U.PORTO
FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

# Perfil força-velocidade em jovens futebolistas

Arthur Pereira Ventura

Porto, 2024

# Perfil força-velocidade em jovens futebolistas

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 Filipe Almeida Viana Conceição

**Coorientador:** Professor Doutor Ricardo Jorge Pinto Fernandes

Arthur Pereira Ventura

Porto, 2024

Ficha de catalogação

Ventura, A. (2024). *Perfil força-velocidade em jovens futebolistas*. Porto: A. Ventura, Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: FUTEBOL; DESEMPENHO BALÍSTICO; POTÊNCIA; PERFIL INDIVIDUAL; APTIDÃO NEUROMUSCULAR.

# Agradecimentos

Desde que decidi aventurar-me em outro país comecei a achar que as coisas não seriam fáceis, mas tinha plena convicção de que cada conquista seria comemorada com a maior intensidade possível. Família, amigos, conhecidos… sempre pensei que esta fosse a ordem do contexto social da vida, contudo, quanto mais longe parece que estamos de casa, mais rápido esta ordem se inverte. Conhecidos viram amigos e amigos viram família.

Portugal me acolheu e me abraçou ao mesmo tempo que me calejou para que eu me tornasse um ser humano mais experiente, pois da forma como facilitou também dificultou o processo rumo ao amadurecimento pessoal e profissional. E aquilo que eu apenas achava lá no começo se tornou uma total certeza… não foi nada fácil. No entanto a minha convicção, como de costume, não costuma falhar, e de fato qualquer conquista parece ser a recarda necessária da nossa bateria interior. Acreditei no processo, venci a saudade da família, dos amigos, de casa… e hoje me encontro aqui a fazer os agradecimentos que tanto esperei.

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus que me deu o dom da vida para que eu pudesse estar aqui hoje. Agradeço também aos meus familiares e amigos que estão no Brasil e que sempre estiveram a me apoiar nas minhas escolhas. Aos meus amigos/familiares de Portugal, o meu mais profundo e sincero agradecimento, pois sem vocês eu não conseguiria me manter tão equilibrado emocionalmente. Agradeço também aos professores da FADEUP pelos ensinamentos prestados e, principalmente, aos professores Ricardo Fernandes e Filipe Conceição que me deram a oportunidade de ser seu orientando, quando achei que já estivesse tudo perdido. Um agradecimento especial também a um colega que virou um amigo, Léo, pois sem ele eu jamais conseguiria os dados para fazer esta dissertação e concluir esta etapa.

Não poderia deixar de separar um agradecimento especial e exclusivo para minha noiva, Eduarda Ribeiro, que com certeza foi o meu pilar, meu alicerce, minha base, meu mundo durante esta jornada. Foi ela que aguentou comigo todas as dificuldades emocionais, financeiras, profissionais, tudo. Sem ela com certeza nada do que estou vivendo agora seria possível. Eu te amo, Duda.

# Índice geral

Índice geral ..... VI

Índice de tabelas ..... VIII

Índice de figuras ..... X

Índice de anexos ..... XII

Resumo ..... XIV

Abstract ..... XVI

Lista de abreviaturas ..... XVIII

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO ..... 1

1. Introdução ..... 3

1.1 Objetivo geral ..... 7

1.2 Objetivos específicos ..... 7

CAPÍTULO II – MÉTODOS ..... 9

2. Métodos ..... 11

2.1 Participantes ..... 11

2.2 Instrumentos e procedimentos de coleta ..... 11

2.3 Análise estatística ..... 13

CAPÍTULO III - RESULTADOS ..... 15

3. Resultados ..... 17

CAPÍTULO IV - DISCUSSÃO ..... 22

4. Discussão ..... 24

CAPÍTULO V – CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 33

5. Conclusão e considerações finais ..... 35

CAPÍTULO VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 37

6. Referências bibliográficas ..... 39

CAPÍTULO VII - ANEXOS ..... 48

7. Anexos ..... 50

# Índice de tabelas

Tabela 1. Caracterização da amostra e variáveis de desempenho do perfil força-velocidade.....17

Tabela 2. Estatística descritiva (média ± DP) para as variáveis de FVimb, Pmáx e salto. F e p-valor para efeito do nível competitivo……..……....20

Tabela 3. Estatística descritiva (média ± DP) para as variáveis de FVimb, Pmáx e salto. F e p-valor para efeito da posição……..……..20

Tabela 4. Categoria do FVimb e proporções das cargas de treinamento.....29

# Índice de figuras

Figura 1. Perfil vertical de força-velocidade de 3 futebolistas obtidos no salto com contramovimento em diferentes cargas.……..…….……....17

Figura 2. Distribuição relativa ao déficit categorizado pelo FVimb.....19

# Índice de anexos

Anexo 1. Perfil f-v de jogadores com alto déficit de força.....50

Anexo 2. Perfil f-v de jogadores com baixo déficit de força…….51

Anexo 3. Perfil f-v de jogadores equilibrados.....52

Anexo 4. Perfil f-v de jogadores com baixo déficit de velocidade……52

# Resumo

A presente dissertação teve como objetivo analisar o perfil força-velocidade (f-v) de jovens futebolistas e comparar as variáveis de desempenho entre diferentes posições e níveis competitivos. Um total de 38 futebolistas do sexo masculino (idade 17,08 ± 0,94 anos; peso 69,08 ± 7,02 kg; estatura 1,77 ± 0,06 metros) de uma equipa registada na Federação Portuguesa de Futebol participaram do estudo. Os participantes realizaram saltos com contramovimento (CMJ) com múltiplas cargas relativas à sua massa corporal, para identificar o seu perfil força-velocidade real e ideal (ou seja, $F_0$, $V_0$, Sfv, Sfvopt, FVimb e Pmáx). Os resultados globais baseados nos parâmetros do espectro força-velocidade mostraram que, de todos os sujeitos analisados, 26% apresentam um elevado déficit de força, 50% apresentam um baixo déficit de força, 3% apresentam um baixo déficit de velocidade e 21% apresentam um equilíbrio da relação f-v. Em relação a comparação entre os diferentes níveis competitivos, a análise estatística demonstrou que, para as principais variáveis de desempenho do perfil f-v, os jogadores que disputam a 1ª divisão nacional apresentam um FVimb mais equilibrado (83,05 ± 20,34) do que os jogadores da 2ª divisão nacional (62,94 ± 21,28), no entanto, tem uma Pmáx mais baixa (26,95 ± 4,17 vs 31,54 ± 6,45, respectivamente). Quando comparadas as diferentes posições, a ANOVA mostrou que os avançados apresentam um FVimb mais equilibrado (84,64 ± 13,46) do que os médios (58,70 ± 21,31), ao passo em que a variável Pmáx apresenta menores valores (25,11 ± 3,59 vs 32,05 ± 5,57, respectivamente), não havendo diferenças para as restantes posições. Embora tenham sido encontradas diferenças para as variáveis FVimb e Pmáx, não foi encontrada qualquer diferença para variável de desempenho balístico (salto vertical) em ambas as comparações (nível ou posição). Os resultados apresentados nesta dissertação podem servir de contributo teórico para treinadores e preparadores físicos de futebol, não como forma de comparação entre níveis ou posições, mas sim para uma melhor compreensão dos parâmetros neuromusculares individuais de cada atleta que podem maximizar o seu desempenho balístico no jogo, nomeadamente, o salto vertical.



**Palavras-chave:** FUTEBOL; DESEMPENHO BALÍSTICO; POTÊNCIA; PERFIL INDIVIDUAL; APTIDÃO NEUROMUSCULAR.

# Abstract

The present dissertation aimed to analyze the force-velocity (f-v) profile of young soccer players and compare performance variables between different positions and competitive levels. A total of 38 male soccer players (age 17.08 ± 0.94 years; weight 69.08 ± 7.02 kg; height 1.77 ± 0.06 meters) from a team registered with the Portuguese Football Federation participated in the study. Participants performed countermovement jumps (CMJ) with multiple loads related to their body mass, to identify their actual and ideal force-velocity profile (i.e., $F_0$, $V_0$, Sfv, Sfvopt, FVimb, and Pmax). The overall results based on the force-velocity spectrum parameters showed that, of all the subjects analyzed, 26% present a high force deficit, 50% present a low force deficit, 3% present a low velocity deficit and 21% present a well-balanced f-v relationship. Regarding the comparison between the different competitive levels, the statistical analysis demonstrated that, for the main performance variables of the f-v profile, players competing in the 1st national division present a more balanced FVimb (83.05 ± 20.34) than players in the 2nd national division (62.94 ± 21.28), however, they have a lower Pmax (26.95 ± 4.17 vs 31.54 ± 6.45, respectively). When comparing the different positions, the ANOVA showed that forwards present a more balanced FVimb (84.64 ± 13.46) than midfielders (58.70 ± 21.31), while the Pmax variable presents lower values (25.11 ± 3.59 vs 32.05 ± 5.57, respectively), with no differences for the remaining positions. Although there were differences for the FVimb and Pmax variables, no difference was found for the ballistic performance variable (vertical jump) in both comparisons (level or position). The results presented in this dissertation can serve as a theoretical contribution for soccer coaches and strength and conditioning coaches, not as a way of comparing levels or positions, but rather for a better understanding of the individual neuromuscular limitations of each athlete that can maximize their ballistic performance in the game, namely, the vertical jump.



**Keywords:** FOOTBALL; BALLISTIC PERFORMANCE; POWER; INDIVIDUAL PROFILE; NEUROMUSCULAR READINESS.

# Lista de abreviaturas

A = Avançados

ADF = Alto déficit de força

ADV = Alto déficit de velocidade

BDF = Baixo déficit de força

BDV = Baixo déficit de velocidade

CMJ = Salto com contramovimento

D = Defesa

EQL = Equilibrado

ES = Tamanho do efeito

$F_0$ = Força concêntrica máxima produzida pelos membros inferiores

FCmáx = Frequência cardíaca máxima

FIFA = Federação internacional de futebol

f-v = Força-velocidade

FVimb = Magnitude da diferença relativa entre Sfv e Sfvopt

GPS = Sistema de posicionamento global

GR = Guarda redes

M = Médios

Pmáx = Potência máxima

Sfv = Inclinação linear real da relação força-velocidade

Sfvopt = Inclinação linear ideal da relação força-velocidade

SJ = Salto sem contramovimento

$V_0$ = Velocidade máxima de extensão produzida pelos membros inferiores

$VO_2$máx = Consumo máximo de oxigênio

# CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

# 1. Introdução

O futebol é um desporto coletivo com sistema de pontuação reduzida quando comparado a outros desportos, o que aumenta o nível de imprevisibilidade do seu desfecho independentemente do nível competitivo das equipas (Reverdito & Scaglia, 2017). Fato curioso é que o futebol é o único desporto coletivo em que os jogadores executam a maioria das ações técnicas com os mesmos membros em que percorrem o terreno do jogo. Sendo assim, faz-se importante analisar o comportamento dos jogadores para uma melhor compreensão do jogo, visto que seu desempenho pode ser o resultado da interação de diversos fatores, como fatores técnicos, táticos, psicológicos e físicos (Drust, Atkinson & Reilly, 2007; Carling et al., 2008).

Grande parte dos estudos encontrados na literatura buscam descrever o perfil de atividade dos jogadores (Sarmento et al., 2014), dos quais alguns pesquisadores investigam a relação entre o seu perfil de atividade física com a frequência e o sucesso das ações do jogo, como por exemplo, envolvimento com a bola, dribles, passes certos e finalizações, em diferentes níveis competitivos (Hughes & Franks, 2005; Rampinini et al., 2009; Bradley et al., 2010; Lago-Ballesteros & Lago-Peñas, 2010). Logo, a análise de desempenho se tornou um fator determinante para perceber quais as características físicas podem estar associadas ao sucesso no jogo.

Como desporto coletivo, o futebol possui características intermitentes, o que exige uma alta capacidade de interação entre os sistemas energéticos para suportar a demanda física do jogo (Dolci et al., 2018). Desde que a Federação Internacional de Futebol (FIFA) alterou suas regras para permitir o uso de equipamentos eletrônicos para fins de análise de desempenho (Pons et al., 2019), a tecnologia de sistema de posicionamento global (GPS) tornou-se imprescindível e regularmente utilizada nas últimas décadas, o que passou a ser um meio comum e confiável para avaliar a demanda física de desportos coletivos como o futebol, mostrando-se válido para mensurar os movimentos e ações dos jogadores em momentos decisivos do jogo (Coutts & Duffield, 2010; Gray et al., 2010; Jennings et al., 2010).

O investimento e a utilização de dispositivos cada vez mais tecnológicos em busca de uma melhor compreensão da distância percorrida e da intensidade das ações durante o jogo, sugere que a condicionante física é extremamente importante para um bom desempenho dos jogadores, tendo em vista que, durante 90 minutos, estes são expostos a diversas ações de características aeróbias (Arrones et al., 2014; Clemente et al., 2019) e anaeróbias (Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003). A perceção do volume e da intensidade dessas ações durante o jogo podem resultar em melhores estratégias de treinamento para que os jogadores possam suportar e controlar esta demanda.

Do ponto de vista aeróbio, podemos afirmar que este sistema de produção energético é predominante, uma vez que em partidas oficiais de futebol os jogadores podem percorrer uma média de 10 quilómetros durante todo o jogo, com oscilações das faixas de intensidade que variam desde caminhada até *sprints* (Modric et al., 2019). Estas métricas percorridas implicam altíssimos valores do consumo máximo de oxigênio ($VO_2$máx) (~ 55 ml.kg.min.) e da frequência cardíaca máxima (FCmáx) (~ 87%) atingida pelos jogadores (Arrones et al., 2014; Clemente et al., 2019). Contudo, por mais que a maior parte do jogo exija um grande suporte do sistema aeróbio, já é de conhecimento da literatura que a maioria das ações curtas e de alta intensidade proveniente do sistema anaeróbio são constantemente solicitadas em momentos decisivos do jogo, como ultrapassar o adversário e criar oportunidades de golo (Andrzejewski et al., 2013; Barnes et al., 2014; Bush et al., 2015; Garcia et al., 2018).

Já é de conhecimento da literatura que um único jogador é capaz de executar 27 desarmes e 36 saltos durante uma partida de futebol (Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003). Estas ações provêm de movimentos balísticos que são fortemente influenciados por capacidades neuromusculares que requerem altos níveis de força, potência e velocidade (Cronin & Sleivert, 2005; Cormie et al., 2010). O desempenho balístico pode ser definido como a capacidade máxima do indivíduo acelerar a sua massa corporal dentro do menor tempo possível (Samozino et al., 2012), o que, do ponto de vista mecânico, está diretamente relacionado ao impulso resultante produzido no solo (Winter, 2005).

Embora diversos estudos destaquem a potência muscular como a principal variável relacionada ao desempenho balístico, existem outras capacidades neuromusculares que influenciam na capacidade mecânica máxima do atleta

(Cronin & Sleivert, 2005). Nos últimos anos, um novo paradigma apoia o facto de que, para além da potência máxima (Pmáx), o desempenho balístico também é influenciado por uma combinação individual da produção mecânica de força e velocidade subjacentes, mais conhecido como perfil força-velocidade (f-v) (Samozino et al., 2012, 2014; Morin & Samozino, 2016).

Ao considerar a relação f-v é possível obter uma representação mecânica mais precisa e integrativa do que seria a capacidade máxima do atleta, uma vez que esta relação envolve o espectro f-v como um todo, desde a força concêntrica máxima produzida pelos membros inferiores ($F_0$) até a velocidade máxima de extensão dos membros inferiores do atleta ($V_0$) durante o impulso balístico (Morin & Samozino, 2016). Para além disso, ao considerarmos apenas a Pmáx, é possível verificarmos valores de desempenho negativos em casos de desequilíbrio entre as capacidades de força e velocidade (Samozino et al., 2012).

Como já apresentado na literatura científica (Samozino et al., 2008, 2012, 2014), existe um perfil f-v ótimo para cada indivíduo capaz de otimizar o desempenho balístico, o qual representa o equilíbrio ideal para as capacidades de força e velocidade (Samozino et al., 2012, 2014). Com a avaliação do perfil f-v é possível determinar as principais variáveis de interesse para sua utilização prática (Morin & Samozino, 2016). Para além da Pmáx, $F_0$ e $V_0$ apresentados anteriormente, o desempenho da avaliação do perfil f-v também é determinado pela magnitude da diferença relativa (conhecida na literatura como *f-v imbalance* (FVimb)) entre a inclinação linear de f-v obtida pelo indivíduo (conhecida na literatura como *slope of the f-v curve* (Sfv)) e a inclinação linear ideal (conhecida na literatura como *slope of the f-v curve optimal* (Sfvopt)). Quanto maior é o FVimb, maior o desequilíbrio do indivíduo entre as capacidades de força e velocidade, sendo que quanto mais íngreme for a inclinação, maior o déficit de força e vice-versa (Morin & Samozino, 2016).

O perfil f-v pode ser determinado a partir de medições repetidas de saltos verticais SJ (salto sem contramovimento) ou CMJ (salto com contramovimento) com incremento uniforme de carga (Samozino et al., 2008, 2014; Jiménez-Reyes et al., 2017). Já o perfil f-v ideal pode ser calculado através de equações propostas em estudos anteriores com base em regressões lineares (Samozino et al., 2012, 2014). As medidas necessárias para determinar de forma correta o perfil f-v são: a massa corporal do indivíduo, o comprimento dos membros

inferiores em uma posição totalmente estendida, a altura inicial e a altura final do salto (Samozino et al., 2012, 2014). Os equipamentos de medida necessários podem ser quaisquer dispositivos que mensurem com precisão altura do salto, desde tapetes de salto, plataformas de força, até aplicações para telemóvel validadas na literatura cientifica (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Stanton et al., 2015).

As variáveis mecânicas oriundas do perfil f-v podem ser determinantes para o desempenho de movimentos balísticos no futebol, e são resultantes de mecanismos biomecânicos e fisiológicos envolvidos na produção de força e velocidade (Morin et al., 2019). Uma vez que já foi demonstrado em estudos anteriores que, no futebol, estes mecanismos podem se comportar de maneira diferente dependendo do nível competitivo (Jiménez-Reyes et al., 2018) e da posição do jogador (Ben Hassen et al., 2023), faz-se necessário analisar o perfil f-v individual de jovens futebolistas a fim de comparar as diferentes posições e os diferentes níveis competitivos (1ª ou 2ª divisão nacional). Além disso, os trabalhos anteriores que estudaram o perfil f-v em jogadores de futebol nestas mesmas condições utilizaram o SJ, ao contrário do nosso estudo que utilizou o CMJ para que a avaliação fosse realizada com movimentos de maior especificidade com o jogo.

O principal objetivo da presente dissertação é analisar o perfil força-velocidade de jovens jogadores de futebol. Após a análise individual, também será feita uma comparação entre diferentes posições e diferentes níveis competitivos. A hipótese deste estudo é de que os valores das variáveis de desempenho do perfil f-v dos jogadores sejam diferentes quando considerada a posição do jogador e seu nível competitivo. Em relação a comparação entre as posições táticas do jogo, a hipótese é de que posições mais envolvidas em ações curtas e de alta intensidade como avançados e jogadores de defesa (Andrzejewski, Chmura & Pluta, 2014; Adrzejewski et. al., 2017) tenham um desempenho superior do que médios e guarda redes. Para a comparação entre 1ª e 2ª divisão nacional, a hipótese é de que jogadores de 1ª divisão tenham um perfil mais equilibrado do que os jogadores de 2ª divisão, uma vez que jogadores de níveis mais elevados parecem exercer mais ações de alta intensidade durante o jogo (Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003).

## 1.1 Objetivo geral

Analisar o perfil força-velocidade vertical de jovens futebolistas que competem a nível nacional no futebol português.

## 1.2 Objetivos específicos

Comparar as principais variáveis de desempenho do espectro força-velocidade entre diferentes posições;

Comparar as principais variáveis de desempenho do espectro força-velocidade entre diferentes níveis competitivos (1ª vs 2ª divisão nacional).

# CAPÍTULO II – MÉTODOS

## 2. Métodos

O presente estudo utilizou um delineamento experimental transversal. Quanto a caracterização da pesquisa, trata-se de uma pesquisa descritiva uma vez que se procura identificar as características neuromusculares de jovens jogadores de futebol, federados na Federação Portuguesa de Futebol que disputam a 1ª e 2ª divisão nacional, com o intuito de gerar novos conhecimentos acerca da temática. O problema de pesquisa é tido como quantitativo, uma vez que os dados são quantificáveis para uma análise obtida através de procedimentos estatísticos (Prodanov & Freitas, 2013).

### 2.1 Participantes

Participaram do estudo 38 jogadores (idade 17,08 ± 0,94 anos; peso 69,08 ± 7,02 kg; estatura 1,77 ± 0,06 metros) de uma equipa registada na Federação Portuguesa de Futebol, dos quais vinte e dois pertencem ao escalão Sub-17 e dezesseis ao escalão Sub-19, que atualmente disputam os campeonatos nacionais da 1ª e 2ª divisão, respectivamente. Todos os jogadores estavam aptos para realizar a avaliação sem qualquer sintoma de lesão e já possuíam experiência com avaliações e treinamento de força. Os dados foram obtidos na segunda metade da época desportiva e os jogadores foram avaliados dentro das instalações do clube. Os jogadores foram categorizados em quatro posições: Guarda-redes (GR = 3); Defesa (D = 14); Médios (M = 10); Avançados (A = 11).

### 2.2 Instrumentos e procedimentos de coleta

As avaliações antropométricas já haviam sido previamente realizadas pelo departamento de nutrição do clube. Os dados da avaliação feita para determinar o perfil força-velocidade vertical foram obtidos através de saltos com contramovimento (CMJ) medidos pelo equipamento ergo jump (Globus Ergotester®, Itália). Os testes foram realizados em duas sessões de coleta, conforme a disponibilidade do clube, entre o horário das 14 às 19 horas. A

avaliação foi feita antes do treino técnico-tático do clube para que não sofresse influência da fadiga.

Antes de iniciarem a avaliação, os jogadores realizaram uma sessão de mobilidade específica para membros inferiores e um aquecimento com séries de saltos preparatórios sem carga. Após o aquecimento, os jogadores se deslocaram até o tapete de saltos em uma estação com barra livre onde foram instruídos a saltar sempre o mais alto possível, com contramovimento e com angulação do joelho a cerca de 90º. Embora a angulação do joelho fosse individual, houve fortes instruções verbais para que os sujeitos controlassem o grau de agachamento alcançado. Foram realizados 2 saltos em cada carga (com intervalos de aproximadamente 2 minutos), com incremento uniforme relativa à sua massa corporal, que iniciou pela carga 0% (apenas com a massa corporal) e em seguida as cargas de ~ 30%, ~ 50% e ~ 70% da sua massa corporal (Samozino et al., 2008; Jiménez-Reyes et al., 2017).

O tratamento dos dados foi realizado com base nas equações validadas por Jiménez-Reyes et al. (2017). Para determinar o perfil f-v foi necessário obter a altura dos saltos em cada carga, massa corporal dos indivíduos, altura do trocânter maior até o chão em uma posição de agachamento em 90º e o comprimento dos membros inferiores totalmente estendidos (medido do trocânter maior até a ponta do hálux com o tornozelo em plantiflexão).

Com base nos saltos e nas medidas citadas anteriormente, foi possível determinar o perfil real de cada indivíduo e o perfil ideal que poderia maximizar o desempenho balístico, além de identificar em qual déficit (força ou velocidade) o indivíduo se encontra ou se está em equilíbrio destas capacidades neuromusculares. A fórmula exibe uma linearidade do perfil através de uma regressão quando a altura do salto em cada carga é inserida. Sempre que o valor de $r^2$ for menor que 0,90, uma tentativa intermediária deve ser excluída para que o teste se torne fiável e, se necessário, repetir o ensaio.

Por fim, a análise apresenta as variáveis do perfil f-v: $F_0$ - Força concêntrica máxima, por unidade de massa corporal, que os membros inferiores do atleta podem produzir (N/kg); $V_0$ - Velocidade máxima de extensão dos membros inferiores (m/s); Sfv - Inclinação linear real da relação força-velocidade; Sfvopt - Inclinação linear ideal da relação força-velocidade para um determinado indivíduo; Pmáx - Potência máxima produzida pelo sistema neuromuscular dos

membros inferiores, por unidade de massa corporal, no movimento de extensão (W/kg); FVimb - Magnitude da diferença relativa entre Sfv e Sfvopt para um determinado indivíduo.

## 2.3 Análise estatística

Os dados estão apresentados como média ± desvio padrão. Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o Teste de Shapiro Wilk. Para analisar a homogeneidade das variâncias foi realizado o Teste de Levene, que assumiu variâncias homogenias para as variáveis analisadas ($p > 0,05$). O Teste T para medidas independentes foi utilizado para verificar se houve diferença entre as médias das variáveis FVimb, Pmáx e Salto entre os níveis competitivos. A ANOVA a um fator foi utilizada para examinar o efeito da posição do jogador para todas as variáveis e, sempre que foi obtido um valor F significativo, foi realizado um teste post hoc com ajuste de Tukey para comparação múltipla, tendo sido estabelecido um nível de significância em $p < 0,05$. O tamanho do efeito (ES) foi calculado para a ANOVA utilizando o eta-quadrado e classificado como: > 0,01 (pequeno), > 0,06 (moderado) e > 0,15 (grande) (Cohen, 1988). Para além disso, o tamanho de efeito (d de Cohen) foi calculado para todas as comparações pareadas entre os níveis competitivos e entre as posições, classificados de acordo com a seguinte escala: < 0,2 (trivial), 0,2 a 0,49 (pequeno), 0,5 a 0,79 (moderado), > 0,8 (grande) (Cohen, 1988). Todos os testes da análise estatística foram realizados através do software IBM SPSS® Statistics versão 29.0.1.

# CAPÍTULO III - RESULTADOS

## 3. Resultados

A Figura 1 apresenta os gráficos do perfil f-v de três indivíduos para exemplificar as diferentes condições (déficit de força, déficit de velocidade ou equilibrado). Os gráficos do perfil f-v para cada indivíduo estão apresentados na secção Anexos e serão discutidos posteriormente. A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra no que diz respeito a posição, nível competitivo e classificação do respectivo déficit em relação a capacidade mecânica, assim como os valores FVimb, Pmáx, $F_0$, $V_0$ e a altura do salto com contra movimento. Os dados estão apresentados em ordem crescente da variável FVimb para uma melhor visualização da magnitude do desequilíbrio das capacidades mecânicas.

Figura 1. Perfil vertical de força-velocidade de 3 futebolistas obtidos no salto com contramovimento em diferentes cargas.

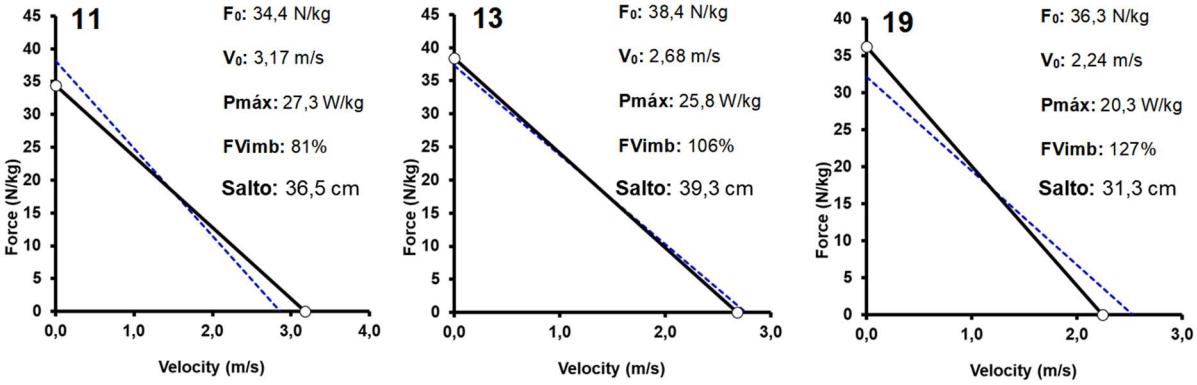



Tabela 1. Caracterização da amostra e variáveis de desempenho do perfil força-velocidade.

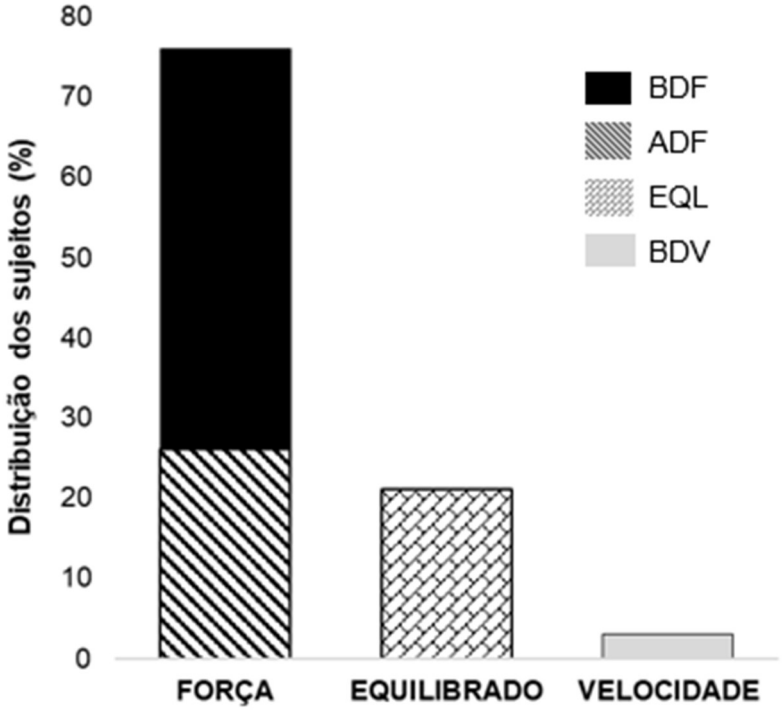
| ID | Posição | Nível | Déficit | FVimb (%) | Pmáx (W/kg) | $F_0$ (N/kg) | $V_0$ (m/s) | Salto (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | M | 2ª Divisão | ADF | 28 | 45,3 | 27,5 | 6,59 | 43,8 |
| 26 | M | 2ª Divisão | ADF | 29 | 45,3 | 29,3 | 6,18 | 37,6 |
| 30 | M | 2ª Divisão | ADF | 39 | 33,6 | 28,3 | 4,75 | 38,2 |
| 23 | D | 2ª Divisão | ADF | 45 | 36,7 | 30,9 | 4,75 | 46,5 |
| 10 | D | 1ª Divisão | ADF | 51 | 29 | 27,8 | 4,18 | 37,4 |
| 17 | D | 1ª Divisão | ADF | 55 | 30,5 | 30 | 4,06 | 37,6 |
| 31 | M | 2ª Divisão | ADF | 55 | 32 | 33,4 | 3,84 | 37,9 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | D | 2ª Divisão | ADF | 57 | 34,4 | 35,8 | 3,84 | 40,1 |
| 8 | M | 1ª Divisão | ADF | 57 | 25,3 | 27,2 | 3,72 | 37,4 |
| 38 | D | 2ª Divisão | ADF | 59 | 33,3 | 31,3 | 4,25 | 50,5 |
| 4 | D | 1ª Divisão | BDF | 60 | 33,7 | 33,4 | 4,03 | 47,6 |
| 20 | GR | 1ª Divisão | BDF | 62 | 25 | 27,2 | 3,68 | 40,3 |
| 35 | A | 2ª Divisão | BDF | 64 | 26,7 | 29,5 | 3,61 | 40,4 |
| 33 | M | 2ª Divisão | BDF | 65 | 27,6 | 29,9 | 3,68 | 43,4 |
| 21 | D | 1ª Divisão | BDF | 67 | 25,9 | 30,2 | 3,42 | 38,3 |
| 25 | D | 2ª Divisão | BDF | 67 | 35,8 | 38,1 | 3,76 | 45,9 |
| 36 | M | 2ª Divisão | BDF | 67 | 26,3 | 30,5 | 3,44 | 35,9 |
| 1 | A | 1ª Divisão | BDF | 71 | 22 | 28,5 | 3,09 | 34 |
| 3 | D | 1ª Divisão | BDF | 73 | 26,1 | 32,1 | 3,25 | 38,2 |
| 2 | A | 1ª Divisão | BDF | 76 | 23,2 | 31,7 | 2,93 | 32,8 |
| 7 | M | 1ª Divisão | BDF | 76 | 29,3 | 35 | 3,35 | 40 |
| 34 | A | 2ª Divisão | BDF | 77 | 22,5 | 30,3 | 2,97 | 31,6 |
| 24 | D | 2ª Divisão | BDF | 79 | 29,4 | 36,2 | 3,25 | 41 |
| 11 | A | 1ª Divisão | BDF | 81 | 27,3 | 34,4 | 3,17 | 36,5 |
| 16 | A | 1ª Divisão | BDF | 82 | 26,9 | 35,3 | 3,04 | 37,6 |
| 27 | M | 2ª Divisão | BDF | 83 | 29,3 | 38,1 | 3,07 | 38,9 |
| 37 | A | 2ª Divisão | BDF | 85 | 22,8 | 31,7 | 2,87 | 35,4 |
| 12 | A | 1ª Divisão | BDF | 87 | 23,8 | 32,3 | 2,94 | 38,7 |
| 14 | M | 1ª Divisão | BDF | 88 | 26,1 | 34,1 | 3,06 | 41,8 |
| 15 | A | 1ª Divisão | EQL | 96 | 27,7 | 37,9 | 2,92 | 42,4 |
| 6 | GR | 1ª Divisão | EQL | 96 | 28,2 | 37,1 | 3,04 | 43,1 |
| 5 | D | 1ª Divisão | EQL | 100 | 28,2 | 39,1 | 2,88 | 42,7 |
| 22 | D | 1ª Divisão | EQL | 104 | 25,4 | 36,8 | 2,75 | 37,6 |
| 13 | D | 1ª Divisão | EQL | 106 | 25,8 | 38,4 | 2,68 | 39,3 |
| 18 | A | 1ª Divisão | EQL | 106 | 22,9 | 35,2 | 2,6 | 36 |
| 9 | A | 1ª Divisão | EQL | 106 | 27,6 | 38,8 | 2,85 | 41,8 |
| 32 | GR | 2ª Divisão | EQL | 108 | 22,1 | 35,5 | 2,49 | 33,4 |
| 19 | D | 1ª Divisão | BDV | 127 | 20,3 | 36,3 | 2,24 | 31,3 |

ID: Identificação do jogador. GR: Guarda redes, D: Defesa, M: Médios, A: Avançados. ADF: Alto déficit de força, BDF: Baixo déficit de força, EQL: Equilibrados, BDV: Baixo déficit de velocidade. FVimb: Magnitude da diferença relativa entre o perfil real e o perfil ideal, Pmáx: Potência máxima produzida pelos membros inferiores. $F_{0:}$ Força concêntrica máxima dos membros inferiores, $V_0$: Velocidade máxima de extensão dos membros inferiores.

De todos os sujeitos analisados, 26% apresentam um alto déficit de força (ADF), 50% apresentam um baixo déficit de força (BDF), 3% apresentam um baixo déficit de velocidade (BDV) e 21% apresentam um equilíbrio (EQL) da relação f-v (Figura 2). Os resultados de comparação entre os níveis competitivos estão apresentados na Tabela 2. O Teste T independente mostrou que, em média, os jogadores da 1ª divisão apresentam valores de FVimb mais equilibrados quando comparados aos jogadores da 2ª divisão ($t(36) = 2,95$; $p < 0,05$; $d = 0,97$, grande), no entanto, possuem valores mais baixos para a variável Pmáx ($t(36) = 2,67$; $p < 0,05$; $d = 0,88$, grande). Não houve diferença para a variável de desempenho salto.

Figura 2. Distribuição relativa ao déficit categorizado pelo FVimb.




Categorias de FVimb: ADF - Alto déficit de força; BDF - Baixo déficit de força; EQL - Equilibrados (EQL); BDV - Baixo déficit de velocidade.

Tabela 2. Estatística descritiva (média ± DP) para as variáveis de FVimb, Pmáx e salto. T e p-valor para efeito do nível competitivo.

| | Níveis competitivos | | Efeito do nível competitivo |
|---|---|---|---|
| | 1ª divisão | 2ª divisão | t (p-valor) |
| FVimb (%) | 83,05 ± 20,34* | 62,94 ± 21,28* | 2,95 (< 0,05) |
| Pmáx (w/kg) | 26,95 ± 4,17* | 31,54 ± 6,45* | 2,67 (< 0,05) |
| Salto (cm) | 40,00 ± 3,89 | 41,56 ± 4,63 | 1,13 (> 0,05) |

Diferença significativa entre níveis competitivos: *

Já para os resultados de comparação entre as diferentes posições (Tabela 3), a ANOVA mostrou que existe efeito da posição tanto para a variável FVimb ($F (3,34) = 3,20$; $p < 0,05$), quanto para a variável Pmáx ($F (3,34) = 4,42$; $p < 0,05$), com um tamanho de efeito grande para ambas ($\eta^2 = 0,22$; $\eta^2 = 0,28$, respectivamente). O post-hoc de Tukey mostrou que, em média, os avançados possuem um valor de FVimb mais equilibrado do que os médios (84,64 ± 13,46 vs. 58,70 ± 21,31, respectivamente; $p < 0.05$; $d = 1,47$, grande), entretanto, os médios possuem maiores valores de Pmáx do que os avançados (32,05 ± 5,57 vs. 25,11 ± 3,59, respectivamente; $p < 0.05$; $d = 1,50$, grande), não havendo diferenças entre as outras posições. Não houve diferença para a variável de desempenho salto.

Tabela 3. Estatística descritiva (média ± DP) para as variáveis de FVimb, Pmáx e salto. F e p-valor para efeito da posição.

| | Posição do jogador | | | | Efeito da posição |
|---|---|---|---|---|---|
| | GR | D | M | A | F (p-valor) |
| FVimb (%) | 88,67±6,05 | 75,00±24,75 | 58,70±21,31* | 84,64±13,46* | 3,20 (< 0,05) |
| Pmáx (w/kg) | 26,06±4,88 | 30,40±5,53 | 32,05±5,57* | 25,11±3,59* | 4,42 (< 0,05) |
| Salto (cm) | 42,00±3,47 | 41,86±5,02 | 41,40±3,06 | 38,09±3,51 | 2,10 (> 0,05) |

Diferença significativa entre níveis competitivos: *. Posições: GR – guarda redes, D – defesa, M – médios, A – avançados.

# CAPÍTULO IV - DISCUSSÃO

# 4. Discussão

Os principais objetivos da presente dissertação foram analisar e comparar o perfil força-velocidade vertical de jovens futebolistas de diferentes posições que disputam os campeonatos nacionais da primeira e segunda divisão de Portugal. Um objetivo secundário foi fornecer um banco de dados que pode ser utilizado como referência para pesquisadores e profissionais que atuam com o futebol. Dos 38 jogadores analisados, foi possível verificar que, em relação ao déficit das capacidades mecânicas, 10 estão em ADF, 19 estão em BDF, 1 está em BDV e 8 estão EQL (Tabela 1).

Na Figura 1 é possível comparar 3 jogadores com déficits diferentes. Em relação aos jogadores ID11 e ID13, é possível verificar que embora o jogador ID11 tenha uma Pmáx maior (27,3 W/kg) do que o jogador ID13 (25,8 W/kg), o seu desempenho no salto é inferior (36,5 cm vs 39,3, respectivamente) porque ele apresenta um desequilíbrio de f-v por decorrência do seu déficit de força (FVimb 81%), enquanto o jogador ID13 está em equilíbrio das capacidades mecânicas (FVimb 106%). Ou seja, por mais que o jogador ID13 tenha uma Pmáx menor, o seu perfil individual real (ilustrado pela linha continua preta) tem um desequilíbrio de apenas 6% do que seria o seu perfil individual ideal (ilustrado pela linha tracejada azul), o que faz com que ele tenha, consequentemente, um melhor desempenho no salto (Morin & Samozino, 2016).

Quando a comparação é feita entre os jogadores ID11 e ID19, é possível verificar que, por mais que possuam o Sfv orientado para “lados opostos” (ID11 déficit de força e ID19 déficit de velocidade), a magnitude da diferença entre o perfil individual real e ideal do jogador ID11 (19%) é menor quando comparado ao jogador ID19 (27%), ao passo que também possui uma Pmáx superior (27,3 W/kg vs 20,3 W/kg, respectivamente), o que explica  o seu melhor desempenho no salto (Morin & Samozino, 2016). Neste sentido, ao projetar um programa de treinamento para melhorar o desempenho balístico dos jogadores que possuem um desequilíbrio significativo das suas capacidades mecânicas, deve ser priorizado o treinamento com maior foco na capacidade mecânica em déficit (força ou velocidade) a fim de corrigir seu desequilíbrio, que por sua vez,

maximizará consequentemente seu desempenho no salto (Morin & Samozino, 2016).

Ao considerar a amostra geral, foi identificado que aproximadamente 76% dos jogadores possuem um déficit que está relacionado a sua produção de força e apenas 3% possuem déficit relacionado a sua velocidade, com os restantes 21% equilibrados. Dos 76% que possuem déficit de força, quando analisados em diferentes níveis competitivos, foi verificado que, em média, jogadores da 1ª divisão nacional possuem um desequilíbrio significativamente menor do que jogadores da 2ª divisão nacional (Tabela 2). Além disso, ao considerar o número total de jogadores de cada nível competitivo, foi verificado que 94% dos indivíduos analisados da 2ª divisão nacional possuem déficit de força, enquanto 64% foram detectados na 1ª divisão nacional.

Os resultados supracitados corroboram os resultados de Jiménez-Reyes et al. (2018) que, ao correlacionar o perfil f-v vertical e horizontal, encontraram uma menor capacidade de desenvolver força durante a corrida em populações de baixo nível competitivo em diferentes desportos. Os autores sugerem que em níveis de prática mais baixos, o treinamento de força baseado no perfil f-v vertical poderia até mesmo melhorar o desempenho de corrida (Jiménez-Reyes et al., 2018). Ademais, os autores também encontraram uma tendência a um decréscimo na magnitude das correlações com o aumento dos níveis de prática, o que sugere que em populações de níveis mais altos o desempenho na aceleração da corrida é provavelmente menos determinado pela capacidade do sistema neuromuscular de produzir força total no solo, o que pode explicar o fato de que, embora tenham uma maior capacidade de desenvolver força, os jogadores da 1ª divisão não apresentaram necessariamente uma Pmáx maior.

Ao comparar as diferentes posições do jogo, os resultados do presente estudo mostram que, apesar de possuir, em média, um BDF, os avançados têm uma magnitude de desequilíbrio muito menor (~ 15%) quando comparados aos médios (~ 41%), ainda que sua Pmáx seja menor (25,11 W/kg vs 32,05 W/kg, respectivamente). Este comportamento pode se dar ao fato da especificidade da demanda física de cada posição, uma vez que as capacidades mecânicas podem ser distintas entre elas (Haugen, Breitschädel & Seiler, 2020). Por exemplo, médios que atuam mais abertos pelas laterais do campo normalmente estão mais envolvidos em ações de alta velocidade, como auxiliar o setor

defensivo em um eventual contra-ataque ou ser opção na linha de fundo para o setor ofensivo. Ou seja, por mais que os médios tenham um maior déficit de força, sua alta velocidade pode compensar para que obtenham uma maior Pmáx.

A comparação entre diferentes posições e os diferentes níveis competitivos, demonstradas no presente estudo, embora tragam resultados com diferenças estatisticamente significativas para os parâmetros de desequilíbrio e potência mecânica do perfil f-v (FVimb e Pmáx, respectivamente), devem ser interpretadas apenas como resultados médios para o contexto amostral, uma vez que a variável de desempenho salto não sofreu qualquer influência da posição ou do nível competitivo (Tabelas 2 e 3), o que evidencia a importância de uma avaliação individual do perfil f-v. Isto é, os resultados encontrados mostram que, em relação a equipa analisada, o escalão Sub-17 (1ª divisão) possui jogadores mais próximos do equilíbrio das capacidades mecânicas, todavia, os jogadores do escalão Sub-19 (2ª divisão) são mais potentes. Contudo, a posição tática também deve ser levada em consideração dentro desta análise.

A investigação do perfil f-v, com base nas características individuais, viabiliza a elaboração de um plano de treino capaz de maximizar o desempenho balísticos dos jogadores. A abordagem de treinamento individualizado sugerida para atletas que possuam um desequilíbrio significativo é, em primeiro lugar, corrigir a capacidade que se encontra em déficit com exercícios que respeitem a densidade, volume e intensidade capaz de maximizar determinada valência neuromuscular, e em segundo lugar, assim que tenha seu perfil f-v corrigido, transitar para um treinamento com exercícios que consigam abranger todos os componentes do espectro fora-velocidade, distribuídos de maneira equalizada para que viabilize um aumento da potência dos membros inferiores dos indivíduos (Morin & Samozino, 2016).

Estudos anteriores já evidenciaram a eficácia do treinamento individualizado com base no perfil f-v quando comparado com um treinamento de força tradicional igual para todos os indivíduos (Jiménez-Reyes et al., 2017; Jiménez-Reyes, Samozino & Morin, 2019). Em seu estudo, Jiménez-Reyes et al. (2017) encontraram uma melhora no desempenho de salto de 100% dos atletas que participaram de um programa de treinamento baseado no seu déficit, enquanto apenas ~ 55% dos atletas que realizaram um treinamento de contra-

resistência tradicional (igual para todos) melhoraram seu desempenho no salto. Além disso, os autores destacam que a melhora do desempenho destes atletas deve-se ao ajuste do seu perfil f-v (melhora do FVimb), uma vez que sua Pmáx não sofreu alteração (Jiménez-Reyes et al., 2017).

Com o objetivo de analisar a cinética individual de adaptação e de destreino do perfil f-v em jogadores de futebol, futsal e rúgbi, Jiménez-Reyes, Samozino e Morin (2019) investigaram a variabilidade da duração do treinamento com adaptações do conteúdo do treino (no caso de mudança na categoria do déficit) até que os sujeitos atingissem o seu perfil f-v ideal, e se ocorre destreino nesses atletas após 3 semanas da cessação do protocolo de treinamento. Os autores verificaram que o treinamento individualizado focado no FVimb e ajustado de acordo com as mudanças individuais do perfil f-v é uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho do salto ao controlar o tempo para atingir o perfil f-v ideal. Em relação ao destreino, os autores relataram que, no geral, as adaptações induzidas pelo treinamento específico e individualizado permaneceram inalteradas durante o período de 3 semanas após sua cessação (Jiménez-Reyes, Samozino & Morin, 2019).

Estes resultados são de grande valia pois fornecem informações relevantes que permite que treinadores e preparadores físicos de futebol elaborem um planeamento durante a pré-época que seja individualizado e específico para o déficit de cada atleta, uma vez que estes, após atingirem seu perfil ideal de f-v, dificilmente entrarão em destreino das capacidades mecânicas nas próximas 3 ou mais semanas durante a época. Sendo assim, já não se faz necessário um treinamento neuromuscular específico para uma determinada capacidade mecânica durante cada microciclo, o que permite que os atletas possam treiná-las de maneira equilibrada tendo mais tempo para o treinamento técnico-tático no campo ou para o treinamento aeróbio.

Embora o treinamento baseado no perfil f-v pareça eficaz para o desenvolvimento do desempenho balístico, o treinamento de força tradicional e igual para todos os indivíduos ainda é uma prática muito comum principalmente nos desportos coletivos que, por conta do elevado número de atletas, torna mais prático o desenvolvimento de programas de treinamento generalizados. Mesmo que alguns estudos evidenciem uma melhora no desempenho do salto vertical, muitos são contraditórios e inconsistentes na prescrição do treinamento ao

aplicar cargas pesadas para todos os indivíduos (Cormie, McGuigan & Newton, 2010; Losnegard et al., 2011; Rønnestad et al., 2012; Rønnestad, Hansen & Nygaard, 2017) ou cargas leves para todos os indivíduos (Wilson et al., 1993; McBride et al., 2002; Cormie, McCaulley & McBride, 2007; Zaras et al., 2013), o que, em sua grande maioria, resultou em uma grande variabilidade da resposta ao treinamento (Wilson et al., 1993; McBride et al., 2002; Cormie, McCaulley & McBride, 2007, Cormie, McGuigan & Newton, 2010; Losnegard et al., 2011; Rønnestad et al., 2012; Rønnestad, Hansen & Nygaard, 2017).

É importante ressaltar que por mais que a proposta do treinamento baseado no perfil f-v seja focado no déficit individual de cada atleta, não quer dizer que cada indivíduo terá um protocolo próprio com exercícios e cargas totalmente diferentes dos demais, até porque a categoria do déficit é determinada dentro de uma faixa percentual do FVimb (< 60% ADF; 60 - 89% BDF; 90 - 110% EQL; 111 - 140% BDV; > 140% ADV). Logo, torna-se possível criar subgrupos para elaborar um programa de treinamento específico para um determinado déficit em busca da correção do seu perfil f-v, no qual os indivíduos com déficit de força consigam aumentar a produção de força concêntrica máxima dos seus membros inferiores ($F_0$), os indivíduos com déficit de velocidade consigam aumentar a velocidade máxima de extensão dos seus membros inferiores ($V_0$) e os indivíduos equilibrado consigam aumentar sua Pmáx (Jiménez-Reyes et al., 2017).

Com o propósito de melhorar o desempenho balístico, a proporção e a carga dos exercícios para cada categoria do FVimb podem ser exemplificadas conforme descrito na Tabela 4, contudo, a duração do protocolo do treinamento também deve ser considerada tendo em conta o contexto de treinamento de cada equipa. O tipo de exercício pode variar de acordo com a estrutura de cada espaço de treinamento, contudo, é importante que a base dos exercícios transite entre exercícios de força pura (com maior foco na força concêntrica máxima), exercícios de potência (com foco no ciclo alongamento-encurtamento e na força de reação do solo) até exercícios de velocidade (com foco no impulso dos braços e exercícios com menor influência da ação gravitacional) (Jiménez-Reyes et al., 2017).

Tabela 4. Categoria do FVimb e proporções das cargas de treinamento.

| | Categoria do FVimb | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Característica da carga | ADF | BDF | EQL | BDV | ADV |
| Força (> 80% 1RM) | +++ | ++ | + | | |
| Força-potência (70 - 80% 1RM ou > 70% MC) | ++ | ++ | + | | |
| Potência (< 70% 1RM ou 15 - 60% MC) | + | ++ | ++ | ++ | + |
| Potência-velocidade (< 10% MC) | | | + | ++ | ++ |
| Velocidade (MC) | | | + | ++ | +++ |

Proporção da carga de treinamento: +. Categorias relativas ao FVimb: ADF – Alto déficit de força; BDF – Baixo déficit de força; EQL – Equilibrado; BDV – Baixo déficit de velocidade; ADV – Alto déficit de velocidade. 1RM: Uma repetição máxima. MC: Massa corporal.

O aumento da força ($F_0$) e a melhora no desempenho do salto vertical pode estar associada ao facto dos indivíduos terem que realizar uma maior aceleração em um plano vertical, em comparação com um plano horizontal, para vencerem a aceleração gravitacional negativa (Minetti, 2002; Samozino et al., 2012), o que significa que a altura do salto vertical sofre uma maior influência do aumento de $F_0$ do que de $V_0$ (Samozino et al., 2010). Os mecanismos fisiológicos e biomecânicos que podem explicar o aumento da força máxima, após o um treinamento específico, estão relacionados com um aumento da taxa de recrutamento de unidades motoras e uma maior ativação de fibras musculares do tipo II (Cormie, McGuigan & Newton, 2011), aumento do impulso neural e melhora da coordenação intramuscular (McBride et al., 2002; Cormie, McGuigan & Newton, 2010), além de mudanças efetivas na sincronização de potenciais de ação e coativações antagonistas (Folland & Williams, 2007).

Em relação ao aumento da velocidade de extensão dos membros inferiores ($V_0$), estudos anteriores mostram que exercícios que apoiam o princípio da "especificidade da velocidade", utilizando estímulos capazes de promover adaptações neurais específicas da componente de velocidade, podem ser eficazes para corrigir o FVimb e consequentemente melhorar o desempenho do salto (Argus et al., 2011; Markovic, Vuk & Jaric, 2011; Sheppard et al., 2011). Ao contrário do treino de força máxima, exercícios que buscam suprimir a componente gravitacional contribuem para que a potência desenvolvida em

movimentos balísticos dependa menos da força muscular e mais da velocidade (Minetti, 2002). Alguns exercícios como impulsão horizontal e saltos auxiliados por elásticos podem ser úteis para sobrecarregar os aspectos de velocidade da propulsão do salto e, por consequência, aumentar a $V_0$ (Sheppard et al., 2011; Jiménez-Reyes et al., 2017).

Para os indivíduos que apresentem o FVimb equilibrado, a melhor estratégia para melhorar o desempenho balístico parece ser a utilização de exercícios mistos que consigam abranger o espectro f-v como um todo, pois assim conseguem aumentar F0, V0 e Pmáx ao mesmo tempo que mantêm o FVimb próximo do valor ideal (Wilson et al., 1993; Toji, Suei & Kaneko, 1997; Harris et al., 2000; McBride et al., 2002; Toji e Kaneko, 2004; Kotzamanidis et al., 2005; Cormie et al., 2007). Ainda que seja possível separar os grupos em diferentes categorias de desequilíbrio (FVimb), o tempo em que cada sujeito atinge o perfil f-v ideal pode ser diferente, o que implica uma observação cautelosa para que o atleta não passe mais tempo do que o necessário a treinar certa capacidade mecânica (Jiménez-Reyes, Samozino & Morin, 2019).

O principal objetivo da avaliação do perfil f-v é que o diagnóstico e a periodização do treinamento sejam individualizados e monitorados de forma prática. Assim, o monitoramento frequente desses resultados permite uma análise mais precisa nas mudanças da Pmáx e do FVimb durante a época desportiva, mesmo que seja feita uma vez por mês (Morin & Samozino, 2016). Este protocolo pode auxiliar o staff técnico na implementação de programas de treinamento otimizados e direcionados de forma específica, sem que sobrecarreguem seus jogadores e que percam mais tempo do que o necessário no treinamento de resistência para maximizar o seu desempenho balístico.

Embora a presente dissertação forneça dados e informações valiosas para a área do treinamento físico voltado para o futebol, o estudo possui limitações que devem ser discutidas. Em primeiro lugar, a análise do perfil força-velocidade foi feita apenas através do plano vertical (saltos). De acordo com as características e demandas físicas do jogo de futebol, o perfil horizontal (sprints) poderia contribuir para uma maior robustez das informações prestadas, uma vez que 95% das ações do futebol envolvem produção de força horizontal (Young, 2006). Contudo, já foi reportado na literatura que mesmo o treinamento

pliométrico vertical é capaz de maximizar o desempenho de sprint de jovens jogadores de futebol (Norgeot & Fouré, 2024).

Outra limitação do presente estudo está relacionada a parte metodológica. Embora seja possível utilizar cargas relativizadas à massa corporal de cada sujeito (como realizado no presente estudo), a grande maioria dos estudos utilizam cargas absolutas (Morin & Samozino, 2016; Jiménez-Reyes et al., 2017; Jiménez-Reyes, Samozino & Morin, 2019) para obter o perfil f-v dos indivíduos. Desta forma é possível acompanhar os saltos com carga e garantir que a sua distribuição está correta para cada indivíduo (e se necessário, repetir a tentativa), uma vez que no último salto (que contém a carga mais pesada) o ideal é que o sujeito seja capaz de saltar cerca de 10 cm (Morin & Samozino, 2016), o que por vezes foi ultrapassado no presente estudo devido ao tempo útil disponibilizado para realizar as avaliações nos atletas da equipa analisada.

Por fim, o estudo também apresenta limitações quanto a categorização das posições dos jogadores, uma vez que foram alocados em apenas 4 categorias (guarda-redes, defesa, médios e avançados). Já foi reportado que na literatura que, por mais que escalados em um mesmo setor, a posição tática é dinâmica e as demandas físicas dos jogadores podem ser diferentes quando atuam nos corredores laterais ou no corredor central (Andrzejewski, Chmura & Pluta, 2014; Bush et al., 2015; Aquino et al., 2020; Paraskevas, Smilios & Hadjicharalambous, 2020; Ventura et al., 2024).

# CAPÍTULO V – CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 5. Conclusão e considerações finais

O presente estudo demonstrou que mais da metade dos jogadores avaliados apresentam um déficit de força de membros inferiores (alto ou baixo). Quando comparados em diferentes posições, os avançados, em média, apresentam um desequilíbrio f-v menor quando comparados aos médios, ainda que estejam categorizados com déficit de força. No entanto, os médios possuem uma potência máxima mais alta do que os avançados. Não foram encontradas diferenças para as restantes posições. Quando comparados os diferentes níveis competitivos, os jogadores que disputam a 1ª divisão nacional apresentaram, em média, uma magnitude do déficit de força menor do que os jogadores da 2ª divisão nacional, contudo, apresentaram uma potência máxima mais baixa. Independente do contexto da comparação (posição ou nível competitivo), não houve diferença na altura do salto vertical.

Conforme discutido nesta dissertação, mesmo que pouco provável, os resultados podem estar associados as demandas físicas específicas de cada posição (Andrzejewski, Chmura & Pluta, 2014) e ao nível competitivo (Mohr, Krustrup & Bangsbo, 2003). Todavia, a principal análise a ser feita neste trabalho é de forma individual para que seja possível identificar qual a condição do atleta no que diz respeito ao seu perfil f-v. Após a identificação do déficit, é possível perceber qual a capacidade a ser corrigida para que o atleta alcance o seu perfil f-v ideal e, por consequência, maximizar o seu desempenho balístico. No caso do presente estudo, uma das possíveis explicações para não terem sido encontradas diferenças no desempenho do salto vertical, deve-se ao facto de que a grande maioria dos atletas apresentaram déficit na capacidade de produzir força, uma vez que esta capacidade exerce uma maior influência no plano vertical devido a ação gravitacional (Minetti, 2002; Samozino et al., 2010; Samozino et al., 2012).

Diante das informações prestadas, conclui-se que a equipa analisada pode não ter um treinamento específico de força adequado no seu planeamento. Novos estudos serão necessários para investigar o impacto do treinamento específico no perfil força-velocidade de jovens futebolistas e qual sua influência no desempenho balístico vertical e horizontal.

# CAPÍTULO VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 6. Referências bibliográficas


Andrzejewski, M., Chmura, J., & Pluta, B. (2014). Analysis of motor and technical activities of professional soccer players of the UEFA Europa League. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *14*(2), 504-523.

Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of sprinting activities of professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2134–2140.

Andrzejewski, M., Chmura, P., Konefał, M., Kowalczuk, E., & Chmura, J. (2017). Match outcome and sprinting activities in match play by elite German soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *58*(6), 785-792.

Aquino, R., Carling, C., Vieira, L. H. P., Martins, G., Jabor, G., Machado, J., ... & Puggina, E. (2020). Influence of situational variables, team formation, and playing position on match running performance and social network analysis in brazilian professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(3), 808-817.

Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazevich, A. J., & Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(8), 2219-2227.

Arrones, L. S., Torreno, N., Requena, B., De Villarreal, E. S., Casamichana, D., Carlos, J., & Barbero-Alvarez, D. M. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J. Sports Med. Phys. Fit*, *55*, 1417-1422.

Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, *33*(15), 1574-1579.

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.

Ben Hassen, D., Zghal, F., Peyrot, N., Samozino, P., Rebai, H., & Rahmani, A. (2023). Jump and sprint force velocity profile of young soccer players differ according to playing position. *Journal of Sports Sciences*, *41*(21), 1915-1926.

Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *The journal of strength & conditioning research*, *24*(9), 2343-2351.

Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League*. Human Movement Science*, 39, 1–11.

Carling, C., Reilly, T., & Williams, A. M. (2008). *Performance assessment for field sports*. Routledge.

Clemente, F. M., Clark, C., Castillo, D., Sarmento, H., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Variations of training load, monotony, and strain and dose-response relationships with maximal aerobic speed, maximal oxygen uptake, and isokinetic strength in professional soccer players. *PLoS One*, *14*(12), e0225522.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale (NJ): *Lawrence Erlbaum Associates*, 18–74.

Cormie, P., McCaulley, G. O., & McBride, J. M. (2007). Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *39*(6), 996-1003.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *42*(8), 1582-1598.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2—training considerations for improving maximal power production. *Sports medicine*, *41*, 125-146.

Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of science and Medicine in Sport*, *13*(1), 133-135.

Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports medicine*, *35*, 213-234.

Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2018). Movement economy in soccer: Current data and limitations. *Sports*, *6*(4), 124.

Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports medicine*, *37*, 783-805.

Folland J. P., & Williams A. G. (2007). The adaptations to strength training. *Sport. Med.* 37, 145–168.

García, A., Gómez-Díaz, A., Bradley, P., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511–3518. Crossref. PubMed. ISI

Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D. R., & Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *Journal of sports sciences*, *28*(12), 1319-1325.

Harris, G. R., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Proulx, C. M., & Johnson, R. L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *14*(1), 14-20.

Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2020). Sprint mechanical properties in soccer players according to playing standard, position, age and sex. *Journal of Sports Sciences*, *38*(9), 1070-1076.

Hughes, M., & Franks, I. (2005). Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. *Journal of sports sciences*, *23*(5), 509-514.

Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L., & Aughey, R. J. (2010). The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *International journal of sports physiology and performance*, *5*(3), 328-341.

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2017). Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping. *Frontiers in physiology*, *7*, 677.

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñafiel, V., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, *6*, e5937.

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., & Morin, J. B. (2019). Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics. *PloS one*, *14*(5), e0216681.

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Pareja-Blanco, F., Conceição, F., Cuadrado-Peñafiel, V., González-Badillo, J. J., & Morin, J. B. (2017). Validity of a simple method for measuring force-velocity-power profile in countermovement jump. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(1), 36-43.

Kotzamanidis C., Chatzopoulos D., Michailidis C., Papaiakovou G., Patikas D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 19, 369–375.

Lago-Ballesteros, J., & Lago-Peñas, C. (2010). Performance in team sports: Identifying the keys to success in soccer. *Journal of Human kinetics*, *25*(2010), 85-91.

Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B., & Raastad, T. (2011). The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross-country skiers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *21*(3), 389-401.

Markovic, G., Vuk, S., & Jaric, S. (2011). Effects of jump training with negative versus positive loading on jumping mechanics. *International journal of sports medicine*, *32*(05), 365-372.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *16*(1), 75-82.

Minetti, A. E. (2002). On the mechanical power of joint extensions as affected by the change in muscle force (or cross-sectional area), ceteris paribus. *European journal of applied physiology*, *86*, 363-369.

Modric, T., Versic, S., Sekulic, D., & Liposek, S. (2019). Analysis of the association between running performance and game performance indicators in professional soccer players. *International journal of environmental research and public health*, *16*(20), 4032.

Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, *21*(7), 519-528.

Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International journal of sports physiology and performance*, *11*(2), 267-272.

Morin, J. B., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, M., & Samozino, P. (2019). When jump height is not a good indicator of lower limb maximal power output: theoretical demonstration, experimental evidence and practical solutions. *Sports Medicine*, *49*, 999-1006.

Norgeot, F., & Fouré, A. (2024). Effects of vertical and horizontal plyometric training on jump performances and sprint force–velocity profile in young elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 1-11.

Paraskevas, G., Smilios, I., & Hadjicharalambous, M. (2020). Effect of opposition quality and match location on the positional demands of the 4-2-3-1 formation in elite soccer. *Journal of Exercise Science & Fitness*, *18*(1), 40-45.

Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., López del Campo, R., Díaz García, J., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PloS one*, *14*(8), e0220729.

Prodanov, C. C., & De Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale.

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. *Journal of science and medicine in sport*, *12*(1), 227-233.

Reverdito, R. S., & Scaglia, A. J. (2007). A gestão do processo organizacional do jogo: uma proposta metodológica para o ensino dos jogos coletivos. *Motriz Revista de Educação Física*, 51-63.

Rønnestad, B. R., Hansen, J., & Nygaard, H. (2017). 10 weeks of heavy strength training improves performance-related measurements in elite cyclists. *Journal of sports sciences*, *35*(14), 1435-1441.

Rønnestad, B. R., Kojedal, Ø., Losnegard, T., Kvamme, B., & Raastad, T. (2012). Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. *European journal of applied physiology*, *112*, 2341-2352.

Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International journal of sports medicine*, *35*(06), 505-510.

Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of biomechanics*, *41*(14), 2940-2945.

Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: a theoretical integrative approach. *Journal of theoretical biology*, *264*(1), 11-18.

Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force–velocity profile in ballistic movements-altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc*, *44*, 313-322.

Sarmento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., CampaniÇo, J., Matos, N., & LeitÃo, J. C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of sports sciences*, *32*(20), 1831-1843.

Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W., & Newton, R. U. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *Journal of science and medicine in sport*, *14*(1), 85-89.

Stanton, R., Kean, C. O., & Scanlan, A. T. (2015). My Jump for vertical jump assessment. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(17), 1157-1158.

Toji, H., & Kaneko, M. (2004). Effect of multiple-load training on the force-velocity relationship. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(4), 792-795.

Toji, H., Suei, K., & Kaneko, M. (1997). Effects of combined training loads on relations among force, velocity, and power development. *Canadian Journal of Applied Physiology*, *22*(4), 328-336.

Ventura, A., Teixeira, A., Mendonça, R., Aquino, R., Segundo, J. F, Alcântara, C., Cetolin, T., Mohr, P. A, da Silva, J. F. (2024). Match running performance in male professional soccer players: Interactive effect of score-line and playing position. *Journal of Physical Education & Sport*, *24*(8), 2040-2048.

Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *25*(11), 1279-1286.

Winter, E. M. (2005). Jumping: Power or impulse. *Med Sci Sports Exerc*, *37*(3), 523.

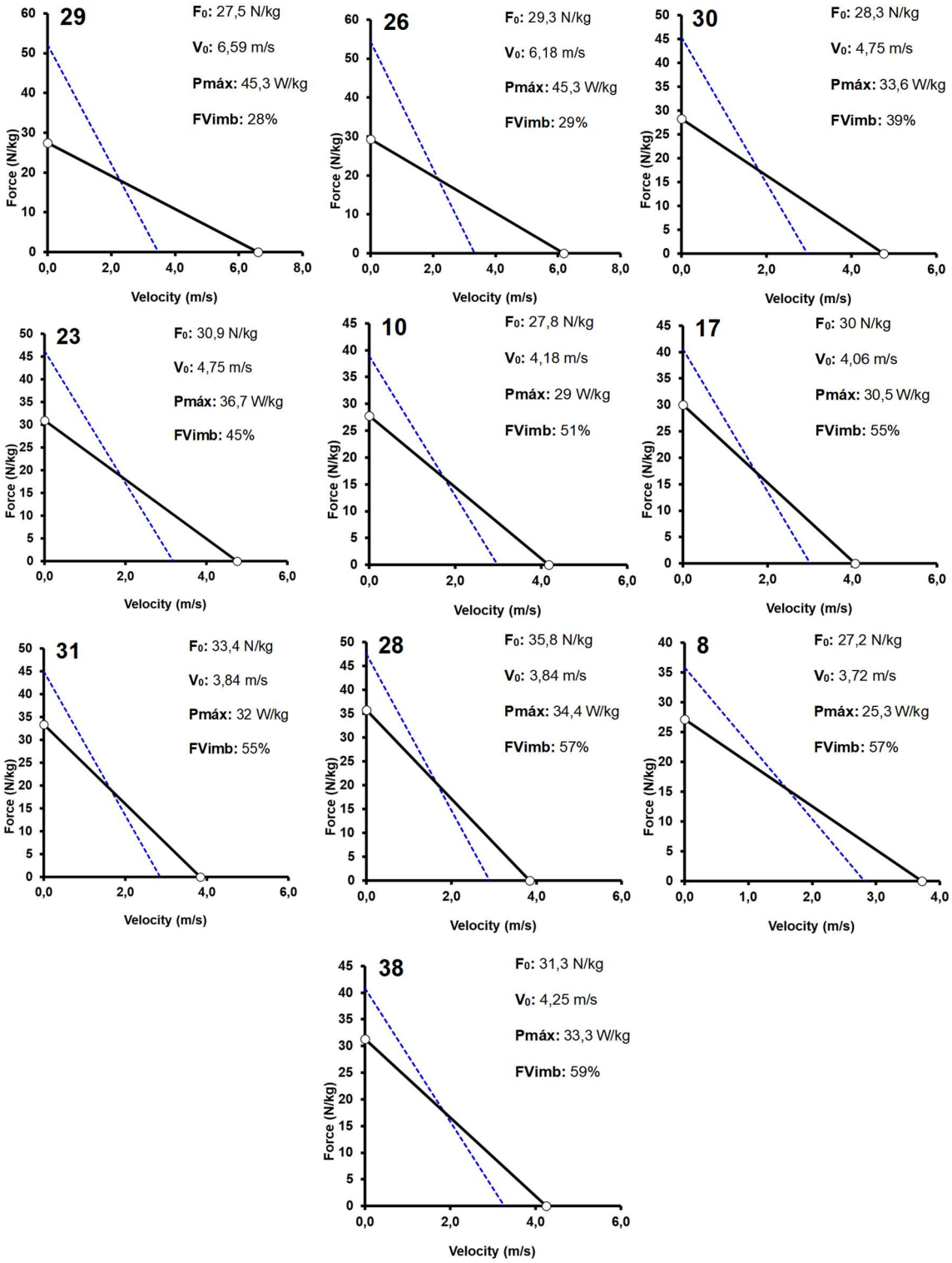
Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, *1*(2), 74-83.

Zaras, N., Spengos, K., Methenitis, S., Papadopoulos, C., Karampatsos, G., Georgiadis, G., ... & Terzis, G. (2013). Effects of strength vs. ballistic-power training on throwing performance. *Journal of sports science & medicine*, *12*(1), 130.

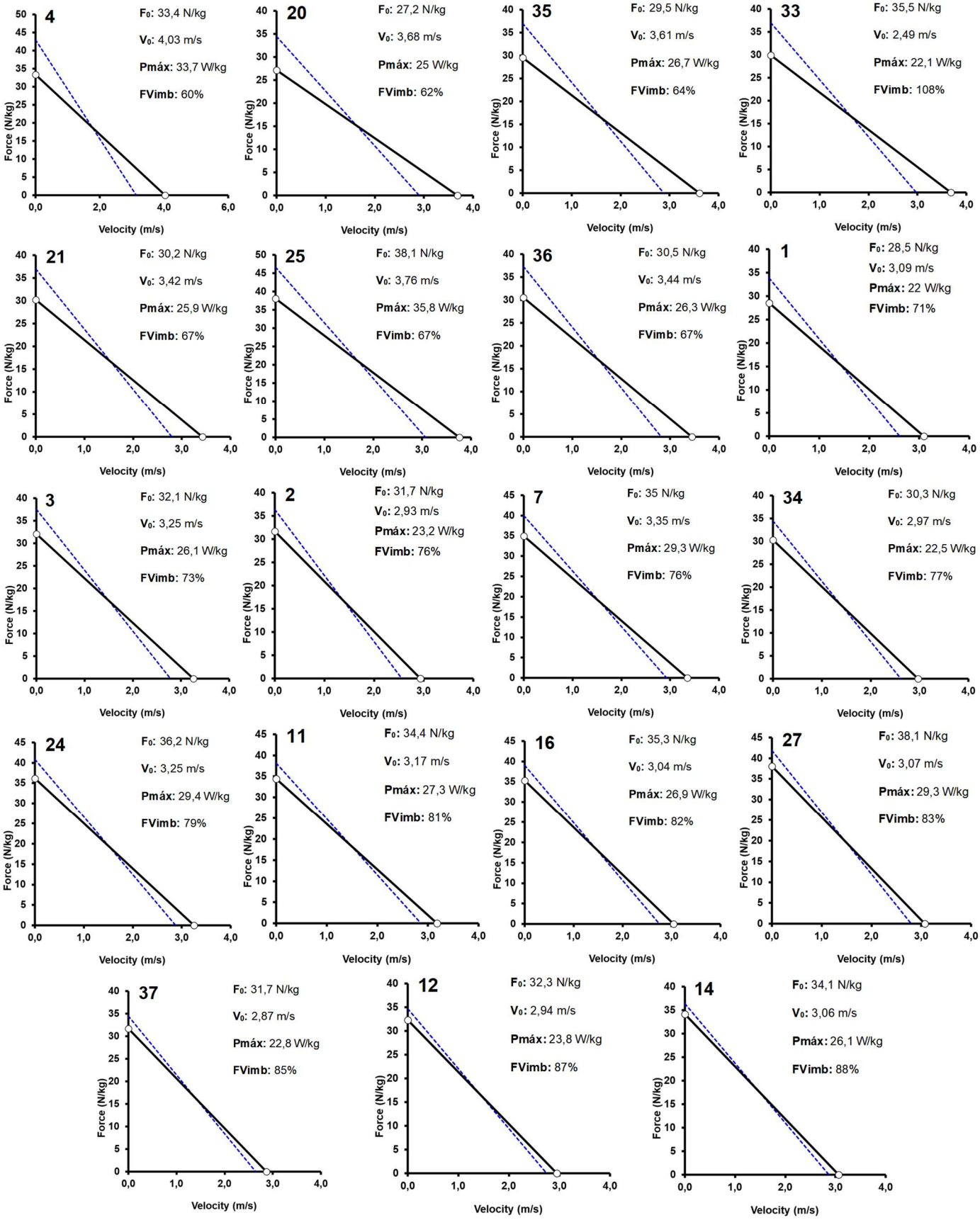
# CAPÍTULO VII - ANEXOS

# 7. Anexos

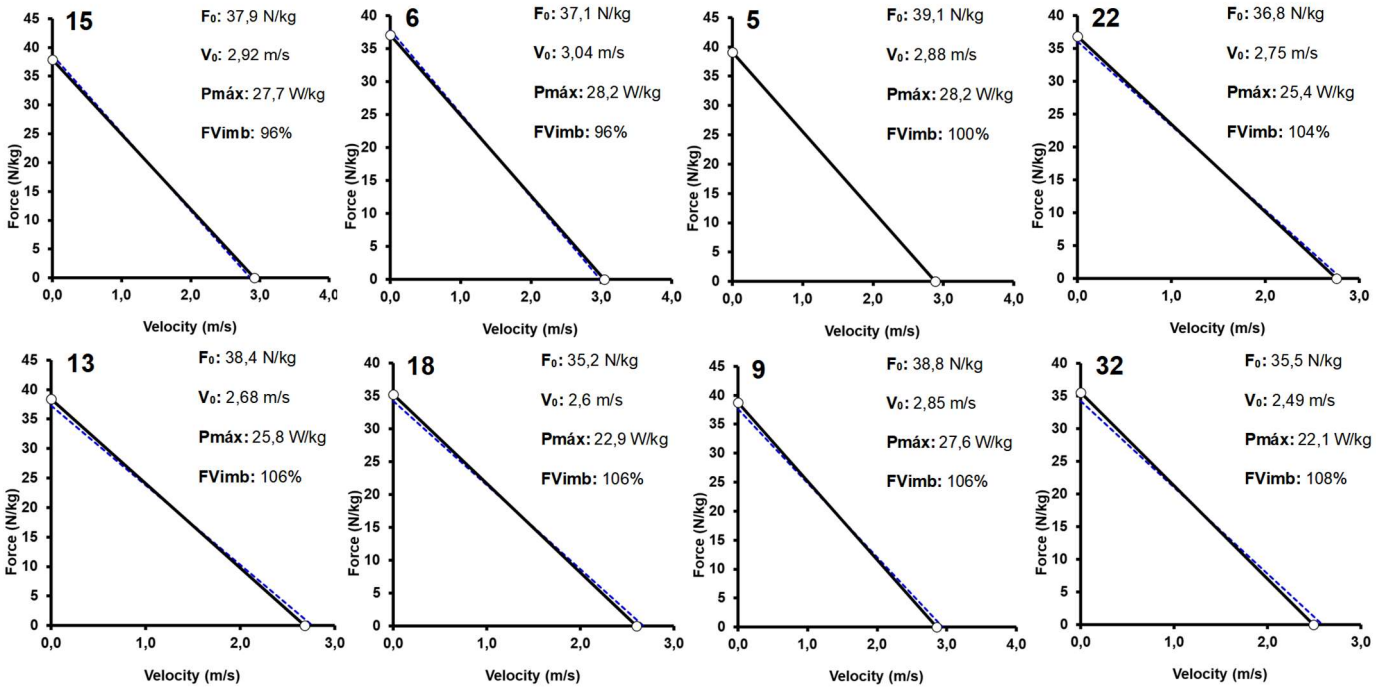
Anexo 1. Perfil f-v de jogadores com alto déficit de força.

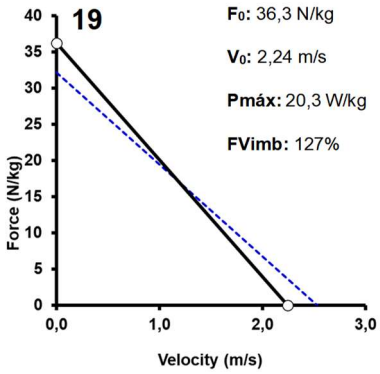


Anexo 2. Perfil f-v de jogadores com baixo déficit de força.



Anexo 3. Perfil f-v de jogadores equilibrados.




Anexo 4. Perfil f-v de jogadores com baixo déficit de velocidade.