliação da potência e capacidade aeróbia.

No âmbito do presente estudo, é relevante reconhecer uma maior tendência para a falta de variação da força explosiva dos membros inferiores ao longo da época e variação da prestação aeróbia – embora estes resultados não seja a regra, é o mais frequente. Os métodos de avaliação aparentemente não parecem estar relacionados com este facto.

Quadro 1 - Apresentação do estado de arte referente à variação das capacidades condicionais ao longo da época.

Estudo	Caraterização da Amostra	Momentos de Avaliação	Capacidades Condicionais	
			Prestação Aeróbia	Força Explosiva dos Membros inferiores
(Casajús, 2001)	15 jogadores profissionais da primeira liga espanhola	Início e meio da época	↔ $\dot{V}O_2\text{max}$, método direto ↑ LAn ventilatório, laboratório	↔ CMJ
(Edwards et al., 2003)	12 jogadores da seleção britânica	Início e final da época	↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$ x, método direto) ↑ (tolerância à $v\dot{V}O_2\text{max}$) ↑ (% $\dot{V}O_2\text{max}$ se atingiu LAn)	(-)
(Aziz et al., 2006)	41 jogadores profissionais, dos 12 clubes da primeira divisão da Singapura	Início, meio e final da época	↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$, Yo-Yo)	↑ CMJ de Início para Meio ↔ CMJ Meio para Final
(Metaxas et al., 2006)	32 jogadores profissionais, com menos de 19 anos a jogar na primeira liga grega	Início, meio e final da época	↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$, método direto)	(-)
(Clark et al., 2008)	42 jogadores de futebol profissionais de uma equipa da segunda divisão inglesa	Meio e final da época	↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$, método direto) ↔ (LAn, Laboratório)	↔ CMJ
(Kalapotharakos et al., 2011)	12 jogadores da primeira divisão da Grécia	Início de época e Meio da época	↔ (LAn, Laboratório)	(-)
(Silva et al., 2011)	18 jogadores da primeira liga portuguesa	Início, meio e fim da época	↓ ($\dot{V}O_2\text{max}$, teste Yo-Yo) Início e Fim	↓ CMJ do Início para Meio ↔ CMJ Meio para Fim

(Requena et al., 2017)	19 jogadores de uma equipa da primeira divisão espanhola que participou na liga europa	Meio da época e final da época	(-)	↔ CMJ
(Meckel et al., 2018)	18 jogadores profissionais da primeira divisão israelita	Início e Meio da época	↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$, método direto) ↑ (LAn, ventilatório)	(-)
(Haugen, 2018)	44 jogadores profissionais da Noruega	Meio e final da época.	(-)	↔ CMJ
(Bekris et al., 2019)	24 jogadores profissionais que jogam na primeira divisão da Grécia	Início, meio e final da época	↔ (LAn) Início e Meio ↓ (LAn) Início + Meio e Fim ↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$) Início e Meio ↓ ($\dot{V}O_2\text{max}$) Início + Meio e Fim Laboratório, limiar ventilatório	(-)
(Mourtziapis et al., 2020)	100 jogadores profissionais gregos a jogar na primeira liga da Grécia. Só foram incluídos jogadores que jogassem 60% dos jogos	Início, meio e final da época	↔ ($\dot{V}O_2\text{max}$ e $v\dot{V}O_2\text{max}$) Início e Meio ↓ ($\dot{V}O_2\text{max}$ + $v\dot{V}O_2\text{max}$) Meio e Fim ↔ (LAn) Início e Meio ↓ (LAn) Meio e Fim Laboratório, limiar ventilatório	↑ CMJ ↑ SJ entre Início e meio ↓ SJ entre meio e fim

Legenda:

- ↑ - Existiu uma melhoria significativa nesta capacidade entre os momentos de avaliação;
- ↓ - Existiu uma diminuição significativa nesta capacidade entre os momentos de avaliação;
- ↔ - Não existiu qualquer alteração significativa nesta capacidade entre os momentos de avaliação;
- (-) - O estudo não investigou esta capacidade.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESES

3. Objetivos e hipóteses

3.1 Objetivo geral

O principal objetivo desta tese é o de observar as possíveis alterações na função aeróbia e força explosiva dos membros inferiores em jogadores de futebol profissional ao longo de uma época desportiva.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar a variação da prestação aeróbia ao longo da época;
- Analisar a variação da força explosiva ao longo da época;
- Compreender a relação entre a força explosiva e a prestação aeróbia.

3.3 Hipóteses

As hipóteses testadas no presente estudo são as seguintes:

H1: Jogadores com melhores índices de força explosiva apresentam melhores resultados nos níveis de prestação aeróbia;

H2: A prática de futebol ao longo de uma época desportiva é capaz de induzir alterações significativas na prestação aeróbia, traduzida pelo LAn;

H3: A prática de futebol ao longo de uma época desportiva não é capaz de induzir em alterações significativas nos níveis de força explosiva.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. Material e métodos

4.1 Caraterização da amostra

O presente estudo contou com uma amostra de 10 jogadores profissionais do género masculino, que integravam uma equipa da terceira divisão portuguesa na época 2021/2022. Os guarda-redes não foram incluídos na amostra. Foi definido um protocolo com a equipa, que permitiu realizar avaliações pelo menos 48 horas após um jogo ou um treino intenso e sempre distante (>72h) do jogo seguinte, para evitar que os jogadores diminuíssem as suas intensidades. Foram também tido em consideração as condições meteorológicas com o objetivo de evitar que estas influenciassem os resultados. Todos os participantes no estudo foram informados dos objetivos e de todos os procedimentos.

O quadro 2 apresenta os valores médios e os respetivos desvios padrão das seguintes variáveis: idade, peso e altura. Estas informações foram fornecidas pela equipa médica do clube.

Quadro 2 - Valores médios ($\pm$ dp) relativos às caraterísticas físicas dos atletas avaliados (n=10).

Caraterísticas	Valores
Idade (anos)	21,9 $\pm$ 2,7
Peso (kg)	76,6 $\pm$ 5,9
Altura (cm)	181,5 $\pm$ 3,8

4.2 Procedimentos

Para a elaboração do estudo foram realizados quatro momentos de avaliação. Antes do decorrer do primeiro momento de avaliação foram recolhidos dados antropométricos como o peso e altura. Todos os participantes receberam instrução verbal com a explicação do desenho experimental do estudo.

As avaliações decorreram numa pista sintética de 400m, homologada pela federação portuguesa de atletismo e foram realizadas individualmente ao longo de um dia. Primeiramente realizou-se um aquecimento, de seguida o teste de impulsão vertical e, após um intervalo de 5 min, o teste de corrida. Os testes foram colocados na ordem de menor potenciador de fadiga para maior, para permitir maior fiabilidade (Miller, 2012).

Os quatro momentos em que decorreram as avaliações foram os seguintes: após o início de época (M1), a meio da primeira fase da época (M2) e final da primeira fase da época (M3), e no final da época (M4), tal como demonstrado na figura 1.

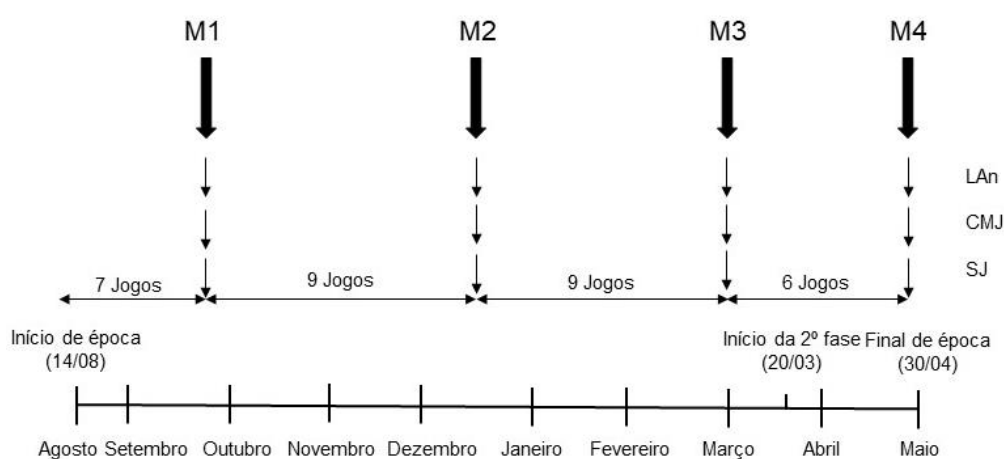


Figura 1 - Representação gráfica da linha temporal da época.

Reconhecendo que na modalidade a maioria do treino de condição física é tradicionalmente feito na pré-época, com o objetivo de preparar os jogadores fisicamente para os requisitos da época desportiva (Jeong et al., 2011). Neste estudo optou-se por realizar o M1 após o período de pré-época, com o critério de que se realizasse quando a equipa já apresentasse uma estrutura de treino semelhante à que seria habitual ao longo da época, que neste caso apenas incluía uma sessão de treino diário no campo com complemento pontual de sessões extra de treino de reforço muscular no ginásio. Combinando este critério com a disponibilidade da equipa, dado o calendário competitivo, o M1 aconteceu

4 semanas após o início da época. O objetivo apenas partia por analisar o que acontecia ao longo da época e não a eficácia do programa de treino da pré-época. Os seguintes momentos de avaliação foram em circunstâncias de paragem na época. Como esta apresentava uma estrutura diferente do habitual, dividindo-se em duas fases, foi possível encontrar duas ocasiões pertinentes ao longo de época.

4.3 Avaliação dos níveis de força explosiva dos membros inferiores

Esta capacidade foi avaliada através da impulsão vertical. Todos os saltos foram realizados sobre a plataforma de saltos Ezejump da marca Swift Performance®, validada como forma fiável para determinação da impulsão vertical (Guppy et al., 2020). Esta plataforma utiliza o tempo de voo, para determinar a altura de salto. Os sujeitos foram instruídos a não tirar as mãos da anca durante o salto, para não haver a influência dos membros superiores no resultado do mesmo. Deu-se também a indicação para permanecer a extensão total das pernas na fase aérea, para não existir influência no tempo de voo, calculado pela plataforma de saltos. O teste constituiu em medir a altura máxima em dois saltos verticais – CMJ e SJ. A todos os sujeitos foi permitido 2 a 3 tentativas em cada salto, sendo que apenas o melhor resultado de cada participante em cada um dos saltos foi incluído neste estudo.

O CMJ (figura 2) é realizado a partir de uma posição de pé com os membros inferiores em extensão completa, executando uma flexão dos joelhos aproximadamente de 90°, imediatamente seguido de um salto vertical (Bosco et al., 1983).

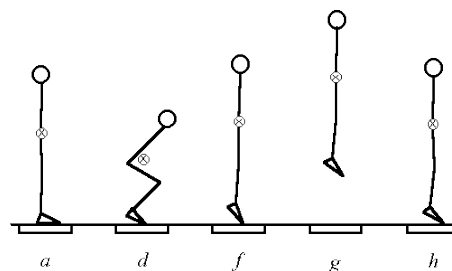


Figura 2 - Representação do CMJ.

O SJ (figura 3) é realizado a partir de uma posição inicial estática com os joelhos fletidos a 90° e o tronco “direito”, seguido de um salto vertical (Bosco et al., 1983).

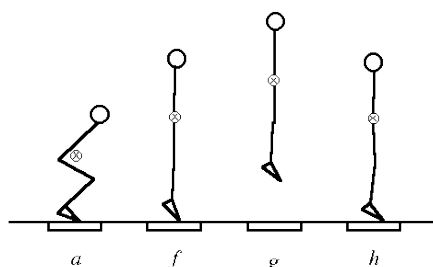


Figura 3 - Representação do SJ.

4.4 Avaliação da prestação aeróbia

Após um descanso não inferior a 10 min, passamos para o teste de LAn, realizado numa pista sintética de 400 m. O protocolo seguido foi inicialmente proposto por Mader (1976), revelando-se como um dos protocolos mais precisos para avaliação da prestação aeróbia (Heck et al., 1985). O teste de terreno é composto por 2 ou mais patamares, cada um com duração mínima de 5 min de esforço de corrida contínua. Há um incremento de velocidade de 0,4 m/s a cada patamar. Para garantir que os sujeitos corriam à velocidade pretendida, foram fornecidos sinais acústicos, que indicavam quando deveriam passar a marca de 100 m. Com estas indicações conseguiu-se ajustar a sua velocidade de corrida de forma gradual, para que se realizasse os patamares à velocidade pretendida e sem alterações bruscas na velocidade de corrida. Procuramos adaptar o

primeiro patamar ao nível de cada jogador, sendo que, no caso da primeira avaliação, o patamar inicial foi o mais baixo do protocolo, de 2,6 m/s, com o objetivo de garantir que o valor inicial não fosse acima das 4 mmol/l – foram efetuados ajustes nas avaliações seguintes. Os diferentes patamares podem ser observados no quadro 3.

Quadro 3 - Tempo de passagem de cada patamar de 100 m, a cada velocidade, para a determinação do LAn (Colaço, 2007).

V (m/s)	V (min/ km)	100m	200 m	300m	400 m	500m	600 m	700m	800 m	900m
3.0	5.33.33	0.33.33	1.06.66	1.40.00	2.13.33	2.46.66	3.20.00	3.53.33	4.26.67	5.00
3.4	4.54.12	0.29.41	0.58.82	1.28.24	1.57.65	2.27.08	2.56.47	3.25.90	3.55.29	4.24.71
3.8	4.23.16	0.26.32	0.52.63	1.18.95	1.45.26	2.11.58	2.37.89	3.04.21	3.30.53	3.56.83
4.2	3.58.10	0,23,81	0.47.62	1.11.43	1.35.24	1.59.05	2.22.86	2.46.67	3.10.48	3.34.29
4.6	3.37.39	0.21.74	0.43.48	1.05.22	1.26.96	1.48.7	2.10.43	2.32.17	2.53.91	3.15.65

1000 m	1100m	1200m	1300m	1400m	1500m	1600m	1700m	1800m	1900m	2000m
5.33.33	6.06.66	6.40.00								
4.54.12	5.23.55	5.52.94								
4.23.16	4.49.47	5.15.79	5.42.1	6.08.42	6.34.73	7.01.05				
3.58.10	4.21.9	4.45.71	5.09.52	5.33.33	5.57.14	6.20.95	6.44.76	7.08.57	7.32.38	7.56.19
3.37.39	3.59.13	4.20.87	4.42.61	5.04.35	5.26.09	5.47.83	6.09.56	6.31.30	6.53.04	7.14.78

Entre cada patamar realiza-se um descanso máximo de 1 min, onde decorre a recolha de uma gota de sangue capilar do lóbulo da orelha, que permitirá a um aparelho medir as concentrações de lactato na corrente sanguínea. O teste dá-se por terminado quando o valor de lactato é superior a 4 mmol.

O aparelho utilizado na realização deste teste foi o Lactate Pro 2 Portable Lactate Analyzer. A recolha das amostras sanguíneas e a determinação da concentração de lactato foi realizada no lóbulo da orelha, anteriormente desinfetado, sendo exercida uma picada com recurso a uma lanceta. Fazendo pressão de forma a obter uma pequena gota de sangue, recolhe-se com tiras até obter uma amostra de 0,3 µ litros.

Optou-se neste estudo pelo teste de LAn desenvolvido por Mader, pois parece não sofrer tanta influência do sistema anaeróbio (por não incluir ações de travagens e mudanças de direção) e de fornecer indicações mais exatas da prestação aeróbia. Reconhecendo todos os avanços que foram feitos no sentido de facilitar a realização deste tipo de teste e da elevada correlação que este indicador tem com a performance aeróbia ($p < 0,05$, coeficiente de Pearson=0,96) (Heck et al., 1985; Karlsson & Jacobs, 1982), consideramos que do ponto de vista prático, avaliar o limiar anaeróbio desta forma seria uma opção viável.

4.5 Procedimentos matemáticos e estatísticos

Os dados obtidos após a realização dos procedimentos descritos foram tratados estatisticamente através do software estatístico IBM Statistical for the Social Sciences® (SPSS®), versão 26,0, utilizando um nível de significância de 5% ($p = 0,05$). Para determinação do LAn, recorreremos à interpolação linear com base nos dados de lactatemia e velocidade de corrida obtidos no teste realizado.

Na análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva, nomeadamente medidas de tendência central e de dispersão, para conhecer aspetos gerais das diferentes distribuições de valores das variáveis em estudo. Uma análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) foi aplicada para examinar se havia diferença entre as variáveis nos diferentes momentos de avaliação. Para determinar associações entre variáveis de escala de razão, recorreu-se ao coeficiente de correlação bivariada de Pearson.

5. RESULTADOS

5. Resultados

No presente capítulo serão apresentados os resultados obtidos através dos testes estatísticos estabelecidos, de forma sequencial, conforme o descrito nos objetivos e hipóteses desta pesquisa.

No quadro 4 são apresentadas as correlações entre LAn e os valores de CMJ e SJ em cada um dos momentos de avaliação, bem como no geral.

Quadro 4 - Correlações entre LAn e os saltos avaliados (CMJ; SJ) em cada momento.

	LAn M1		LAn M2		LAn M3		LAn M4	
	p	Coeficiente de Pearson	p	Coeficiente de Pearson	p	Coeficiente de Pearson	p	Coeficiente de Pearson
SJ-M1	0,582	-0,198						
SJ-M2			0,064	-0,604				
SJ-M3					0,077	-0,583		
SJ-M4							0,031	-0,677
CMJ-M1	0,204	-0,439						
CMJ-M2			0,283	-0,376				
CMJ-M3					0,105	-0,543		
CMJ-M4							0,02	-0,714

Ao analisarmos a relação entre estas variáveis, percebemos que não há qualquer correlação estatisticamente significativa entre ambas as avaliações de salto vertical, em três dos quatro momentos de avaliação com o LAn. Esta apenas se verifica no M4 em ambos os saltos de forma negativa, no SJ (coeficiente de Pearson=-0,677 p=0,031) e no CMJ (coeficiente de Pearson=-0,714 p=0,020), com uma associação considerada moderada, uma vez que o valor do coeficiente de Pearson encontra-se entre -0,4 e -0,7.

Quadro 5 - Correlações entre LAn e os saltos avaliados (CMJ; SJ) no geral.

	LAn-Geral	
	p	Coeficiente de Pearson
SJ-Geral	0,004	-0,446
CMJ-Geral	0,002	-0,468

Quando se juntam todos os momentos de avaliação, como demonstrado no quadro 5, verifica-se também uma correlação negativa moderada, embora em menor grau, entre ambas as medidas de força explosiva e o LAn [SJ (coeficiente de Pearson=-0,446 p=0,004); CMJ (coeficiente de Pearson=-0,468 p=0,002)].

Quando analisamos a relação entre os minutos de jogo individuais e os resultados das avaliações, não se encontra qualquer relação estatisticamente significativa ($p>0,05$) (quadro 6).

Quadro 6 - Correlações entre LAN, CMJ e SJ e os minutos individuais jogados em cada momento.

	Minutos Indv M1		Minutos Indv M2		Minutos Indv M3		Minutos Indv M4	
	p	Coeficiente de Pearson	p	Coeficiente de Pearson	p	Coeficiente de Pearson	p	Coeficiente de Pearson
LAn-M1	0,054	0,624						
LAn-M2			0,639	0,170				
LAn-M3					0,756	-0,113		
LAn-M4							0,068	0,598
SJ-M1	0,616	-0,182						
SJ-M2			0,884	-0,053				
SJ-M3					0,644	0,167		
SJ-M4							0,908	0,402
CMJ-M1	0,246	-0,405						
CMJ-M2			0,859	-0,065				
CMJ-M3					0,357	0,327		
CMJ-M4							0,505	-0,240

No que diz respeito ao estudo das alterações que decorrem ao longo da época desportiva nos testes de impulsão vertical, foi realizada uma análise descritiva e comparativa da amostra entre os diferentes momentos. O quadro 7 mostra-nos a média dos valores registados em todos esses momentos.

Quadro 7 - Valores médios ($\pm dp$) relativos aos resultados de CMJ e SJ em cada momento.

	M1	M2	M3	M4	Média Global
CMJ (cm)	38,51 $\pm$ 1,59	39,06 $\pm$ 1,54	39,50 $\pm$ 1,52	37,60 $\pm$ 1,73	38,67 $\pm$ 0,78
SJ (cm)	38,51 $\pm$ 2,05	39,10 $\pm$ 1,60	38,22 $\pm$ 1,76	37,71 $\pm$ 2,24	38,39 $\pm$ 0,93

Observando os resultados dos testes estatísticos de comparação de médias, percebe-se que em nenhuma das variáveis analisadas se encontram diferenças significativas entre os diferentes momentos [CMJ: $F(3, 27)=1,78$, $p=0,174$; SJ: $F(3, 27)=0,98$ $p=0,415$].

O valor mais elevado do CMJ acontece no M3, neste mesmo momento foi quando a diferença entre os saltos foi superior. O melhor SJ acontece no M2 de avaliação. O pior resultado em ambos o salto acontece notavelmente no M4.

No que diz respeito, ao estudo das alterações que decorrem ao longo da época desportiva no LAn, foi novamente realizada uma análise descritiva e comparativa da amostra entre os diferentes momentos. O quadro 8 mostra-nos a média dos valores registados em todos esses momentos.

Quadro 8 - Valores médios ($\pm dp$) relativos aos resultados do LAn em cada momento.

	M1	M2	M3	M4	Média Global
LAn (m/s)	3,63 $\pm$ 0,07	3,76 $\pm$ 0,08	3,63 $\pm$ 0,06	3,71 $\pm$ 0,05	3,68 $\pm$ 0,03

À semelhança dos testes de impulsão vertical, verificou-se alterações nas médias do LAn ao longo dos momentos, porém sem relevância estatística $F(3, 27)=1,07$ $p=0,378$.

Apesar desse facto, observa-se uma melhoria no LAn do M1 para o M2 e uma perda do M2 para o M3, por neste último o valor médio ser igual ao M1. No M4 há novamente uma melhoria em relação ao M3.

6. DISCUSSÃO

6. Discussão

O futebol tem uma enorme dependência de diferentes variáveis onde as capacidades condicionais são indispensáveis. Neste sentido, a avaliação e controlo de treino no futebol desempenha um papel importante, não só para contextualizar a performance dos jogadores, como também pode devolver informações relevantes, que poderão ser úteis na tentativa de analisar possíveis alterações no rendimento e compreender quais as melhores estratégias a adotar (Curtis et al., 2019; Haugen & Seiler, 2015). Notando que a avaliação do desempenho técnico e tático deverá ser sempre prioritária, não se deve, no entanto, descartar a relevância da avaliação das componentes físicas. Compreende-se essa importância, observando os melhores jogadores e clubes a monitorizar as diferentes capacidades condicionais. Essa tendência explica-se, dado as necessidades físicas criadas pelo jogo.

Considerando que o objetivo deste estudo passa por observar durante a época as alterações em capacidades físicas que apresentam grande importância na modalidade, ao longo da sua realização pudemos constatar que as capacidades físicas avaliadas não demonstraram alterações significativas ao longo da época desportiva e apresentam em alguns casos relações negativas.

Consideramos importante compreender como ambas as capacidades condicionais avaliadas se relacionam entre si. Apesar de não haver um grande número de correlações estatisticamente significativas ($p > 0,05$) (quadro 4), iremos discutir as que consideramos mais relevantes.

Os resultados do presente estudo demonstram que em apenas um dos quatro momentos de avaliação existe uma relação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as medidas de força explosiva e de prestação aeróbia. Estas apresentam correlação negativa moderada (SJ: $p = 0,031$, coeficiente de Pearson = $-0,677$; CMJ: $p = 0,02$, coeficiente de Pearson = $-0,714$). As mesmas variáveis apresentam uma correlação igualmente negativa, embora com menor grau quando analisamos os dados de todas as avaliações de forma geral (SJ: $p = 0,004$, coeficiente de Pearson = $-0,446$; CMJ: $p = 0,002$, coeficiente de Pearson =

-0,468). Tendo em consideração que, tal como mencionado, em apenas um dos momentos se encontra correlação, consideramos mais relevante analisar os dados gerais.

A correlação negativa indica-nos que os jogadores que apresentam melhor prestação aeróbia são os que apresentam de uma forma geral pior capacidade de impulsão vertical e vice-versa. É importante notar que a relação de ambas as capacidades em jogadores de futebol profissionais não está bem estudada, mas sabe-se que, durante a pré-época, o treino concorrente tipicamente realizado poderá levar a melhorias de ambas capacidades, o que contraria os resultados do presente estudo (Silva et al., 2011; Wong et al., 2010). No entanto, reconhecemos que o tipo de treino adotado durante a época será determinante para manter o desenvolvimento das duas. Tendo em consideração que melhorias no CMJ poderão estar relacionadas com melhorias na capacidade de sprint (Wisløff et al., 2004) e na economia de corrida (Spurrs et al., 2003) consideramos que avaliar os efeitos do treino com vista à melhoria dos níveis de força explosiva poderá ser importante para monitorizar o desempenho físico dos jogadores. Neste sentido, surge a necessidade de mais estudos que deem a conhecer de que forma é que se pode treinar para que a melhoria na capacidade aeróbia possa estar relacionada de forma positiva com as melhorias na força explosiva dos membros inferiores.

O facto dos resultados apresentarem no geral uma correlação entre a prestação aeróbia e força explosiva negativa, poderá espelhar necessidades ao nível do treino físico, que permitissem um desenvolvimento de ambas as capacidades na medida em que cada jogador necessitasse mais. Não foi objetivo deste estudo analisar o desempenho dos jogadores em função da posição que ocupam, pois consideramos que a amostra não seria suficiente para fazer esta distinção. Contudo, sabe-se que consoante a posição, haverá necessidades físicas distintas, o que irá influenciar o desenvolvimento dessas em cada jogador (Di Salvo et al., 2007). Apesar de não ser possível com os dados obtidos analisar esse facto, é possível que alguns jogadores tenham desenvolvido certas capacidades com maior expressão devido às exigências em jogo. Não consideramos que essa correlação negativa seja desejável, dado as

caraterísticas da modalidade. Ambas as capacidades, tal como discutido anteriormente, serão determinantes para uma boa performance em campo. Seguindo esta linha de pensamento e sabendo que com o acumular de jogos e treinos ao longo da época a carga de trabalho será elevada (Bangsbo et al., 2006; Silva et al., 2018), o que poderá demonstrar a necessidade de realizar um treino individual no desenvolvimento das capacidades condicionais, para que o trabalho realizado vá ao encontro das necessidades dos atletas, tal como tem sido estudado (Slimani & Nikolaidis, 2019; Weldon et al., 2021).

Consideramos também que conhecer a relação ao longo da época, entre o tempo individual de jogo até cada momento de avaliação e as capacidades avaliadas poderá devolver informações importantes no que toca à análise da variação de performance física. Uma possível explicação para a notável falta de correlação entre os minutos individuais de jogo e o LAn, CMJ e SJ (quadro 8), pode dever-se ao facto de a amostra não só ser pequena como também não existir grande variação no que toca aos minutos individuais jogados. Alguns autores demonstram que existe uma relação positiva entre diferentes variáveis relacionadas com força e velocidade e o tempo individual jogado (Kraemer et al., 2004; Silva et al., 2011). O facto das equipas tipicamente realizarem treino complementar, para os jogadores que jogaram menos minutos em cada jogo, irá tornar difícil estudar esta relação combinando jogadores de equipas distintas. No entanto, consideramos importante analisar esta relação regularmente com as avaliações realizadas, para compreender a eficácia do treino complementar e procurar possíveis respostas caso se encontre alguma variação nas capacidades físicas entre diferentes momentos da época.

Os resultados obtidos na velocidade a que os jogadores atingiram o LAn (Quadro 9) vão ao encontro dos resultados obtidos por (Kalapotharakos et al., 2011) - Início de época: LAn=3,7 ± 0,14 m/s; Meio da época: LAn=3,8 ± 0,11 m/s- que avaliou 12 jogadores da primeira liga grega. No entanto, comparando com os obtidos por Casajús (2001), que avaliou 15 jogadores da primeira liga espanhola, tanto no M1 de avaliação (LAn=3,44 ± 0,42 m/s) como a meio da época (LAn=3,64 ± 0,39 m/s), os resultados do nosso estudo apresentam velocidades mais elevadas. Reconhecendo a evidência que as exigências físicas

no futebol têm evoluído, se observarmos o que aconteceu num período de mais de 40 anos em jogos do mundial, verificamos que aspetos como a velocidade da bola, densidade posicional dos jogadores, taxas de passe e intensidade de jogo aumentaram (Wallage & Norton, 2013). Um estudo que acompanhou durante 7 épocas os jogos da primeira liga inglesa, conclui que esse curto período de tempo foi suficiente para se notar diferenças em diversos parâmetros físicos, como uma intensidade de jogo superior (Barnes et al., 2014). A mesma conclusão foi obtida quando se acompanhou 8 épocas da primeira liga espanhola (Lago-Peñas et al., 2022). Deste modo, o facto de mais de 20 anos separarem o estudo realizado por (Casajús, 2001) e o nosso, poderá explicar o porquê de jogadores de nível bastante superior apresentarem resultados piores para o LAn. Numa investigação mais recente, que incluiu uma amostra de superior dimensão ($n = 100$), realizada na primeira liga grega, Mourtziapis et al. (2020) demonstram que jogadores que jogaram 60% dos jogos durante a época apresentam valores entre os 3,75 m/s e os 4,02 m/s. Num outro estudo, no mesmo campeonato, embora numa época distinta, valores semelhantes foram encontrados (3,74 - 4,00 m/s) (Bekris et al., 2019). O resultado médio obtido no nosso estudo encontra-se ligeiramente abaixo do limite inferior dos jogadores da primeira divisão grega. Isto seria expectável, visto que a amostra é composta por jogadores da terceira divisão portuguesa. Quando comparando com jogadores de campeonatos de nível superior, a diferença é mais notória, como observamos na investigação de Radzimiński et al. (2019) que incluía 23 jogadores que participavam na liga europa em que a média foi $LAn = 3,90 \pm 0,23$ m/s. Corroborando esse facto, uma diferença ainda maior é observada quando se compara com uma amostra de 136 jogadores da primeira e segunda liga alemã, que obtiveram resultados de $LAn = 4,08 \pm 0,33$ m/s (Altmann et al., 2019).

Quadro 9 - Valores médios ($\pm dp$) relativos aos resultados do LAn em cada momento, com os valores em m/s, min:s/km e km/h.

	M1	M2	M3	M4	Média Global
LAn (m/s)	$3,63 \pm 0,07$	$3,76 \pm 0,08$	$3,63 \pm 0,06$	$3,71 \pm 0,05$	$3,68 \pm 0,03$
LAn(min:seg/km)	$4:35 \pm 0,30$	$4:25 \pm 0,19$	$4:35 \pm 0,22$	$4:29 \pm 0,22$	$4:31 \pm 0,17$
LAn (km/h)	$13,07 \pm 0,23$	$13,54 \pm 0,28$	$13,08 \pm 0,22$	$13,35 \pm 0,16$	$13,26 \pm 0,11$

Os resultados obtidos indicam que não ocorreram alterações estatisticamente significativas ($p>0,05$) ao longo da época na função aeróbia. Na literatura podemos observar diferentes estudos que recorreram a métodos de avaliação distintos, mas que obtiveram a mesma conclusão: (i) teste de Yo-Yo (Aziz et al., 2006), (ii) determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$ avaliado diretamente em laboratório (Clark et al., 2008; Metaxas et al., 2006), (iii) avaliação do LAn ventilatório (Edwards et al., 2003) ou (iv) através do lactato sanguíneo em laboratório (Kalapotharakos et al., 2011). É de notar que não encontramos nenhum outro estudo onde se realizaram 4 momentos de avaliação durante a época desportiva.

Outros estudos obtiveram resultados menos coerentes, que variaram consoante as avaliações escolhidas e os momentos de avaliação, tal como observado no quadro 1 da revisão. Os artigos mais recentes foram os que realizaram avaliações mais completas da componente aeróbia em jogadores profissionais em 3 momentos distintos (Bekris et al., 2019; Mourtziapis et al., 2020). Ambos obtiveram resultados em concordância com o presente estudo em relação ao LAn na primeira metade da época. Não foram observadas alterações neste parâmetro do início para o meio da época, mas do meio para o final houve uma perda significativa, corroborando com estas conclusões ambos os estudos observaram resultados semelhantes na $\dot{V}O_2\text{max}$. Num outro estudo recorrendo ao teste Yo-Yo, Silva et al. (2011) observaram uma perda de prestação aeróbia no final da época.

No que toca a estas alterações nos parâmetros aeróbios ($\dot{V}O_2\text{max}$, LAn, $\dot{V}O_2\text{max}$), a literatura demonstra que o LAn é o que de forma mais comum apresenta variações, sejam estas melhorias do início para o meio da época (Casajús, 2001; Meckel et al., 2018) ou do início para o final da época (Bekris et al., 2019; Edwards et al., 2003; Mourtziapis et al., 2020). Estes estudos avaliam tanto o $\dot{V}O_2\text{max}$ como o LAn e vêm corroborar o facto do $\dot{V}O_2\text{max}$ como avaliação única em laboratório poder não fornecer dados sensíveis para avaliar as possíveis alterações durante a época.

Parece haver, ao longo de um jogo, o que Bangsbo (2014) define como fadiga temporária e que naturalmente em diferentes fases do jogo pode comprometer o desempenho da equipa. Os valores de lactato variam em média entre 2 - 10 mmol/l ao longo do jogo (Krustrup et al., 2006), o que reforça a importância de treinar o sistema aeróbio de forma a diminuir os níveis de produção láctica durante um jogo, tornando o jogador mais económico, e também de permitir uma remoção de lactato mais rápida e eficaz após situações de alta intensidade. Os autores Chmura e Nazar (2010) provam que passando as intensidades correspondentes ao LAn a taxa de fadiga psicomotora aumenta, o que poderá prejudicar no rendimento dos jogadores na eficiência de movimentos e tomadas de decisão. Portanto, qualquer alteração, ainda que ligeira e sem significado estatístico, poderá significar em alterações na capacidade de rendimento em campo.

É de notar que no M2 houve uma melhoria de menos 10 segundos por km no LAn, que em termos práticos se iria traduzir num esforço máximo de 10 km numa diferença de 1 min e 40 segundos. Apesar do esforço aeróbio em jogo não se expressar desta forma, dadas as características intermitentes da modalidade, esta diferença expressa um desempenho aeróbio bem distinto (Stølen et al., 2005). Deste modo estas diferenças podem indicar que, para as mesmas intensidades de jogo, o jogador poderá ser mais económico nas suas necessidades energéticas podendo ser capaz de manter níveis de intensidade superiores sem acumular tanta fadiga, o que significa que o atleta irá recorrer menos às reservas de glicogénio durante o jogo, o que parece ser um parâmetro importante para diminuir os níveis de fadiga (Bangsbo, 2014). No M3, a média regressou ao valor inicial, isto numa fase crítica da época onde a melhor capacidade de trabalho seria desejável. Não sendo objetivo deste estudo discutir como esta capacidade pode ser trabalhada ao longo da época, os dados obtidos mostram, a nosso ver, a importância da realização de avaliações frequentes, com o objetivo de vigiar perdas que possam acontecer em momentos críticos da época e que poderão traduzir numa pior prestação em campo. Diferentes autores mostram que é possível, durante a época, continuar a melhorar a prestação aeróbia (Iaia et al., 2009), permitindo aos jogadores continuarem a melhorar as

suas capacidades físicas, o que poderá ajudar à performance em jogo. Portanto, para melhor planejar e ajustar o trabalho feito em treino, monitorizar e avaliar frequentemente poderá ser importante. Os resultados do nosso estudo suportam de alguma forma esta ideia, uma vez que apesar de não apresentar uma diferença estatisticamente significativa houve uma perda numa fase crítica de campeonato.

A componente de força, em particular da força explosiva assume um papel importante no futebol. Para além desta componente estar diretamente ligada com ações determinantes em jogo (Bueno, 2010), está também relacionada com outras capacidades determinantes para ter bom desempenho na modalidade (Arnason et al., 2004). À semelhança dos níveis aeróbios avaliados no presente estudo, não se observaram alterações estatisticamente significativas ao longo da época desportiva. A literatura demonstra uma grande discrepância de resultados no que toca à variação desta capacidade.

Os resultados obtidos em ambos os saltos verticais (quadro 4) enquadram-se com alguns dos estudos que realizaram as mesmas avaliações. O CMJ é o teste mais realizado, tornando-o mais fácil de comparar com um maior número de dados. A média dos resultados obtidos nos 4 momentos: no que toca ao CMJ vai ao encontro ao reportado em jogadores que atuavam na primeira e segunda divisão da noruega (CMJ 1ºdivisão=39,0 ± 4,6; CMJ 2ºdivisão=38,8 ± 4,6) (Haugen et al., 2013), em estudos realizados em diferentes épocas (CMJ 1º divisão=38,1 ± 4,0) (Haugen, 2018). É notavelmente superior aos resultados obtidos na primeira divisão da Estónia no que toca ao SJ (SJ=32,3 ± 4,9) e semelhante no que toca ao CMJ (CMJ=37,3 ± 5,6) (Requena et al., 2009). Quando comparados com jogadores que atuavam em níveis muito superiores aos da nossa amostra, verificamos que existe diferença na capacidade de impulsão vertical. No estudo de Silva et al. (2011), com uma amostra de 18 jogadores que atuavam na primeira liga portuguesa, observaram um valor médio de 43,08cm no CMJ. Valores próximos foram conseguidos por uma amostra que compunha 289 jogadores que passaram pela primeira liga belga no que toca ao CMJ (CMJ=43,1 ± 4,9) e resultados também superiores aos registados neste estudo no que toca ao SJ (SJ=40,7 ± 4,6) (Boone et al., 2012).

Quando comparamos o comportamento dos resultados de ambos os testes de impulsão vertical ao longo da época, com estudos que tinham o mesmo objetivo, encontramos em alguns deles resultados semelhantes, sendo que a avaliação do CMJ é a mais frequente e onde tendencialmente se verifica uma ausência de variação significativa, seja entre o início e meio da época (Casajús, 2001) ou o meio e o final da época (Aziz et al., 2006; Clark et al., 2008; Haugen, 2018; Requena et al., 2017; Silva et al., 2011).

Contrariando as descobertas do presente estudo, embora com menos frequência, alguns autores mostram alterações ao longo da época desportiva. Seja uma evolução ao longo da primeira metade, quer apenas no CMJ (Aziz et al., 2006) quer no SJ como no CMJ (Mourtziapis et al., 2020). Exatamente o oposto é concluído por Silva et al. (2011). No entanto, os resultados que estes autores apresentaram no momento inicial da época são dos mais elevados que se encontra na literatura (CMJ=44,84 ± 4,5).

O tipo de treino realizado na pré-época foca-se em preparar os jogadores fisicamente para a época que se sucede (Jeong et al., 2011). É então um bom ponto de partida que o valor obtido no início da época esteja dentro dos parâmetros desejados para cada equipa/jogador. Tal como todas as capacidades físicas que influenciam a capacidade de performance da modalidade, é desejável que estas continuem progressivamente a evoluir, o que poderá proporcionar um melhor desempenho em campo. No entanto, a estrutura de treino que é adotada durante a época, poderá não permitir aos jogadores o efeito desejado, sendo que um treino específico é necessário para desenvolver certas capacidades, tal como a força explosiva (Jeong et al., 2011; Rønnestad et al., 2011). Monitorizar esta capacidade ao longo da época pode ser importante para a compreensão da eficácia do plano de treino adotado e até auxiliar na monitorização dos níveis de fadiga dos jogadores (Balsalobre-Fernández et al., 2014; Jimenez-Reyes & González-Badillo, 2011). Embora não represente uma diferença estatisticamente significativa, os nossos resultados apontam que no M4 é quando efetivamente o momento onde os resultados são piores. A mesma redução sem valor estatístico é encontrada em 4 dos 5 estudos que não

identificam diferenças entre o meio e final da época (Aziz et al., 2006; Clark et al., 2008; Requena et al., 2017; Silva et al., 2011).

A maior limitação neste trabalho foi obter uma amostra que permitisse tratar estatisticamente os dados com maior reprodutibilidade. Infelizmente, devido a situações de lesão e a saídas da equipa, não foi possível obter um maior número de jogadores presente em todos os momentos de avaliação. Consideramos, contudo, que os resultados apresentados podem ser relevantes, por compreender uma amostra que poderá não estar bem representada na literatura. Visto que os treinadores e técnicos da modalidade deverão basear os seus objetivos e definir estratégias, tendo em consideração o contexto em que se encontram, é importante seguirem linhas orientadoras que vão ao encontro da realidade onde atuam. Portanto, é importante a realização de vários estudos em diferentes níveis de performance, pois as conclusões poderão variar entre cada.

7. CONCLUSÕES

7. Conclusões

As principais conclusões decorrentes da análise e discussão dos resultados deste estudo permitem sugerir que:

- i) Ao contrário do esperado, evidencia-se uma relação negativa entre a prestação aeróbia e a força explosiva dos membros inferiores.
- ii) A prática de futebol ao longo de uma época desportiva não parece ser capaz de induzir melhorias significativas nos níveis de prestação aeróbia, traduzida pelo LAn. Torna-se assim importante refletir na possibilidade de realizar treino complementar para a melhoria desta capacidade.
- iii) A prática de futebol ao longo de uma época desportiva não parece ser capaz de induzir melhorias significativas nos níveis de força explosiva de jogadores profissionais.
- iv) Os nossos resultados apontam para uma ausência de relação entre minutos individuais, tanto com a prestação aeróbia como para a força explosiva dos membros inferiores.

Jogadores da terceira divisão portuguesa apresentam resultados inferiores no teste de LAn, CMJ e SJ, quando comparado com jogadores de nível superior. No entanto, consideramos que seria interessante replicar este estudo no futuro com uma amostra de superior dimensão que permitisse analisar os resultados com um espetro mais alargado e que permitisse distinguir diferentes posições em campo. As conclusões obtidas através deste estudo sugerem que treinos complementares podem ser necessários para responder às necessidades físicas individuais de cada jogador.

8. BIBLIOGRAFIA

8. Bibliografia

- Abbott, W., & Clifford, T. (2021). The influence of muscle strength and aerobic fitness on functional recovery in professional soccer. *J Sports Med Phys Fitness*. doi:10.23736/s0022-4707.21.13401-2
- Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLOS ONE*, 14(8), e0220982. doi:10.1371/journal.pone.0220982
- Andrade, V., Kalva, C., Zagatto, A., Kaminagakura, E., Papoti, M., & Santiago, P. (2013). Influence of aerobic fitness in running anaerobic sprint test (RAST). *Motriz: Revista de Educação Física*, 19, 1-7. doi:10.1590/S1980-65742013000700002
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 27(8), 2134-2140. doi:10.1519/JSC.0b013e318279423e
- Andrzejewski, M., Konefał, M., Chmura, P., Kowalczyk, E., & Chmura, J. (2016). Match outcome and distances covered at various speeds in match play by elite German soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(3), 817-828. doi:10.1080/24748668.2016.11868930
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 36(2), 278-285. doi:10.1249/01.Mss.0000113478.92945.Ca
- Aziz, A. R., Newton, M., Tan, F., & Teh, K. C. (2006). Variation in fitness attributes of players during a competitive season in an Asian professional soccer league: a field-based investigation. *Asian Journal of Exercise and Sports Science*, 3, 40-45.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., & del Campo-Vecino, J. (2014). Relationships between Training Load, Salivary Cortisol Responses and Performance during Season Training in Middle and Long Distance Runners. *PLOS ONE*, 9(8), e106066. doi:10.1371/journal.pone.0106066
- Balsom, P. (1994). Evaluation of physical performance. In B. Ekblom (Ed.), *Football (soccer)* (Vol. 1, pp. 102-123). London: Blackwell: Blackwell Scientific Publications Oxford.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, 619, 1-155.

- Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1-6.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*, 38(1), 37-51. doi:10.2165/00007256-200838010-00004
- Bangsbo, J., & Lindquist, F. (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med*, 13(2), 125-132. doi:10.1055/s-2007-1021243
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*.24(7):665-74. *Journal of sports sciences*, 24, 665-674. doi:10.1080/02640410500482529
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate Anaerobic Test An Update on Methodology, Reliability and Validity. *Sports Medicine*, 4(6), 381-394. doi:10.2165/00007256-198704060-00001
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International journal of sports medicine*, 35(13), 1095-1100.
- Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2015). Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 8. doi:10.1186/s40798-015-0007-y
- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* (1985), 60(6), 2020-2027. doi:10.1152/jappl.1986.60.6.2020
- Bekris, E., Mylonis, E., Gissis, I., Katis, A., Metaxas, T., Komsis, S., & Kompodietas, N. (2019). Variation of aerobic performance indices of professional elite soccer players during the annual macrocycle. *J Sports Med Phys Fitness*, 59(10), 1628-1634. doi:10.23736/s0022-4707.19.09800-1
- Beneke, R. (1995). Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. *Med Sci Sports Exerc*, 27(6), 863-867.
- Bentley, D. J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Med*, 37(7), 575-586. doi:10.2165/00007256-200737070-00002
- Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J., & Turner, A. (2021). Jumping Asymmetries Are Associated With Speed, Change of Direction Speed, and Jump

- Performance in Elite Academy Soccer Players. *J Strength Cond Res*, 35(7), 1841-1847. doi:10.1519/jsc.0000000000003058
- Bishop, D., & Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *Eur J Appl Physiol*, 97(4), 373-379. doi:10.1007/s00421-006-0182-0
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *Journal of sports science & medicine*, 6(1), 63-70.
- Bogdanis, G., Papaspyrou, A., Souglis, A., Theos, A., Sotiropoulos, A., & Maridaki, M. (2007). *Effects of a Hypertrophy and a maximal strength training programme on speed, force and power of soccer players.*
- Bogdanis, G. C., Papaspyrou, A., Souglis, A. G., Theos, A., Sotiropoulos, A., & Maridaki, M. (2011). Effects of two different half-squat training programs on fatigue during repeated cycling sprints in soccer players. *J Strength Cond Res*, 25(7), 1849-1856. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e83a1e
- Bok, D., & Foster, C. (2021). Applicability of Field Aerobic Fitness Tests in Soccer: Which One to Choose? *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(3), 69.
- Boone, J., Vaeyens, R., Steyaert, A., Vanden Bossche, L., & Bourgois, J. (2012). Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2051-2057. doi:10.1519/JSC.0b013e318239f84f
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282. doi:10.1007/BF00422166
- Bosquet, L., Léger, L., & Legros, P. (2000). Les méthodes de détermination de l'endurance aérobie. *Science & Sports*, 15(2), 55-73. doi:https://doi.org/10.1016/S0765-1597(00)88967-4
- Bradley, P., & Noakes, T. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: Indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of sports sciences*, 31. doi:10.1080/02640414.2013.796062
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 27(2), 159-168. doi:10.1080/02640410802512775
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Med*, 38(12), 1045-1063. doi:10.2165/00007256-200838120-00007

- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res*, 22(2), 365-374. doi:10.1519/JSC.0b013e3181635b2e
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010a). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *J Strength Cond Res*, 24(10), 2715-2722. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bf0223
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010b). Match running performance and fitness in youth soccer. *Int J Sports Med*, 31(11), 818-825. doi:10.1055/s-0030-1262838
- Buchheit, M., Samozino, P., Glynn, J. A., Michael, B. S., Al Haddad, H., Mendez-Villanueva, A., & Morin, J. B. (2014). Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *J Sports Sci*, 32(20), 1906-1913. doi:10.1080/02640414.2014.965191
- Bueno, J. (2010). Observational analysis of jumping and landing techniques in elite male soccer players. *Master's thesis, University of Pablo de Olavide, Sevilla, Spain.*
- Carling, C., & Dupont, G. (2011). Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? *J Sports Sci*, 29(1), 63-71. doi:10.1080/02640414.2010.521945
- Casajús, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(4), 463-469.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chamari, K., Carlomagno, D., & Rampinini, E. (2006). Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. *J Strength Cond Res*, 20(2), 320-325. doi:10.1519/r-18065.1
- Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., & Wisløff, U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *Br J Sports Med*, 39(1), 24-28. doi:10.1136/bjsm.2003.009985
- Cheng, K. B., Wang, C. H., Chen, H. C., Wu, C. D., & Chiu, H. T. (2008). The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance-a simulation study. *J Biomech*, 41(9), 1847-1854. doi:10.1016/j.jbiomech.2008.04.004
- Chmura, J., & Nazar, K. (2010). Parallel changes in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) and threshold of psychomotor performance deterioration

- during incremental exercise after training in athletes. *Int J Psychophysiol*, 75(3), 287-290. doi:10.1016/j.ijpsycho.2009.12.011
- Clark, N. A., Edwards, A. M., Morton, R. H., & Butterly, R. J. (2008). Season-to-Season Variations of Physiological Fitness Within a Squad of Professional Male Soccer Players. *Journal of sports science & medicine*, 7(1), 157-165.
- Colaço, P. J. (2007). *Avaliação da prestação aeróbia e anaeróbia em corredores de meio-fundo e fundo*. Dissertação de Doutoramento apresentada a Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med*, 22(1), 45-51. doi:10.1055/s-2001-11331
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res*, 19(2), 349-357. doi:10.1519/14323.1
- Curtis, R., Benjamin, C., Huggins, R., & Casa, D. J. (2019). *Elite Soccer Players Maximizing Performance and Safety* (1 ed.): Routledge.
- Dalen, T., Lorås, H., Hjelde, G. H., Kjøsnes, T. N., & Wisløff, U. (2019). Accelerations - a new approach to quantify physical performance decline in male elite soccer? *Eur J Sport Sci*, 19(8), 1015-1023. doi:10.1080/17461391.2019.1566403
- Daniels, J. T. (1985). A physiologist's view of running economy. *Med Sci Sports Exerc*, 17(3), 332-338.
- Delecluse, C., Coppenolle, H., Willems, E., Diels, R., Goris, M., Leemputte, M., & Vuylsteke, M. (1995). Analysis of 100 meter sprint performance as a multidimensional skill. *Journal of human movement studies*, 28(2), 87-101.
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G. N., & Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59. doi:10.1080/17461391.2010.481334
- Denadai, B. S., Gomide, E. B., & Greco, C. C. (2005). The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. *J Strength Cond Res*, 19(2), 364-368. doi:10.1519/1533-4287(2005)19[364:Trboob]2.0.Co;2
- Di Mascio, M., & Bradley, P. S. (2013). Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *J Strength Cond Res*, 27(4), 909-915. doi:10.1519/JSC.0b013e31825ff099

- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*, 28(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, 30(3), 205-212. doi:10.1055/s-0028-1105950
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and Energetic Demand of Soccer: A Brief Review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(3), 70-77. doi:10.1519/ssc.0000000000000533
- Drust, B., Reilly, T., & Cable, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *J Sports Sci*, 18(11), 885-892. doi:10.1080/026404100750017814
- Dupont, G., & McCall, A. (2016). Targeted Systems of the Body for Training. In Soccer Science *Human Kinetics*, 221-245.
- Edwards, A. M., Clark, N., & Macfadyen, A. M. (2003). Lactate and Ventilatory Thresholds Reflect the Training Status of Professional Soccer Players Where Maximum Aerobic Power is Unchanged. *Journal of sports science & medicine*, 2(1), 23-29.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate Threshold Concepts. *Sports Medicine*, 39, 469-490. doi:10.2165/00007256-200939060-00003
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*, 30(7), 625-631. doi:10.1080/02640414.2012.665940
- Foran, B. (2001). *High-performance Sports Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Foster, C., & Lucia, A. (2007). Running Economy. *Sports Medicine*, 37(4), 316-319. doi:10.2165/00007256-200737040-00011
- Ghosh, A. K. (2004). Anaerobic threshold: its concept and role in endurance sport. *Malays J Med Sci*, 11(1), 24-36.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med*, 41(8), 673-694. doi:10.2165/11590550-000000000-00000
- Guppy, S., Lake, J., Kotani, Y., Latella, C., Cochrane Wilkie, J., Kendall, K., & Haff, G. (2020). *The Concurrent Validity of a Portable Bilateral Jump Mat to Estimate Countermovement and Squat Jump Performance*.

- Haugen, T. (2018). Soccer seasonal variations in sprint mechanical properties and vertical jump performance. *Kinesiology*, 50, 102-108.
- Haugen, T., & Seiler, S. (2015). Physical and Physiological Testing of Soccer Players: Why, What and How should we Measure? *Sportscience*, 19, 10-26.
- Haugen, T., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(3), 432-441. doi:10.1123/ijsp.2013-0121
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(2), 148-156. doi:10.1123/ijsp.8.2.148
- Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R., & Hollmann, W. (1985). Justification of the 4-mmol/l Lactate Threshold. *Int J Sports Med*, 06(03), 117-130.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1925-1931. doi:10.1097/00005768-200111000-00019
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582. doi:10.1080/02640410400021252
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med*, 34(3), 165-180. doi:10.2165/00007256-200434030-00003
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med*, 36(3), 218-221. doi:10.1136/bjbm.36.3.218
- Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-Intensity Training in Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291-306. doi:10.1123/ijsp.4.3.291
- IFAP. (2021). *Laws of the Game* 21/22.
- Ingebrigtsen, J., Brochmann, M., Castagna, C., Bradley, P. S., Ade, J., Krustup, P., & Holtermann, A. (2014). Relationships between field performance tests in high-level soccer players. *J Strength Cond Res*, 28(4), 942-949. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1f861
- Jazvin, A., Palić, A., Ademović, A., & Skender, N. (2021). Correlation between sprint, agility and vertical jump of elite soccer players. *XXI*, 229-233.
- Jeong, T.-S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S.-W., & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of “pre-season” and one week of “in-season”

- training in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1161-1166. doi:10.1080/02640414.2011.583671
- Jimenez-Reyes, P., & González-Badillo, J. (2011). Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. 6.
- Kalapotharakos, V. I., Ziogas, G., & Tokmakidis, S. P. (2011). Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. *J Strength Cond Res*, 25(6), 1502-1507. doi:10.1519/JSC.0b013e3181da85a9
- Kannekens, R., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2009). Tactical skills of world-class youth soccer teams. *J Sports Sci*, 27(8), 807-812. doi:10.1080/02640410902894339
- Karlsson, J., & Jacobs, I. (1982). Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a threshold concept. *International Journal of Sports Medicine*, 3(04), 190-201.
- Karsten, B., Stevens, L., Colpus, M., Larumbe-Zabala, E., & Naclerio, F. (2016). The Effects of Sport-Specific Maximal Strength and Conditioning Training on Critical Velocity, Anaerobic Running Distance, and 5-km Race Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 80-85. doi:10.1123/ijsp.2014-0559
- Keith, S. P., Jacobs, I., & McLellan, T. M. (1992). Adaptations to training at the individual anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(4), 316-323. doi:10.1007/BF00868134
- Kenny, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2019). *Physiology of Sport and Exercise*: Human Kinetics Publishers.
- Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Häkkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., Putukian, M., Newton, R. U., Rubin, M. R., Gómez, A. L., Vescovi, J. D., Ratamess, N. A., Fleck, S. J., Lynch, J. M., & Knuttgen, H. G. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *J Strength Cond Res*, 18(1), 121-128. doi:10.1519/1533-4287(2004)018<0121:ciepah>2.0.co;2
- Krishnan, A., Sharma, D., Bhatt, M., Dixit, A., & Pradeep, P. (2017). Comparison between Standing Broad Jump test and Wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen. *Med J Armed Forces India*, 73(2), 140-145. doi:10.1016/j.mjafi.2016.11.003

- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med Sci Sports Exerc*, 37(7), 1242-1248. doi:10.1249/01.mss.0000170062.73981.94
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 38(6), 1165-1174. doi:10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd
- Lago-Peñas, C., Lorenzo-Martinez, M., López-Del Campo, R., Resta, R., & Rey, E. (2022). Evolution of physical and technical parameters in the Spanish LaLiga 2012-2019. *Science & medicine in football*, 1-6. doi:10.1080/24733938.2022.2049980
- Lee, J., & Zhang, X.-L. (2021). Physiological determinants of VO₂max and the methods to evaluate it: A critical review. *Science & Sports*.
- Léger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. *Can J Appl Sport Sci*, 5(2), 77-84.
- Link, D., & Hoernig, M. (2017). Individual ball possession in soccer. *PLOS ONE*, 12(7), e0179953. doi:10.1371/journal.pone.0179953
- Linke, D., Weber, H., & Lames, M. (2018). Decline in Match Running Performance in Football is affected by an Increase in Game Interruptions. *J Sports Sci Med*, 17(4), 662-667.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 19(1), 76-78. doi:10.1519/14253.1
- Lockie, R. (2014). Contribution of leg power to multidirectional speed in field sport athletes. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22, 16-24.
- López-Segovia, M., Dellal, A., Chamari, K., & González-Badillo, J. J. (2014). Importance of muscle power variables in repeated and single sprint performance in soccer players. *J Hum Kinet*, 40, 201-211. doi:10.2478/hukin-2014-0022
- López-Segovia, M., Marques, M. C., van den Tillaar, R., & González-Badillo, J. J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *J Hum Kinet*, 30, 135-144. doi:10.2478/v10078-011-0081-2
- Macdougall, J. D., Wenger, H. A., & Green, H. J. (1993). Physiological testing of the high-performance athlete. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 305.

- Mader, A. (1976). *Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor* (Vol. 27).
- Magal, M., Smith, R. T., Dyer, J. J., & Hoffman, J. R. (2009). Seasonal variation in physical performance-related variables in male NCAA Division III soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2555-2559. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b3ddbf
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res*, 18(3), 551-555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:Rafvos>2.0.Co;2
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res*, 23(6), 1633-1636. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa
- Meckel, Y., Doron, O., Eliakim, E., & Eliakim, A. (2018). Seasonal Variations in Physical Fitness and Performance Indices of Elite Soccer Players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(1), 14. doi:10.3390/sports6010014
- Meckel, Y., Einy, A., Gottlieb, R., & Eliakim, A. (2014). Repeated sprint ability in young soccer players at different game stages. *J Strength Cond Res*, 28(9), 2578-2584. doi:10.1519/jsc.0000000000000383
- Metaxas, T., Sendelides, T., Koutlianos, N., & Mandroukas, K. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 520-525.
- Milioni, F., Zagatto, A. M., Barbieri, R. A., Andrade, V. L., Dos Santos, J. W., Gobatto, C. A., da Silva, A. S., Santiago, P. R., & Papoti, M. (2017). Energy Systems Contribution in the Running-based Anaerobic Sprint Test. *Int J Sports Med*, 38(3), 226-232. doi:10.1055/s-0042-117722
- Miller, T. A. (2012). *NSCA's Guide to Tests and Assessments*: Human Kinetics.
- Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Aerobic fitness and game performance indicators in professional football players; playing position specifics and associations. *Heliyon*, 6. doi:10.1016/j.heliyon.2020.e05427
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21(7), 519-528. doi:10.1080/0264041031000071182
- Mourtziapis, A., Alexopoulos, P., Panoutsopoulos, G., Kipreos, G., Kaprinis, S., & Dedes, V. (2020). Physiological profile of Greek elite soccer players. 201-207.

- Murtagh, C. F., Vanrenterghem, J., O'Boyle, A., Morgans, R., Drust, B., & Erskine, R. M. (2017). Unilateral jumps in different directions: a novel assessment of soccer-associated power? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(11), 1018-1023. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.016>
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer. *Sports Medicine*, 42(12), 997-1015. doi:10.1007/BF03262308
- Paavolainen, L. M., Nummela, A. T., & Rusko, H. K. (1999). Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of 5-km running performance. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 124-130. doi:10.1097/00005768-199901000-00020
- Parpa, K., & Michaelides, M. (2021). Parpa, K and Michaelides M. (2021). Anthropometric characteristics and aerobic performance of professional soccer players based on playing position and age. *Human Movement*. doi:10.5114/hm.2022.110124
- Paul, D. J., & Nassis, G. P. (2015). Testing strength and power in soccer players: the application of conventional and traditional methods of assessment. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1748-1758. doi:10.1519/jsc.0000000000000807
- Pereira, M. I. R., & Gomes, P. S. C. (2003). Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9, 325-335.
- Pons, E., Ponce-Bordón, J. C., Díaz-García, J., López Del Campo, R., Resta, R., Peirau, X., & García-Calvo, T. (2021). A Longitudinal Exploration of Match Running Performance during a Football Match in the Spanish La Liga: A Four-Season Study. *Int J Environ Res Public Health*, 18(3). doi:10.3390/ijerph18031133
- Powers, S., & Howley, E. (2017). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. : McGraw Hill.
- Radzimiński, Ł., Szwarc, A., Padrón Cabo, A., & Jastrzębski, Z. (2019). Correlations between body composition, aerobic capacity, speed and distance covered among professional soccer players during official matches. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 60. doi:10.23736/S0022-4707.19.09979-1
- Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *J Sports Sci*, 21(11), 933-942. doi:10.1080/0264041031000140428

- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*, 28(12), 1018-1024. doi:10.1055/s-2007-965158
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport*, 12(1), 227-233. doi:10.1016/j.jsams.2007.10.002
- Rampinini, E., Sassi, A., Azzalin, A., Castagna, C., Menaspà, P., Carlomagno, D., & Impellizzeri, F. M. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 108(2), 401-409. doi:10.1007/s00421-009-1221-4
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krstrup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *Eur J Sport Sci*, 14 Suppl 1, S148-156. doi:10.1080/17461391.2012.664171
- Redkva, P. E., Paes, M. R., Fernandez, R., & da-Silva, S. G. (2018). Correlation between Match Performance and Field Tests in Professional Soccer Players. *J Hum Kinet*, 62, 213-219. doi:10.1515/hukin-2017-0171
- Requena, B., García, I., Suárez-Arrones, L., Sáez de Villarreal, E., Naranjo Orellana, J., & Santalla, A. (2017). Off-Season Effects on Functional Performance, Body Composition, and Blood Parameters in Top-Level Professional Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 939-946. doi:10.1519/jsc.0000000000001568
- Requena, B., González-Badillo, J. J., de Villareal, E. S., Erelina, J., García, I., Gapeyeva, H., & Pääsuke, M. (2009). Functional performance, maximal strength, and power characteristics in isometric and dynamic actions of lower extremities in soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(5), 1391-1401. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a4e88e
- Rey, E., Kalén, A., Lorenzo-Martínez, M., López-Del Campo, R., Nevado-Garrosa, F., & Lago-Peñas, C. (2020). Elite Soccer Players do Not Cover Less Distance in the Second Half of the Matches When Game Interruptions Are Considered. *J Strength Cond Res*, Publish Ahead of Print. doi:10.1519/jsc.0000000000003935
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(2), 162-169.

- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 22(3), 773-780. doi:10.1519/JSC.0b013e31816a5e86
- Rønnestad, B. R., Nymark, B. S., & Raastad, T. (2011). Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 25(10), 2653-2660. doi:10.1519/JSC.0b013e31822dcd96
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J. P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653-e699. doi:10.1161/cir.0000000000000461
- Saidi, K., Abderrahman, A. B., Hackney, A. C., Bideau, B., Zouita, S., Granacher, U., & Zouhal, H. (2021). Hematology, Hormones, Inflammation, and Muscle Damage in Elite and Professional Soccer Players: A Systematic Review with Implications for Exercise. *Sports Medicine*, 51(12), 2607-2627. doi:10.1007/s40279-021-01522-w
- Sayers, A. L., Sayers, B. E., & Binkley, H. M. (2008). Preseason Fitness Testing in National Collegiate Athletic Association Soccer. *Strength and Conditioning Journal*, 30, 70-75.
- Silva, J. R., Magalhães, J. F., Ascensão, A. A., Oliveira, E. M., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2011). Individual match playing time during the season affects fitness-related parameters of male professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 25(10), 2729-2739. doi:10.1519/JSC.0b013e31820da078
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open*, 1(1), 17. doi:10.1186/s40798-015-0006-z
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 48(3), 539-583. doi:10.1007/s40279-017-0798-8
- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and

- age group: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*, 59(1), 141-163. doi:10.23736/s0022-4707.17.07950-6
- Smpokos, E., Mourikis, C., & Linardakis, M. (2018). Seasonal physical performance of a professional team's football players in a national league and European matches. 2018, 13(4), 11. doi:10.14198/jhse.2018.134.01
- Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M., & Milanovic, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *J Strength Cond Res*, 23(7), 1947-1953. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b3e141
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., & Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur J Appl Physiol*, 89(1), 1-7. doi:10.1007/s00421-002-0741-y
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004
- Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1534-1539. doi:10.1519/jsc.0000000000001243
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *J Sports Sci*, 23(6), 601-618. doi:10.1080/02640410400021294
- Taskin, H. (2008). Evaluating sprinting ability, density of acceleration, and speed dribbling ability of professional soccer players with respect to their positions. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1481-1486. doi:10.1519/JSC.0b013e318181fd90
- Teixeira, J. E., Leal, M., Ferraz, R., Ribeiro, J., Cachada, J. M., Barbosa, T. M., Monteiro, A. M., & Forte, P. (2021). Effects of Match Location, Quality of Opposition and Match Outcome on Match Running Performance in a Portuguese Professional Football Team. *Entropy*, 23(8), 973.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med*, 31(1), 1-11. doi:10.2165/00007256-200131010-00001
- Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal Aerobic Power Characteristics of Male Professional Soccer Players, 1989–2012. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 323-329. doi:10.1123/ijsp.8.3.323
- Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-Specific Acceleration and Deceleration Profiles in Elite Youth and Senior Soccer Players. *J Strength Cond Res*, 32(4), 1114-1122. doi:10.1519/jsc.0000000000001918

- Vigne, G., Dellal, A., Gaudino, C., Chamari, K., Rogowski, I., Alloatti, G., Wong, P. D., Owen, A., & Hautier, C. (2013). Physical outcome in a successful Italian Serie A soccer team over three consecutive seasons. *J Strength Cond Res*, 27(5), 1400-1406. doi:10.1519/JSC.0b013e3182679382
- Wasserman, K., Whipp, B. J., Koil, S. N., & Beaver, W. L. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol*, 35(2), 236-243. doi:10.1152/jappl.1973.35.2.236
- Weldon, A., Duncan, M. J., Turner, A., Sampaio, J., Noon, M., Wong, D., & Lai, V. W. (2021). Contemporary practices of strength and conditioning coaches in professional soccer. *Biology of Sport*, 38(3), 377-390. doi:10.5114/biolsport.2021.99328
- Wells, C., Edwards, A., Winter, E., Fysh, M., & Drust, B. (2012). Sport-specific fitness testing differentiates professional from amateur soccer players where VO₂max and VO₂ kinetics do not. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 52(3), 245.
- Welsman, J., & Armstrong, N. (2019). Interpreting Aerobic Fitness in Youth: The Fallacy of Ratio Scaling. *Pediatr Exerc Sci*, 31(2), 184-190. doi:10.1123/pes.2018-0141
- West, J. (2018). A review of the key demands for a football goalkeeper. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1215-1222. doi:10.1177/1747954118787493
- Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J Appl Physiol* (1985), 89(5), 1991-1999. doi:10.1152/jappl.2000.89.5.1991
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38(3), 285-288. doi:10.1136/bjsm.2002.002071
- Wong del, P., Hjelde, G. H., Cheng, C. F., & Ngo, J. K. (2015). Use of the RSA/RCOD Index to Identify Training Priority in Soccer Players. *J Strength Cond Res*, 29(10), 2787-2793. doi:10.1519/jsc.0000000000000953
- Wong, P. L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(3), 653-660. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aa36a2

- Ziogas, G. G., Patras, K. N., Stergiou, N., & Georgoulis, A. D. (2011). Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *J Strength Cond Res*, 25(2), 414-419. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac3b9
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate Anaerobic Test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2598-2604. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b1b21b