**Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**

2017

**Parâmetros cinemáticos em jovens jogadores de futebol: análise
do chute em contexto experimental e desempenho de corrida,
dinâmica tática e habilidades técnicas durante jogos oficiais**

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

**Luiz Henrique Palucci Vieira
Dissertação**

LUIZ HENRIQUE PALUCCI VIEIRA

Parâmetros cinemáticos em jovens jogadores de futebol: análise do chute em contexto experimental e desempenho de corrida, dinâmica tática e habilidades técnicas durante jogos oficiais

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências (PPG-Reabilitação e Desempenho Funcional).

Orientador: Prof. Dr. Paulo R.P. Santiago

Ribeirão Preto

2017

A presente dissertação de Mestrado foi realizada com suporte financeiro:

Autorizo a divulgação parcial ou total deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Vieira, Luiz Henrique Palucci.

Parâmetros cinemáticos em jovens jogadores de futebol: análise do chute em contexto experimental e desempenho de corrida, dinâmica tática e habilidades técnicas durante jogos oficiais/ Luiz Henrique Palucci Vieira; orientador Paulo Roberto Pereira Santiago. – São Paulo, 2017.

188 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2017.

1. Biomecânica. 2. Controle Motor. 3. Acurácia. 4. Videogrametria. 5. Modelo determinístico. 6. Desenvolvimento. I. Santiago, Paulo Roberto Pereira. II. Título: Parâmetros cinemáticos em jovens jogadores de futebol: análise do chute em contexto experimental e desempenho de corrida, dinâmica tática e habilidades técnicas durante jogos oficiais.

VIEIRA, Luiz Henrique Palucci

Título: Parâmetros cinemáticos em jovens jogadores de futebol: análise do chute em contexto experimental e desempenho de corrida, dinâmica tática e habilidades técnicas durante jogos oficiais.

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 28/04/2017

Banca examinadora

Prof. Dr. Umberto Cesar Corrêa Instituição USP, Escola de Educação Física e Esporte

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. Ricardo M.L. Barros Instituição UNICAMP, Faculdade de Educação Física

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. Renato de Moraes Instituição USP, Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Julgamento _____ Assinatura _____

When you walk through a storm
Hold your head up high
And don't be afraid of the dark
At the end of the storm
There's a golden sky
And the sweet silver song of a lark
Walk on, through the wind
Walk on through the rain
Though dreams be tossed and blown
Walk on, walk on
With hope, in your heart
And you'll never walk alone

“Há uma força motriz mais ponderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade” (Albert Einstein).

“Cientistas de hoje substituíram a matemática por experiências, e eles afastam-se, equação depois de cada equação, e eventualmente constroem uma estrutura que não tem nenhuma relação com a realidade” (Nikola Tesla).

Dedicatória

Aos meus pais, **Rita de Cássia dos Santos Palucci**, por uma vida que foi dedicada a seus filhos, para que sempre tivéssemos o que fosse preciso, em todos os momentos. Por sua preocupação com os nossos caminhos, em cada passo que fosse dado. Obrigado mãe eu certamente não teria chegado até aqui sem você! **Luiz Areon Vieira**, que me ensinou que a humildade e o trabalho além de qualidades não passam de obrigações. Obrigado também por sempre estar ao meu lado.

Aos meus irmãos, **Ludimila Palucci Calsani, Marcus Vinicius Palucci Calsani, Klebert Junior Palucci Cardoso, Júlia Palucci Cardoso**, pela amizade, pela união, pelos ensinamentos, pelos momentos felizes que compartilhamos e pelo incentivo nessa etapa de minha vida. **Emilio Palucci Calsani**, dedico este trabalho muito a você meu irmão, que dividiu comigo seus alunos em um momento de grande dificuldade, que foi uma das pessoas que mais me deu forças para seguir em frente e concluir o mestrado. Muita gratidão, respeito e admiração por você.

Aos meus tios, **Sérgio Ricardo Tardelli e Claudia Valéria Palucci Tardelli**, por me acolherem como um filho em suas vidas e por todo carinho comigo até aqui.

Aos meus avós, **Walter Palucci** (*in memoriam*), **Diva Gonçalves dos Santos Palucci, Laura Cesarina Vieira e José Domiciano Vieira**, pelos exemplos de vida que me inspiram até hoje.

A minha namorada, **Kelly Rocio Vargas Villafuerte**, por toda sua compreensão e ajuda durante este percurso. Torço para que os ventos estejam sempre em nosso favor e que você esteja para sempre comigo. Obrigado também por me levar ao encontro de Deus novamente, e nunca deixar que eu perdesse a fé. EU TE AMO.

Agradecimentos

A **Deus**, pela oportunidade de viver em Seu mundo maravilhoso, me conceder saúde, proteção todos os dias e me guiar por Seus caminhos. “Qualquer, pois, que a si mesmo se exaltar, será humilhado; E qualquer que a si mesmo se humilhar, será exaltado” (Mateus 23:12).

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago (Preto)**, a quem tento diariamente seguir os passos, por todas as oportunidades oferecidas desde 2012, pela paciência, sobretudo por todos os valiosos ensinamentos, alguns dos quais certamente extrapolam os limites acadêmicos. **MUITO OBRIGADO** pela amizade, dedicação para minha formação e crescimento, e sobretudo a consideração, como que de pai para filho.

Aos professores membros da banca examinadora: Ricardo Machado Leite de Barros, Umberto Cesar Corrêa e Renato de Moraes, por toda disponibilidade e importantes questionamentos, reflexões, críticas e contribuições teóricas para o trabalho.

Sinceros agradecimentos a fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processos [472755/2008-0] e [487437/2013-6] pelo suporte financeiro.

Aos meus amigos, **Rodrigo Aquino (Dinei), Lucas de Paula Oliveira (Depaula), Bruno Bedo (Bocha) e Vitor Arpini (Vitão)**, que não mediram esforços para contribuir com a plena execução de todas as etapas deste trabalho junto comigo. Agradeço além das constantes trocas de conhecimento, muito mais pela amizade e companhia de vocês (!). Serei incapaz de agradecer o suficiente.

Aos membros do LaBioCoM, onde por muitos anos foi a minha segunda casa. **Eduardo Bergonzoni, Dinei, Depaula, Priscila Rossi, Natalia Rinaldi, Bocha, Vitão**

II, Rosângela Batistela, Andréia Abud, Luciana Oliveira, Roberto Negri, Daniel Peterossi, Felipe Serenza, Fábio Mariano e Rafael Fornel. Aos parceiros do **GECIFEX, Vitor Andrade, Nayan Xavier Ribeiro** (*in memorian*), **Carlos Kalva, Ricardo Barbieri, Isabela Alves,** pelo convívio muito agradável e todo aprendizado que pude ter com vocês. Ao meu amigo **Fabio Milioni,** pelo tempo dispendido me ensinando as análises estatísticas de inferências baseadas em magnitudes e pela IC.

Aos professores doutores, **Sérgio Augusto Cunha, Felipe Arruda Moura, Renato de Moraes, Fabio Augusto Barbieri, Martina Navarro,** agradeço pelo suporte e significantes contribuições científicas e tecnológicas, sem as quais não seria possível realizar este abrangente estudo. **Adelino Sanchez Ramos da Silva, Marcelo Papoti, Leonardo dos Reis Silveira e Marco Antonio Spiropulos Gonçalves,** aqueles que sempre me incentivaram a seguir em frente, além de também serem exemplos de comprometimento com a pesquisa e docência.

Aos professores e direção do cursinho pré-vestibular do CAFCF FEA-RP 2010, liderado pelo **Orlando Nastri Neto (Netão),** por me conduzirem para a porta de entrada da Universidade de São Paulo.

Gostaria de sinceramente, agradecer aos jogadores, às equipes participantes e aqueles que forneceram permissões e garantiram condições plenas para as coletas, além de recepcionarem a nós com muita atenção, prestatividade e educação, **Guilherme Munhoz Martins, Luiz Guilherme Cruz Gonçalves, Luiz Fernando Paião, Everton Pimenta, José Alves Vila Real, Alexandre Ferreira, Stefano Bueno, Tarcisio França, Renan Abduch, Henrique Panobianco** e colaboradores do **Botafogo Futebol Clube de Ribeirão Preto.** Também, ao **Rafael Antunes Tamarindo e Ivan Lucas Baitello** do **Mirassol Futebol Clube,** pessoas a quem eu muito devo.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Vieira, L.H.P. **Parâmetros cinemáticos em jovens jogadores de futebol: análise do chute em contexto experimental e desempenho de corrida, dinâmica tática e habilidades técnicas durante jogos oficiais**. 2017. 188 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2017.

A presente dissertação é composta por três manuscritos originais. O objetivo do estudo (1) foi comparar o desempenho no chute em jogadores de futebol treinados sub-9 até sub-20. Jovens jogadores brasileiros ($N = 366$) foram avaliados por cinemática 3-D (300 Hz) a fim de mensurar a velocidade da bola, velocidade do pé, razão velocidade bola/pé, comprimento do último passo e distância entre pé de suporte e bola. Um procedimento 2-D (60 Hz) foi conduzido para calcular a acurácia dos chutes. A velocidade da bola aumentou em 103% do sub-11 ($48,54 \pm 8,31$ km/h) até sub-20 ($98,74 \pm 16,35$ km/h). Em contraste a velocidade do pé exibiu aumento de 59% do sub-11 ($49,08 \pm 5,16$ km/h) até sub-20 ($78,24 \pm 9,49$ km/h). Isso foi em decorrência da melhora na qualidade de impacto pé-bola (razão velocidade da bola/pé: sub-11: $0,99 \pm 0,13$; sub-20: $1,26 \pm 0,11$ u.a.) ($p < 0,001$). Erro médio radial e acurácia parecem prejudicados durante o surto de velocidade do crescimento (sub-13–sub-15). Conclui-se que parâmetros Biomecânicos de desempenho chutando apresentam desenvolvimento diferenciado. O objetivo do estudo (2) foi investigar o desempenho chutando ($N = 105$ selecionados) no sub-11 até sub-20 com foco em velocidades lineares, deslocamento angular e velocidade angular articular do membro inferior. Verificou-se as possíveis diferenças entre idades, status jogando (titulares, reservas e não relacionados) e a influência da maturidade (iPVC) em parâmetros chutando. Pequenos ganhos em termos de velocidade e poucas alterações angulares ocorreram nos mais jovens (sub-11 até sub-13). Na idade sub-15 ocorrem os maiores aumentos de velocidades e transferência próximo-distal. Esse é um período crítico em que o desempenho chutando discriminou o status de jogo. O iPVC não influenciou o desempenho. Conclui-se que a taxa de desenvolvimento do desempenho chutando difere entre sub-11 até sub-20 em jogadores selecionados. O objetivo do estudo 3 foi examinar o desempenho de corrida (ex. distância total percorrida, faixas de velocidade atingidas), relacionado a habilidades técnicas (ex. envolvimento com bola, passes, toques na bola, toques/posse, duelos e chutes) e dinâmicas de movimentos táticos coletivos (área da equipe, espalhamento e frequências medianas) no futebol, desde crianças sub-11 até o profissional ($N = 120$) durante jogos oficiais ($N = 12$; Campeonato Paulista de Futebol-FPF). Enquanto a velocidade média, e tática tendem a estabilizar os aumentos a partir do sub-15 (ex. sub-15 > sub-13 > sub-11), velocidade máxima (PRO > sub-17 > sub-15, sub-13, sub-11) e percentual de atividades em alta intensidade (sub-20 > PRO, sub-17 > sub-15 > sub-13 > sub-11) exibem ganhos contínuos. Frequências medianas foram maiores nos mais jovens (sub-13, sub-15, sub-17 > sub-20, PRO), enquanto o percentual de passes completados foi maior nos mais velhos (PRO > sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11). Conclui-se que os grupos de idade sub-11 até profissional apresentam diferentes perfis de desempenho de corrida, distribuição dos jogadores em campo, dinâmica de movimentos coletivos e habilidades técnicas, e que o desenvolvimento desses componentes é diferenciado. Treinadores devem estar cientes dos valores de referência apresentados, para selecionar os conteúdos de treino como a intensidade e o volume, específicos para cada grupo de idade.

Palavras Chave: Biomecânica, Controle Motor, Acurácia, Videogrametria, Modelo determinístico, Desenvolvimento.

ABSTRACT

Vieira, L.H.P. **Kinematics parameters in young soccer players: analysis of the kicking performance in experimental context, running, team dynamics and skill-related performances during official matches.** 2017. 188 p. Thesis (Master degree) – Faculty of Medicine at Ribeirão Preto, University of São Paulo, 2017.

This master degree thesis is composed by three original manuscripts. The study 1 aimed to compare the kicking performance in trained soccer players aged U9 to U20. Brazilian young players ($N = 366$) were evaluated by 3-D kinematics (300 Hz) in order to assess ball speed, foot speed, ratio ball/foot speeds, last stride length and distance between support foot and ball. Two-dimensional procedure (60 Hz) was applied to calculate kicking accuracy. Ball speed increases 103% from U11 (48.54 ± 8.31 km/h) to U20 (98.74 ± 16.35 km/h). In contrast, foot speed exhibited increases of 59% from U11 (49.08 ± 5.16 km/h) to U20 (78.24 ± 9.49 km/h). This is achieved due the improvement on the quality of foot-ball impact (ratio ball/foot speeds U11: 0.99 ± 0.13 ; U20: 1.26 ± 0.11 a.u.) ($p < 0.001$). Mean radial error and accuracy appears impaired during the growth spurt (U13–U15). In conclusion, Biomechanical parameters of kicking performance have different developmental characteristics. The study 2 investigated the kicking performance ($N = 105$ selected players) of U11 to U20 age-groups, focused in linear velocities, angular joint displacement and angular joint velocities of the dominant lower limb. Possible differences between groups were assessed. Within each group, influence of playing status (starters, non-starters and substitutes without participation), and peak height velocity (PHV) index on kicking performance was also examined. Lower changes in terms of speeds angular adjustments occur between U11 and U13. During U15 the greater increases was verified, for both velocities and proximal-distal transference, due to several angular adjustments. Also, this is a critical phase to ensure the continuity of players competing in soccer, in which kicking performance discriminate playing status, favoring starters. PHV did not influenced performance parameters in all age-groups. It was concluded that the development rate is not constant in selected players from U11 to U20. The aim of the study 3 was to evaluate performances regarding match-running (e.g. total distance covered, and percentage at various speed zones), skill-related (e.g. involvements with the ball, passes, ball touches, touches per possession, duels and kicks) and also dynamics of collective movements across the pitch (team surface area, spread and median frequencies of the signal), simultaneously, during official matches ($N = 12$, São Paulo First Division Championship–FPF), in high-level Brazilian U11 to professional players ($N = 120$). It found that while mean speed and tactical index tends to stabilize the increases from U15 (e.g. $U15 > U13 > U11$), maximal sprinting speed ($PRO > U17 > U15, U13, U11$) and percentage of very high-intensity activities ($U20 > PRO, U17 > U15 > U13 > U11$) exhibit improvements continuously with the age. Median frequencies were greater in younger ($U13, U15, U17 > U20, PRO$), while successful passes percentage were greater in older ($PRO > U17, U15 > U13, U11$). In conclusion, U11 to professional age-groups have different activity profiles (running, tactical and skill-related), and the development of these components are not equal. Coaches should be aware of the reference values presented in order to select training content into a periodization similar to a real competition match (e.g. volume and intensity) specific for each age-group.

Keywords: Biomechanics, Motor Control, Accuracy, Videogrammetry, Deterministic Model, Development.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Breve revisão de literatura sobre os estudos que avaliaram o chute em jovens jogadores de futebol.	23
Tabela 1.2. Breve revisão de literatura sobre os estudos que avaliaram a associação entre velocidade da bola (V_{BOLA}) e a velocidade do pé ($V_{\text{PÉ}}$) durante o desempenho no chute.	28
Tabela 1.3. Relação de estudos selecionados com a temática de desempenho físico durante jogo em jovens jogadores no futebol.	32
Tabela 1.4. Desempenho físico e perfil de atividades em jogo dos jogadores jovens, por faixa de idade, nos estudos revisados.	34
Tabela 1.5. Breve descrição dos estudos que analisaram as habilidades técnicas e métricas táticas em jovens jogadores durante jogo.	40
Tabela 2.1. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para a velocidade do pé – $V_{\text{pé}}$, e razão entre a velocidade da bola e velocidade do pé – razão $V_{\text{bola}}/V_{\text{pé}}$.	67
Tabela 2.2. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para o comprimento do último passo – CP, e a distância entre o pé de suporte e a bola – $D_{\text{s-bola}}$.	68
Tabela 2.3. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para o erro médio radial – MRE, erro variável bi variável – BVE, e a acurácia – ACUR.	72
Tabela 2.4. Coeficiente de correlação entre a velocidade da bola e as variáveis dependentes.	73
Tabela 2.5. Modelos de regressão entre a idade cronológica e as variáveis dependentes.	73
Tabela 3.1. Caracterização dos participantes dos grupos de idade sub-11 até sub-20 ($N = 105$, média $\pm s$).	91
Tabela 3.2. Fatores determinísticos relacionados a velocidade da bola de acordo com cada grupo de idade (média $\pm$ desvio padrão– $N = 105$).	100
Tabela 3.3. Coeficiente de correlação entre os fatores determinísticos e a velocidade da bola para cada grupo de idade ($N = 105$).	102
Tabela 3.4. Valores médios $\pm$ desvio padrão para os grupos de titulares (T), reservas (R) e não-relacionados (NS).	103
Tabela 4.1. Caracterização dos participantes e descrição dos fatores situacionais que ocorreram nos jogos analisados a partir do grupo sub-11 até o profissional ($N = 120$, média $\pm$ desvio padrão).	129
Tabela 4.2. Comparação das variáveis de desempenho físico e tático entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp; 1º Tempo– $N = 120$).	136
Tabela 4.3. Comparação das variáveis de desempenho físico e tático entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp; 2º Tempo– $N = 89$).	139

Tabela 4.4. Comparação das variáveis de desempenho físico e tático entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp; Jogo inteiro– $N = 89$).	143
Tabela 4.5. Comparação das variáveis de desempenho técnico entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp).	145
Tabela 4.6. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para as atividades de alta intensidade – AAI, velocidade média – $V_{\text{média}}$ e velocidade máxima – MSS.	148
Tabela 4.7. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para os passes completados, toques/envolvimento e duelos vencidos.	149
Tabela 4.8. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para as a área de superfície da equipe e espalhamento.	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Abordagem experimental para o problema, em sequência, a fim de obter (i) o comprimento do último passo, (ii) distância entre o pé de suporte e bola, (iii) velocidade do pé e da bola (iv) visão da câmera que registrou a D_{target} , da câmera ao lado para detectar o momento em que a bola cruza a linha de gol.	60
Figura 1.2. <i>Boxplot</i> com intervalo de confiança da mediana (95%) para a velocidade da bola (A), pé (B) e razão $V_{bola} / V_{pé}$ (C) para os grupos de idade analisados ($n = 366$).	64
Figura 1.3. <i>Boxplot</i> com intervalo de confiança da mediana (95%) para o comprimento do último passo (A) e distância entre o pé de suporte e a bola (B) para os grupos de idade analisados ($n = 366$).	66
Figura 1.4. <i>Boxplot</i> com intervalo de confiança da mediana (95%) para o erro médio radial, MRE (A), erro variável bi variável, BVE (B) e acurácia, ACUR (C) para cada grupo de idade ($n = 366$).	70
Figura 2.1. Exemplo em sequência da posição dos marcadores, localização das câmeras e alvo, calibração e marcação dos quadros em uma câmera.	97
Figura 2.2. Medianas da velocidade linear 3-D durante o ciclo analisado em referência as articulações do quadril não dominante (A), dominante (B), joelho (C), tornozelo (D), CM pé (E) e relativa entre CM pé – joelho (F).	104
Figura 2.3. Medianas do deslocamento angular (primeira coluna) e velocidade angular (segunda coluna) da articulação do quadril durante o ciclo analisado. A primeira linha é flexão de quadril (valores positivos) e extensão, a segunda linha é adução de quadril (valores positivos) e abdução e a terceira linha é rotação interna (valores positivos) e externa.	106
Figura 2.4. Medianas do deslocamento angular e velocidade angular da articulação do joelho durante o ciclo analisado. Valores positivos são de extensão do joelho.	108
Figura 2.5. Medianas do deslocamento angular (primeira coluna) e velocidade angular (segunda coluna) da articulação do tornozelo durante o ciclo analisado. A primeira linha é flexão plantar e dorsiflexão (valores positivos), a segunda linha é inversão do tornozelo (valores positivos) e eversão e a terceira linha é adução (valores positivos) e abdução.	109
Figura 2.6. Exemplo das velocidades lineares durante uma tentativa selecionada do grupo sub-11, sub-13, sub-15 e sub-20.	115
Figura 3.1. Ilustração dos procedimentos realizados sequencialmente, em referência a coleta de dados, calibração, segmentação, rastreamento de um jogador, e exemplo da área da equipe (à direita) e espalhamento (à esquerda) em um instante de tempo $t_{(i)}$.	131

SUMÁRIO

Capítulo 1. INTRODUÇÃO, REVISÃO DE LITERATURA E OBJETIVO.....	15
1.1. INTRODUÇÃO	16
1.2. REVISÃO DE LITERATURA	19
1.2.1. Desenvolvimento da performance no chute em jovens jogadores de futebol: cinemática dos membros inferiores e acurácia	20
1.2.2. Relação entre cinemática de movimento e performance no chute	27
1.2.3. Desempenho de corrida nos jovens jogadores durante jogos oficiais	30
1.2.4. Habilidades técnicas e avaliações táticas em jovens jogadores de futebol durante jogos oficiais de competição	39
1.2.5. Apresentação do problema e justificativa	41
1.3. OBJETIVO GERAL	50
1.3.1. Objetivos específicos.....	50
Capítulo 2. ESTUDO 1	51
2. FORNECENDO VALORES DE REFERÊNCIA E ENTENDENDO O DESENVOLVIMENTO DO DESEMPENHO NO CHUTE EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL TREINADOS DOS GRUPOS DE IDADE SUB-9 ATÉ SUB-20	52
2.1. RESUMO	52
2.2. INTRODUÇÃO	53
2.3. MÉTODOS	55
2.3.1. Abordagem experimental para o problema	55
2.3.2. Participantes	56
2.3.3. Análise estatística.....	61
2.4. RESULTADOS.....	62
2.5. DISCUSSÃO	73
2.6. APLICAÇÕES PRÁTICAS	81
2.7. REFERÊNCIAS.....	82
Capítulo 3. ESTUDO 2	86
3. FATORES MECÂNICOS ASSOCIADOS AO DESEMPENHO NO CHUTE NO FUTEBOL DE ACORDO COM A IDADE, STATUS PUBERAL E DE JOGO EM JOVENS JOGADORES DE ALTO NÍVEL.....	87
3.1. Resumo.....	87
3.2. Introdução	88

3.3. Métodos	90
3.3.1. Participantes	90
3.3.2. Coleta de dados	92
3.3.3. Processamento dos dados.....	94
3.3.4. Variáveis dependentes	95
3.3.5. Análise estatística.....	96
3.4. Resultados	98
3.5. Discussão e implicações.....	111
3.6. Conclusão	119
3.7. Referências	119
Capítulo 4. ESTUDO 3	123
4. DINÂMICA TÁTICA, DESEMPENHO DE CORRIDA E HABILIDADES TÉCNICAS EM JOGADORES BRASILEIROS DOS GRUPOS DE IDADE SUB-11 ATÉ PROFISSIONAL DURANTE JOGOS OFICIAIS	124
4.1. Resumo.....	124
4.2. Introdução	125
4.3. Métodos	128
4.4. Resultados	134
4.5. Discussão	150
4.6. Aplicações práticas	156
4.7. Referências	157
Capítulo 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	162
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	163
6. REFERÊNCIAS	165

Capítulo 1.

INTRODUÇÃO, REVISÃO DE LITERATURA E OBJETIVO

1.1. INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte de equipe praticado por mais de 265 milhões de pessoas no mundo segundo o *Big Count* da FIFA (NILSSON et al., 2013). Durante a prática da modalidade, os eventos decisivos para o jogo são de caráter anaeróbio, como corridas de alta velocidade (*sprints*), combates, mudanças de direção e chutes ao gol (BANGSBO, 1994; STOLEN et al., 2005; FERNANDEZ-GONZALO et al., 2010; FAUDE; KOCH; MEYER, 2012; KALVA-FILHO et al., 2013), embora exista um predomínio de atividades sustentadas principalmente pelo metabolismo de fornecimento de energia aeróbio (~90%) (BANGSBO, 1994), sendo que os jogadores e as equipes passam a maior parte do tempo de jogo sem a posse de bola (~97 e 50% respectivamente) (GARGANTA, 1997). Desta forma, o desempenho correndo e de ações técnicas importantes ao jogo (ex. chute) representam objetos de pesquisas com potencial cada vez maior de aplicação prática, tendo em vista a quantidade expressiva de estudos que podem ser encontrados – primariamente em jogadores adultos jovens e de nível profissional – que demonstram crescente interesse com essas temáticas.

Por definição, chutar é uma forma de bater na qual o pé é utilizado para fornecer força a um objeto (GALLAHUE; OZMUN; GOODWAY, 2013). Dada a importância dessa habilidade motora fundamental para o sucesso em um contexto de futebol, recentes revisões de literatura abordam especificamente esse tema (LEES et al., 2010; YOUNG; RATH, 2011) que já foi extensamente explorado pela comunidade científica. Previamente, foi destacado que dentre as variáveis que discriminam equipes vencedoras daquelas que empataram e perderam jogos em competições de alto nível mundial, o “número de chutes certos” parece ser uma das principais (MOURA et al., 2014; LIU et al., 2015), o que ilustra a necessidade de mais pesquisas voltadas a compreender essa habilidade motora, já que um dos principais objetivos do treinamento técnico no

futebol, principalmente em categorias de formação, é o desenvolvimento do chutar (WEINECK, 2007).

Muito é conhecido sobre cinemática 3-D de movimento durante a ação de chutar – particularmente no futebol – em decorrência do uso de técnicas de análise e sistemas de medições avançados (LEES et al., 2010). Entretanto, até a presente data, não existem valores normativos para o desempenho do chute (LEES et al., 2010), sobretudo em jovens jogadores brasileiros. Variáveis qualitativas de movimento (n = 187; 5-11 anos de idade) (MARQUÉS-BRUNA; LEES; SCOTT, 2007), ou informações 2-D da cinemática de movimento (n = 120; 5-11 anos) (MARQUÉS-BRUNA; LEES; GRIMSHAW, 2008), já foram exploradas no passa com ampla amostra de jovens jogadores. Nesse sentido, Egan, Verheul e Savelsbergh (2007) sugeriram que futuras investigações do chute no futebol precisariam ser feitas utilizando cinemática tridimensional (3D) e número suficiente de participantes (ver também LEES et al., 2010). De fato, o estudo do desenvolvimento do chutar em crianças não tem sido extenso como os educadores gostariam (HAYWOOD; GETCHELL, 2014).

Em outro lado, avanços significativos nas ciências computacionais aplicadas ao esporte, como na visão computacional e no processamento de imagens, proveram formas mais eficientes de obter e analisar dados e tornaram possível compreender aspectos sobre a taxa de trabalho ou desempenho físico – ou ainda desempenho de jogo correndo – durante jogos oficiais de competição em larga escala no futebol (CARLING et al., 2008), principalmente em jogadores profissionais nesse esporte de equipe. Pesquisas do passado e recente utilizaram o rastreamento computacional como uma ferramenta para quantificar o desempenho físico e tático em jogadores profissionais da primeira divisão do Brasil (BARROS et al., 2007; MOURA et al., 2012; MOURA et al., 2013; MOURA et al., 2016).

Até o início da década de 2010, o corpo de conhecimento sobre o desempenho físico de jovens jogadores durante competição era limitado (CARLING et al., 2008; AQUINO et al., 2016b). Embora uma mudança nesse quadro seja verificada, com aumento exponencial das pesquisas com jogadores da Europa (BUCHHEIT et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2010; HARLEY et al., 2010; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011b; BUCHHEIT; SIMPSON; MENDEZ-VILLANUEVA, 2013; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; REBELO et al., 2014; GOTO; MORRIS; NEVILL, 2015a; SAWARD et al., 2015; ATAN; FOSKETT; ALI, 2016; DONCASTER et al., 2016), apenas poucos estudos foram encontrados com jovens no Brasil, das categorias sub-15, sub-16, sub-17 e sub-20 (PEREIRA DA SILVA; KIRKENDALL; LEITE DE BARROS NETO, 2007; AQUINO et al., 2016a; AQUINO et al., 2016b).

Parte destes estudos adotaram jogos simulados (AQUINO et al., 2016a; AQUINO et al., 2016b; FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016). Para a extensão de nosso conhecimento, apenas um estudo prévio abordou jogos oficiais, nos grupos de idade sub-15, sub-17 e sub-20 (PEREIRA DA SILVA; KIRKENDALL; LEITE DE BARROS NETO, 2007) e utilizaram um método baseado em medidas indiretas das trajetórias por análise observacional (i.e. julgamento subjetivo) (WITHERS et al., 1982). Portanto, nota-se a necessidade de estudos com diferentes grupos de idade (ex. sub-11, sub-13,..., sub-20) em jovens jogadores Brasileiros durante competições reais, utilizando ferramentas válidas e com acurácia, como o rastreamento computacional.

Desta forma, por procedimentos da cinemática, o principal objetivo do presente estudo foi compreender o desenvolvimento (1) de parâmetros de desempenho no chute, em um contexto experimental fora de jogo, (2) desempenho de corrida, relacionado a habilidades técnicas e dinâmicas táticas durante jogos oficiais, desde a infância até a idade adulta.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

Para a revisão de literatura dos temas propostos, foi realizada uma busca sistematizada, mas que não se constituiu de uma revisão sistemática, na base de dados *PubMed* - *NCBI*. Foram combinados os seguintes descritores em quatro buscas distintas:

- [1] (soccer AND kick) – 157 artigos;
- [2] ((soccer AND young) AND physical performance) – 560 artigos;
- [3] (((technical) OR skill) AND soccer) – 529 artigos;
- [4] (((tactical) OR tactics) AND soccer) – 165 artigos.

Posteriormente, como uma forma de filtro manual, foram excluídos estudos com os seguintes assuntos da busca [1]: participantes do gênero feminino somente; idade média ≥ 21 anos; grupo de idade acima de sub-20; objetivo de estudar o comportamento de goleiros somente; acurácia mensurada por pontuações com base em zonas-alvo com *scores* específicos; estudos que não incluíram nenhuma das seguintes variáveis: i) velocidade da bola, ii) velocidade do pé ou iii) acurácia. Após consultar as referências das publicações que preencheram os critérios, ao final foram retidos 35 artigos no total.

Nas buscas [2], [3] e [4] foram excluídos os estudos com os seguintes assuntos: jogos em caráter amistoso ou simulado; objetivo de estudar o comportamento de goleiros somente; participantes do gênero feminino somente; idade média ≥ 21 anos; grupo de idade acima de sub-20; jogos em campos com dimensões reduzidas; uso somente de testes de campo e/ou laboratório para mensurar o desempenho. Também, publicações que não incluíram nenhuma das seguintes variáveis foram excluídas: i) distância total percorrida, ii) velocidade média, iii) indicadores relativos a distribuição

dos deslocamentos em faixas de velocidade, iv) número de *sprints*, v) velocidade máxima; vi) passes, vii) envolvimento com bola, viii) duelos, ix) chutes; x) área da equipe, xi) espalhamento e xii) indicadores relativos a métricas de distribuição em campo. Após consultar também as referências dos artigos que haviam preenchido os critérios, foram retidos 25 artigos da busca [2], 7 artigos provenientes da busca [3], e finalmente 2 artigos em referência a busca [4].

1.2.1. Desenvolvimento da performance no chute em jovens jogadores de futebol: cinemática dos membros inferiores e acurácia

Por meio do emprego de técnicas de análise e sistemas de medições bastante avançados, muito é conhecido sobre cinemática 3-D de movimento durante o chute no futebol atualmente (LEES et al., 2010). Nesse sentido, o processamento de imagens obtidas por câmeras de vídeo é uma forma comum de analisar o desempenho de equipes em esportes coletivos (VIEIRA et al., 2016a; VIEIRA et al., 2017a), ainda que exista uma lacuna entre a pesquisa em Biomecânica do esporte e o processo de ensino-aprendizagem-treinamento (ver para exemplo LEES et al., 2010). Especificamente, características cinemáticas e de desempenho no chute, em populações de jovens jogadores, foram amplamente reportadas em estudos prévios, sendo que dados de jogadores desde 6 anos de idade (ex. TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2008) até os 20 anos de idade (ex. APRIANTONO et al., 2006) estão atualmente disponíveis na literatura científica (LUHTANEN, 1988; COMETTI; TYRODE; POUSSON, 1992; RÖSCH et al., 2000; SCOTT; WILLIAMS; HORN, 2003; MALINA et al., 2005; NUNOME et al., 2006; VAEYENS et al., 2006; MALINA et al., 2007; MARQUÉS-BRUNA; LEES; SCOTT, 2007; MARQUÉS-BRUNA; LEES; GRIMSHAW, 2008; FIGUEIREDO et al., 2009; WONG et al., 2009; FERNANDEZ-GONZALO et al., 2010; KATIS; KELLIS, 2010; JUAREZ et al., 2011a; JUAREZ et al., 2011b; MARQUES et al., 2011; BERJAN

BACVAREVIC et al., 2012; VALENTE-DOS-SANTOS et al., 2012; GARCIA-PINILLOS et al., 2014; KAPIDZIC; HUREMOVIC; BIBEROVIC, 2014; TOMÁŠ et al., 2014; KATIS; KELLIS; LEES, 2015). Na Tabela 1.1 é feita uma breve revisão sobre o desempenho chutando dos estudos que preencheram os critérios para serem incluídos nesta revisão de literatura.

Tanto a velocidade da bola quanto a acurácia são alguns dos principais fatores que contribuem para um resultado de sucesso durante o chute no futebol (VAN DEN TILLAAR; ULVIK, 2014; RODRÍGUEZ-LORENZO; FERNANDEZ-DEL-OLMO; MARTÍN-ACERO, 2015; VIEIRA et al., 2016a). Nos últimos anos, o processo de identificação de talentos tornou-se uma questão muito importante em um contexto de futebol (UNNITHAN et al., 2012) e faz parte do processo de ensino-aprendizagem-treinamento. É importante destacar, nesse sentido, que especialistas em pediatria enfatizam que as crianças tanto funcional quanto estruturalmente não são semelhantes aos adultos (ASTRAND, 1992). No entanto, os resultados obtidos nas investigações realizadas sobre o comportamento do desempenho do chute com avanço na idade cronológica são discordantes até a presente data.

Exemplificando, existem estudos que verificaram que o chute não é uma habilidade idade-dependente (BLOOMFIELD; ELLIOT; DAVIES, 1979; RÖSCH et al., 2000; COMETTI et al., 2001; SANTIAGO, 2002; VAEYENS et al., 2006), sobretudo quando o desempenho é investigado em termos de acurácia. Quando investigada a velocidade da bola, um quadro diferente é notado e a idade (LUHTANEN, 1988; LEES; NOLAN, 1998; KELLIS; KATIS, 2007; BERJAN BACVAREVIC et al., 2012; CERRAH et al., 2015) parece intimamente relacionada ao desenvolvimento de alta velocidade da bola. A influência da idade estaria relacionada primariamente com o avanço no *status* de maturação biológica, que promove aumento da força e potência

muscular e coordenação dos membros inferiores (LUHTANEN, 1988; MALINA et al., 2004). Alguns estudos também relatam que uma coordenação de movimento com iniciação próximo-distal é conseguida relativamente com pequena quantidade de prática estruturada (EGAN; VERHEUL; SAVELSBERGH, 2007), como em um período de 10 semanas em adultos (ANDERSON; SIDAWAY, 1994) desenvolvendo-se rapidamente mesmo entre os 4–6 anos de idade cronológica (WICKSTROM, 1975; LEES; NOLAN, 1998).

É possível encontrar exemplos de estudos com jovens jogadores de futebol que abordaram o desenvolvimento antropométrico (8 – 19 anos de idade) (BAXTER-JONES et al., 1995) e somatotípico (12 – 17 anos de idade) (PERRONI et al., 2015) de capacidades físicas, como potência aeróbia (9 – 16 anos de idade) (POVOAS et al., 2015) potência anaeróbia (sub-11 até sub-18) (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011a), agilidade e habilidade de *sprints* repetidos (sub-11 até sub-18) (SPENCER et al., 2011), coordenação motora global e força muscular explosiva de membros inferiores (7 – 20 anos de idade) (DEPREZ et al., 2015), até mesmo capacidades técnicas específicas de jogo, com o drible (12 – 19 anos de idade) (HUIJGEN et al., 2010) e o passe (10 – 18 anos de idade) (HUIJGEN et al., 2013). Contudo, estudos recentes com habilidades de chutar em uma ampla amostra e variedade de grupos de idades (i.e. desde a infância até a idade adulta), mesmo que de caráter transversal, são bastante escassos. Em geral, são encontrados estudos com restritas faixas de idade (ver Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Breve revisão de literatura sobre os estudos que avaliaram o chute em jovens jogadores de futebol.

Referência (N = 35)	n	Método Freq. aquisição	Idade (anos)	Velocidade da bola (km/h)	Velocidade do pé (km/h)	Acurácia ([m] ou %)	Exemplo de outros parâmetros Biomecânicos investigados
TEIXEIRA e TEIXEIRA (2008)	24	Videogrametria 60 Hz	G1: 5,8±0,7 G2: 8,1±0,7 G3: 9,8±0,7	--	28,91 – 30,57 29,24 – 32,73 33,23 – 36,56	--	Velocidade pico do quadril Velocidade pico do joelho Delay da velocidade angular do joelho em relação a velocidade angular do quadril
LUHTANEN (1988)	29	Videogrametria 65 Hz	G1: 10,3±0,9 G2: 13,4±1,1 G3: 17,1±2,3	53,64±6,12 66,24±8,28 79,92±8,28	--	--	FRS; velocidades angulares e momento articular (quadril joelho e tornozelo).
BERJAN BACVAREVIC et al. (2012)	106	Radar Sports Radar Speed Gun SR3600	G1: 12,2±0,3 G2: 13,1±0,2 G3: 14,3±0,3 G4: 15,3±0,3	58,54 – 82,06 60,55 – 89,39 65,05 – 98,05 66,06 – 103,38	--	0,53 m 0,48 m 0,47 m 0,43 m	Consistência Bias
KAPIDZIC, HUREMOVIC e BIBEROVIC (2014)	13	Videogrametria 300 Hz	13±0,5	75,41	48,96	--	Velocidade linear do joelho, comprimento do último passo, distância do pé de suporte a bola.
WONG et al. (2009)	70	Radar Sports Radar Gun SRA 3000	Sub-14 (13 –13,4)	67,9 – 76,3	--	--	--
BARBIERI et al. (2008)	19 [£]	Videogrametria 120 Hz	13,6±0,5	65,52±6,48	77,4±10,08	20%	Velocidades lineares das articulações do quadril, joelho e tornozelo.
KATIS e KELLIS (2010)	10	Videogrametria 200 Hz	13,6±0,7	65,16±5,36 – 70,63±6,80	--	--	Velocidades lineares e angulares (quadril, joelho e tornozelo), duração da fase de suporte e pré- suporte.

KATIS e KELLIS (2011)	10	Videogrametria 200 Hz	13,6±0,7	61,42±5,26 – 69,98±6,41	--	--	Velocidade angular e linear (quadril, joelho e tornozelo), força de reação do solo.
TOMAS et al. (2014)	22	Radar Stalker ATS 35,1 GHz	15,6±0,4	102,89±4,45	--	--	--
KATIS, KELLIS e LEES (2015)	10	Videogrametria 120 Hz	15,1±0,7	69,98±6,77	--	--	Velocidade angular e linear e tempo para o pico de velocidade (quadril, joelho e tornozelo).
GARCIA-PINILLOS et al. (2014)	30	Videogrametria 480 Hz	15,9±1,43 (14 – 18)	70,31±5,08 – 84,96±6,19	--	--	--
SOUSA, GARGANTA e GARGANTA (2003)	31	Radar Stalker	Sub-17 (16,5±0,6)	85,32±5,04	--	--	--
JUAREZ et al. (2011b)	21	Videogrametria 250 Hz	16,1±0,2	108,22±5,54	88,52±4,79	--	Velocidades lineares (quadril, joelho e tornozelo), ângulos (braço, tronco, coxa, perna, pé).
JUAREZ et al. (2011a)	21	Videogrametria 250 Hz	16,1±0,2	108,22±5,54 – 109,19±5,18	66,71±9,94 – 88,52±4,79	--	Velocidades lineares articulares (quadril, joelho, tornozelo); FRS.
MCLEAN e TUMILTY (1993)	12	Radar Midex radar gun	16,8±0,7	64±5 – 79±6	--	58,33–66,67%	Distância do pé de suporte a bola
NUNOME et al. (2006)	5	Videogrametria 200 Hz	16,8±0,4	115,56±6,12	85,68±3,6	--	Velocidade angular (coxa, perna+pé), momento articular resultante, impulso angular.
TORREBLANCA-MARTINEZ, OTERO-SABORIDO e GONZALEZ-JURADO (2017)	15	Videogrametria 50 Hz	17 – 18	--	55,8±8,28	--	--

RE, CORREA e BOHME (2010)	14 [£]	Videogrametria 120 Hz	Sub-17 (16,9±0,5)	73,44±7,92 – 84,96±6,48	53,64±6,48 – 56,52±3,96	--	Tempo para o contato com a bola, amplitude de movimento, tempo entre o pico de velocidade do pé e o contato com a bola.
MARQUES et al. (2011)	16	Radar, 3300 Sports radar	17,6±0,6	91,16 – 96,63	--	--	--
RUSSELL, BENTON e KINGSLEY (2010)	20	Videogrametria 50 Hz	18±5	60,12±5,4 (59,76 – 60,48)	--	1,17±0,41 m (0,99 – 1,34) e 68±14% (62 – 73)	--
LOPEZ-SEGOVIA et al. (2015)	21	Radar, Stalker Sport	18,4±0,8 (Sub-19)	89,6±5,2 – 97,5±5,6	--	--	--
NAVARRO et al. (2013)	10	Microfones 1000 Hz	19,1±1,9	63±7,92 – 67,68±5,4	--	1,25 – 1,64 m	Erro variável
AMIRI-KHORASANI e KELLIS (2013)	12	Videogrametria 200 Hz	19,16±0,83	81,04±6,70 – 96,66±8,68	55,22±7,24 – 67,50±9,22	--	RMS (EMG): reto femoral, vasto lateral e medial; velocidade angular (joelho e tornozelo).
BROPHY et al. (2010)	13	Videogrametria 250 Hz	20±1,6	57,96±8,28 – 61,56±15,48	--	--	EMG: íliaco, glúteo médio e máximo, vasto lateral e médio, isquiotibiais, gastrocnêmio, tibial anterior; máxima flexão do joelho e extensão do quadril; máximo varo e valgo.
MANOLOPOULOS et al. (2013)	20	Videogrametria 120 Hz	19,9±1,4	93,98 – 99,35	75,42±9,76 – 83,56±10,84	--	Velocidades lineares e angulares (quadril, joelho e tornozelo); FRS; EMG: reto femoral, vasto medial, bíceps femoral cabeça longa e gastrocnêmio medial.

APRIANTONO et al. (2006)	7	Videogrametria 500 Hz	20±2,1	102,24±5,76 – 96,48±3,96	97,56±4,32 – 93,6±4,68	--	Velocidade angular pico (coxa e perna+pé), momento muscular e momento interativo do membro inferior de chute.
MARKOVIC, DIZDAR e JARIC (2006)	77	Radar 35,1 GHz	20,1±1,1	95,4±9 – 96,12±9,72	--	--	--
ALI et al. (2007)	48	Radar	20,2±1,5	74,4±4,2 – 79,8±4,5	--	--	--
ORLOFF et al. (2008)	11	Videogrametria 60 Hz	20,2±1,2	81,72±11,16	--	--	Distância do pé de suporte a bola, FRS, ângulo do joelho, inclinação do tronco.
RODRÍGUEZ-LORENZO et al. (2016)	23	Radar 24,125 GHz	20,27±4,49	113,33±5,22	--	--	--
ANDERSON e SIDAWAY (1994)	5	Videogrametria 60 Hz	20,3	--	78,84±5,4 – 92,16±3,96	--	Velocidade angular máxima e amplitude de movimento do quadril e do joelho
LEES e OWENS (2011)	8	Videogrametria 240 Hz	20,5±1,1	50,76±6,12 - 63±7,92	--	--	Flexão e extensão (pelve, joelho e tornozelo), rotação (pelve), adução (perna) e abdução (coxa).
LEES, KERSHAW e MOURA (2005)	8	Videogrametria 240 Hz	20,6	88,92±8,89	70,2±6,88	--	Velocidades lineares e angulares (quadril, joelho e tornozelo), comprimento do último passo.
SASADAI et al. (2015)	11	Videogrametria 200 Hz	20,8±1,1	66,60 – 75,44	48,28 – 49,54	--	Ângulo de flexão plantar, amplitude de movimento.
MANOLOPOULOS et al. (2004)	16	Videogrametria 60 Hz	21,1±1,3	91,08±9 – 100,44±6,48	75,24±13,68 – 91,8±3,96	--	Velocidades lineares e angulares (tornozelo, joelho e quadril).

Notas: Freq = frequência de aquisição na coleta de dados; Para os estudos que apresentaram gráficos, foram feitas aproximações matemáticas dos resultados; Para os estudos que apresentaram os resultados em m/s, os valores foram convertidos para km/h. £ = futsal; FRS = força de reação do solo.

1.2.2. Relação entre cinemática de movimento e performance no chute

Um corpo crescente de conhecimento existe sobre chutes de pênalti no futebol e muitos estudos prévios utilizaram essa abordagem, como forma de compreender melhor a cinemática de movimento nessa tarefa (NAVARRO et al., 2013; LOPES; ARAUJO; DAVIDS, 2014; PEREIRA SANTIAGO et al., 2016). Em cobranças de pênalti, chutes executados com acurácia força suficiente (i.e. velocidade da bola $> 22 \text{ m.s}^{-1}$) são quase impossíveis de serem interceptados pelos goleiros (NAVARRO et al., 2013). Dentre os fatores biomecânicos relacionados ao desenvolvimento de alta velocidade da bola, a velocidade do pé no momento do contato parece ser o principal deles, existindo uma relação robusta entre estas duas variáveis (LEVANON; DAPENA, 1998; DORGE et al., 2002; KAWAMOTO et al., 2007; LEES et al., 2010; DE WITT; HINRICHS, 2012).

Além de fatores clássicos como o tipo de chute executado (LEVANON; DAPENA, 1998; NUNOME et al., 2002) membro utilizado (MCLEAN; TUMILTY, 1993; DORGE et al., 2002; NUNOME et al., 2006; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2008; BARBIERI et al., 2015; VIEIRA et al., 2016a), o nível de competição (KAWAMOTO et al., 2007; NASER; ALI, 2016) e o gênero (BARFIELD; KIRKENDALL; YU, 2002; BROPHY et al., 2010; KATIS; KELLIS; LEES, 2015), os fatores relacionados a técnica/cinemática de movimento (LEES; NOLAN, 1998; SINCLAIR et al., 2014) principalmente de características mecânicas em eventos que antecedem e durante o instante de impacto pé-bola (DE WITT; HINRICHS, 2012) também estão altamente relacionados ao desenvolvimento de alta velocidade da bola e velocidade do pé durante o chute.

Tabela 1.2. Breve revisão de literatura sobre os estudos que avaliaram a associação entre velocidade da bola (V_{BOLA}) e a velocidade do pé ($V_{\text{PÉ}}$) durante o desempenho no chute.

Estudo ($N = 23$)	Amostra (idade)	Freq	r	P	Razão ($V_{\text{BOLA}}/V_{\text{PÉ}}$)
APRIANTONO et al. (2006)	7 jogadores universitários ($20 \pm 4,3$ anos)	500 Hz	repouso = 0.572 fadiga = 0.314	< 0,01 > 0,05	--
KAWAMOTO et al. (2007)	7 jogadores experientes ($24,2 \pm 5,5$ anos)	200 Hz	0,94	< 0,001	1,39 – 1,50
NUNOME et al. (2006)	9 jogadores experientes ($27,6 \pm 5,6$ anos)	1000 Hz	0,802 – 0,712	< 0,05	1,35 – 1,32
RODANO et al. (1993)			0,49 – 0,69	< 0,05	--
LEVANON e DAPENA (1998)	6 jogadores de nível universitário	200 Hz	0,83	< 0,05	--
ASAMI e NOLTE (1983)	jogadores profissionais de futebol		0,74	--	1,06
ISOKAWA e LEES (1988)			0,52	--	1,65
ANDERSEN, DÖRGE e THOMSEN (1999)	7 jogadores experientes	400 Hz	relação linear positiva (gráfica)	--	--
LEES, KERSHAW e MOURA (2005)	8 jogadores experientes (20,6 anos)	240 Hz	0,352	> 0,05	1,57
KAPIDZIC, HUREMOVIC e BIBEROVIC (2014)	13 jovens jogadores em idade escolar ($13 \pm 0,5$ anos)	300 Hz	0,641	< 0,05	--
HUSSAIN e ARSHAD BARI (2013)	1 jogador de futebol colegial da Índia	50 Hz	0,94	--	--

BARBIERI et al. (2010)	10 jogadores universitários de futsal (21,8±2,2 anos)	120 Hz	bola estacionária = 0,76 bola em movimento = 0,67	< 0,001	--
SHINKAI et al. (2009)	2 jogadores profissionais (21 anos)	2000 Hz	--	--	1,39 – 1,44
KATIS, KELLIS e LEES (2015)	10 jogadores amadores em idade puberal (15,1±0,7 anos)	120 Hz	--	--	1,58±0,26
NUNOME et al. (2002)	5 jogadores de nível universitário	200 Hz	--	--	1,38
PLAGENHOEF (1971)					1,29
KATIS; KELLIS (2010)	10 jogadores habilitados (13,6±0,7 anos)	200 Hz	--	--	1,61 – 1,48
ANDERSEN, KRISTENSEN e SØRENSEN (2005)	6 jogadores sub-elite (23-29 anos)	240 Hz	relação linear positiva (gráfica)	--	--
DE WITT e HINRICHS (2012)	60 jogadores de futebol experientes	60 Hz	0,83	< 0,01	--
KELLIS, KATIS e VRABAS (2006)	10 jogadores experientes de futebol (22,6±2 anos)	120 Hz	--	--	1,33 – 1,40
VIEIRA (2014)	12 jogadores profissionais de futsal	240 Hz	0,731 – 0,546	< 0,01	--
BARBIERI et al. (2008)	19 jovens jogadores de futsal (13,6±0,5 anos)	120 Hz	0,15 – 0,42	> 0,05	--
SASADAI et al. (2015)	11 jogadores experientes (20,8±1,1 anos)	200 Hz	0,71 – 0,84 0,55 – 0,59	< 0,05 > 0,05	-- --

Notas: **Freq** = frequência de aquisição na coleta de dados. **r** = coeficiente de correlação entre V_{BOLA} e $V_{PÉ}$. **P** = nível de significância estatística.

Para exemplificar, velocidade da corrida de aproximação e cinemática angular de posicionamento do corpo para o contato com a bola (KELLIS; KATIS; GISSIS, 2004), a velocidade angular pico da coxa, velocidade linear do pé relativamente a do joelho, velocidade linear do joelho relativamente à do quadril (DE WITT; HINRICHS, 2012), velocidade angular pico de extensão do joelho (SINCLAIR et al., 2014), comprimento do último passo (LEES; KERSHAW; MOURA, 2005), distância entre o pé de suporte e a bola (KAPIDZIC; HUREMOVIC; BIBEROVIC, 2014) e área de contato entre o pé e a bola (BARFIELD, 1998; DORGE et al., 2002) são elementos que influenciaram diretamente no desempenho, de acordo com pesquisas anteriores. Apesar disso, a maioria dos estudos teve como amostra a população adulta (Tabela 1.2).

1.2.3. Desempenho de corrida nos jovens jogadores durante jogos oficiais

Avanços significativos nas ciências computacionais aplicadas ao esporte, como na visão computacional e no processamento de imagens, proveram formas mais eficientes de obter e analisar dados e tornaram possível compreender aspectos sobre a taxa de trabalho ou desempenho físico durante jogos oficiais de competição em larga escala no futebol (CARLING et al., 2008), principalmente em jogadores profissionais (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; BARROS et al., 2007; DI SALVO et al., 2007; RAMPININI et al., 2007; BRADLEY et al., 2009; RAMPININI et al., 2009; CARLING, 2011; CARLING; DUPONT, 2011; DELLAL et al., 2011; LAGO-PENAS et al., 2011; NASSIS et al., 2015; BRADLEY et al., 2016; BUSH et al., 2017).

Até próximo ao ano de 2010, reconhecidamente, existiam poucos trabalhos focados em compreender o desempenho físico de jogadores de futebol jovens durante situação de jogo ou competições oficiais, quando comparado com quantidade de informações obtidas em atletas profissionais (CARLING et al., 2008). Entretanto, nos últimos anos houve uma mudança nesse quadro, e dados de diferentes faixas de idade,

desde jogadores sub-9 até jogadores do sub-20 já estão disponíveis na literatura científica (CAPRANICA et al., 2001; CASTAGNA; D'OTTAVIO; ABT, 2003; STROYER; HANSEN; KLAUSEN, 2004; CASTAGNA et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2010; HARLEY et al., 2010; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011b; BUCHHEIT; SIMPSON; MENDEZ-VILLANUEVA, 2013; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; BUCHHEIT et al., 2014; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA, 2014; REBELO et al., 2014; BARBERO-ALVAREZ et al., 2015; GOTO; MORRIS; NEVILL, 2015a; b; HUNTER et al., 2015; SAWARD et al., 2015; AQUINO et al., 2016a; AQUINO et al., 2016b; ATAN; FOSKETT; ALI, 2016; DONCASTER et al., 2016; FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016).

A Tabela 1.3 apresenta uma breve descrição dos estudos, que preencheram os critérios para serem incluídos nesta revisão, quanto às características da amostra (número de participantes, idades e nacionalidade), tipo dos jogos analisados e a tecnologia utilizada. Na Tabela 1.4 são reportados os principais resultados, como distância total percorrida (m), intensidade (m/min), velocidade máxima, e faixas de velocidade (%). Foram encontrados dados de jogadores principalmente na Europa, como na Itália, Dinamarca, França, San Marino, Inglaterra, Turquia, Portugal, e até mesmo no Qatar (Ásia) ou Nova Zelândia (Oceania), e alguns com localidade não informada. Estudos com n entre 6 – 263 sujeitos foram verificados. A maior parte dos estudos revisados adotou o GPS (*Global Positioning System*) para obter os dados de deslocamentos dos jovens jogadores, com frequência de aquisição entre 1 – 5 Hz majoritariamente. No entanto também foram encontradas publicações que utilizaram análise observacional a partir de gravações de vídeo, ou métodos baseados em videogrametria, como técnica de triangulações e mais recentemente o rastreamento computacional, manual ou automático (30 Hz) (Tabela 1.3).

Tabela 1.3. Relação de estudos selecionados com a temática de desempenho físico durante jogo em jovens jogadores no futebol.

Referência (N = 25)	Sujeitos	Tipo	Tecnologia e referência utilizada
[1] CAPRANICA et al. (2001)	n = 6; 11 anos (Itália)	Oficial	Análise observacional – gravações de vídeo
[2] CASTAGNA, D'OTTAVIO e ABT (2003)	n = 11; 11,8±0,6 anos (Itália)	Oficial	Videogrametria – técnica de triangulações
[3] STROYER, HANSEN e KLAUSEN (2004)	n = 26; 12,1±0,7–14±0,2 anos (Dinamarca)	Oficial	Análise observacional – gravações de vídeo
[4] PEREIRA DA SILVA, KIRKENDALL e LEITE DE BARROS NETO (2007)	n = 75; sub-15–sub-20 (Brasil)	Oficial	Análise observacional – gravações de vídeo
[5] BUCHHEIT, DELHOMEL e AHMAIDI (2008)	n = 9; 14,2±05, anos (França)	Oficial	GPS – FRWD Technologies (1 Hz)
[6] CASTAGNA et al. (2009)	n = 21; 14,1±0,2 anos (San Marino)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[7] BUCHHEIT et al. (2010b)	n = 77; sub-13 – sub-18 (Qatar)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[8] CASTAGNA et al. (2010)	n = 18; 14,4±0,1 anos (San Marino)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[9] HARLEY et al. (2010)	n = 112; sub-12 – sub-16 (Inglaterra)	Oficial	NdGPS – MinimaxX, Catapult, Australia (5 Hz)
[10] MENDEZ-VILLANUEVA et al. (2011b)	n = 14; 16,7±0,7 anos	Amistoso	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[11] ASLAN et al. (2012)	n = 32; 17,6±0,6 anos (Turquia)	Amistoso	Videogrametria – rastreamento manual
[12] MENDEZ-VILLANUEVA et al. (2013)	n = 103; sub-13 – sub-18 (Europa)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[13] WALDRON e MURPHY (2013)	n = 31; sub-14 (Inglaterra)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (5 Hz)

Referência (N = 25)	Sujeitos	Tipo	Tecnologia e referência utilizada
[14] REBELO et al. (2014)	n = 30; sub-17 (Portugal)	Oficial	Análise observacional – gravações de vídeo
[15] GOTO, MORRIS e NEVILL (2015a)	n = 81; sub-11 – sub-16 (Inglaterra)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[16] GOTO, MORRIS e NEVILL (2015b)	n = 34; sub-9 e sub-10 (Inglaterra)	Oficial ^b	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 Hz)
[17] HUNTER et al. (2015)	n = 12; sub-18 (Inglaterra)	Oficial	GPS – MinimaxX, Catapult Innovations, Australia (5 Hz)
[18] SAWARD et al. (2015)	n = 263; sub-9 – sub-18 (idem)	Oficial ^c	GPS – GPSPORTS, Austrália (1 e 5 Hz)
[19] AQUINO et al. (2016a)	n = 18; sub-16 (Brasil)	Simulado	Videogrametria – rastreamento automático DVIDEOW (30 Hz)
[20] ATAN, FOSKETT e ALI (2016)	n = 85; sub-13 – sub-15 (Nova Zelândia)	Oficial	GPS – GPSPORTS, Austrália (5 Hz)
[21] AQUINO et al. (2016b)	n = 10; 15,4±0,2 anos (Brasil)	Simulado	Videogrametria – rastreamento automático DVIDEOW (30 Hz)
[22] FERNANDES-DA-SILVA et al. (2016)	n = 33; 13,5 – 15,9 anos (Brasil)	Simulado	GPS – K-GPS, K-Sport, Itália (10 Hz)
[23] DONCASTER et al. (2016)	n = 17; 12 – 14 anos (Inglaterra)	Simulado	GPS – Catapult, Australia (10 Hz)
[24] BELLISTRI et al. (2016)	n = 27; sub-8 e sub-10 (Itália)	Oficial	GPS – K-GPS, K-Sport, Itália (10 Hz)
[25] AL HADDAD et al. (2015)	n = 180; sub-13 – sub-17	Oficial	GPS – GPSPORTS Austrália (1 Hz)

^b = número de jogadores reduzido (6 vs 6). ^c = número de jogadores reduzido (sub-9 – sub-10: 5 vs 5 ou 7 v 7, sub-11: 7 vs 7 – 11 vs 11, sub-12 – sub-18: 11 vs 11).

Tabela 1.4. Desempenho físico e perfil de atividades em jogo dos jogadores jovens, por faixa de idade, nos estudos revisados.

Estudo	Distância percorrida (m)	Intensidade (m/min)	Faixas de esforços (por grupo etário)			
[1] ^b	--	--	Faixas / idades	11 anos		
			Correndo (%)	55		
			Andando (%)	38		
			Inatividade (%)	4		
			Saltando (%)	3		
[2]	6175±318	102,92	Faixas / idades	11,8±0,6 anos		
			Andando para frente (m)	1112±102 (18%)		
			Andando para trás (m)	32±22 (0,52%)		
			Corrida lateral e para trás (m)	217±165 (3,51%)		
			CBI (m) (< 8,0 km/h)	3200±354 (51,82%)		
			CMI (m) (8,1 – 13,0 km/h)	986±163 (15,97%)		
			CAI (m) (13,1 – 18 km/h)	468±89 (7,58%)		
			CVM (> 18 km/h)	114±73 (1,85%)		
			AAI (> 13 km/h)	9,43%		
[3] ^b	--	--	Faixas / idades	12,1±0,7 anos	12,6±0,6 anos	14,0±0,2 anos
			Parado (%)	9,6	3,6	3,1
			Andando (%)	63,9	57,1	53,8
			CBI (%)	19,6	31,3	34,0
			CAI (%)	6,8	7,9	9,0
[4]	Sub-15: 7077,4±545,1	118	Faixas / idades	Sub-15	Sub-17	Sub-20
			Jogging (%)	48,2±7,6	44,4±7,1	46,3±5,2
	Sub-17: 8638,7±519,7	105	Andando (%)	32,9±6,5	35,2±6,5	31,6±5,2
			SPR (%)	4,3±2,5	5,6±2,8	6,1±2,3
	Sub-20: 9809,7±459,2	109	Movimento lateral (%)	4,9±2,8	4,8±2,5	5,6±2,7
			Andando para trás (%)	4,4±1,6	4±1,8	4,1±1,6
			Correndo para trás (%)	2,3±1,1	2±1,4	2,6±1,4
			Jogging com bola (%)	2,5±1,4	3,2±0,8	2,9±1,2
			SPR com bola (%)	0,4±0,4	0,8±0,5	0,8±0,6
[5] ^b	5372±125	67,15	Faixas / idades	14,2±0,5 anos		
			Parado (%)	5,61 – 6,81		
			0,5 – 5,9 km/h (%)	60,31 – 67,78		
			6 – 8,9 km/h (%)	17,27 – 24,14		
			9 – 11,9 km/h (%)	5,61 – 7,11		
			12 – 14,9 km/h (%)	0,21 – 0,97		
			15 – 16,9 km/h (%)	0		
			> 17 km/h (%)	0		

Estudo	Distância percorrida (m)	Intensidade (m/min)	Faixas de esforços (por grupo etário)						
[6]	6204±731	102,88	Faixas / idades	14,1±0,2 anos					
			Parado (m) (0 – 0,4 km/h)	--					
			Andando (m) (0,4 – 3,0 km/h)	508±98 m (8,19%)					
			Jogging (m) (3,0 – 8,0 km/h)	2981±272 m (48,05%)					
			CMI (m) (8,0 – 13,0 km/h)	1694±565 m (27,30%)					
			CAI (m) (13,0 – 18,0 km/h)	741±280 m (11,94%)					
			SPR (m) (> 18,0 km/h)	234±137 m (3,77%)					
			AAI (m) (CAI + SPR)	975,6±368 m (15,73%)					
[7]	sub-13: 6549±597	93,56	Faixas / idades	Sub-13	Sub-14	Sub-15	Sub-16	Sub-17	Sub-18
	sub-14: 7383±640	105,47	CBI (m) (< 13,0 km/h)	5370±470	5799±454	6288±610	6480±845	6749±768	6650±565
	sub-15: 8129±879	101,61		(82%)	(78,55%)	(77,35%)	(77,96%)	(77,51%)	(75,0%)
	sub-16: 8312±1054	103,90	CAI (m) (13.1 – 16 km/h)	671±180	821±231	954±297	968±258	991±370	976±240
	sub-17: 8707±1101	108,84		(10,25%)	(11,12%)	(11,74%)	(11,65%)	(11,38%)	(11,0%)
	sub-18: 8867±859	98,52	CMAI (m) (16.1 – 19 km/h)	323±87	446±162	477±156	479±180	519±155	574±134
				(4,93%)	(6,04%)	(5,87%)	(5,76%)	(5,96%)	(6,47%)
			SPR (m) (> 19.1 km/h)	186±92	318±183	410±204	384±163	449±147	666±256
				(2,84%)	(4,31%)	(5,04%)	(4,62%)	(5,16%)	(7,51%)
			AAI (m) (CMAI + SPR)	509±156	763±307	887±311	864±314	967±221	1239±337
				(7,77%)	(10,33%)	(10,91%)	(10,39%)	(11,11%)	(13,97%)
			Velocidade pico (km/h)	22,3±1,4	24,4±1,8	26,0±2,3	26,3±2,3	26,6±2,2	28,3±2,2
[8]	6087±582	101,45	Faixas / idades	14,4±0,1 anos					
			Parado (m) (0 – 0,4 km/h)	486±93 (7,98%)					
			Andando (m) (0,4 – 3,0 km/h)	3029±274 (49,76%)					
			Jogging (m) (3,0 – 8,0 km/h)	1630±405 (26,78%)					
			CMI (m) (8,0 – 13,0 km/h)	713±258 (11,71%)					
			CAI (m) (13,0 – 18,0 km/h)	217±129 (3,56%)					
			SPR (m) (> 18,0 km/h)	930±362 (15,28%)					
[9]	Sub-12: 5967±1277	103,7		Sub-12	Sub-13	Sub-14	Sub-15	Sub-16	
	Sub-13: 5813±1160	98,8	CAI = Corrida + CAI + SPR (m)	1713±371	1756±520	1841±628	1755±591	2481±1044	
				(28,71%)	(30,21%)	(32,21%)	(29,17%)	(31,52%)	
	Sub-14: 5715±2060	106,5	CMAI = CAI + SPR (m)	662±180	644±259	748	669	951±479	
				(11,09%)	(11,08%)	(13,09%)	(11,12%)	(12,08%)	
	Sub-15: 6016	118,7	SPR (m)	174±64	167±96	248	194	302±184	
				(2,92%)	(2,87%)	(4,34%)	(3,22%)	(3,84%)	
	Sub-16: 7872	115,2							
[10]	--	--	Faixas / idades	16,7±0,7 anos					
			Velocidade pico (km/h)	26,8±1,3 – 31±0,4					

Estudo	Distância percorrida (m)	Intensidade (m/min)	Faixas de esforços (por grupo etário)													
[11]	t1: 5146±445	114,36	Faixas / idades				17,6±0,6 anos									
	t2: 4754±456	105,64					t1					t2				
			Andando (0 – 6 km/h)				1443±166 (28,04%)					1528±161 (32,14%)				
			Jogging (6,1 – 8 km/h)				671±144 (13,04%)					596±144 (12,54%)				
			CBI (8,1 – 12 km/h)				1263±209 (24,54%)					1076±238 (22,63%)				
			CMI (12,1 – 15 km/h)				724±180 (14,07%)					630±166 (13,25%)				
			CAI (15,1 – 18 km/h)				454±118 (8,82%)					395±93 (8,31%)				
			SPR (> 18,1 km/h)				591 (11,48%)					529 (11,13%)				
[12] ^d			Sub-13				Sub-14		Sub-15		Sub-16		Sub-17		Sub-18	
	t1	t2		t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2	
	Sub-13	4024	3449	0 – 60% VMA	2015	1741	2175	2090	2194	2156	2420	2250	2467	2411	2505	2477
				(m)	(50%)	(50%)	(53%)	(54%)	(53%)	(56%)	(55%)	(55%)	(57%)	(58%)	(59%)	(61%)
	Sub-14	4099	3845	61 – 80% VMA	792	632	849	717	877	811	963	859	897	830	840	726
				(m)	(20%)	(18%)	(21%)	(19%)	(21%)	(21%)	(22%)	(21%)	(21%)	(20%)	(20%)	(18%)
	Sub-15	4118	3883	81 – 100% VMA (m)	613	547	557	519	557	491	575	538	519	472	462	396
					(15%)	(16%)	(14%)	(13%)	(14%)	(13%)	(13%)	(13%)	(12%)	(11%)	(11%)	(10%)
	Sub-16	4420	4099	101% VMA – 30% VAR (m)	349	349	330	321	292	264	311	311	311	283	292	274
					(9%)	(10%)	(8%)	(8%)	(7%)	(7%)	(7%)	(8%)	(7%)	(7%)	(7%)	(7%)
	Sub-17	4316	4137	> 31% VAR	255	180	188	198	198	161	151	141	122	141	161	179
	Sub-18	4256	4052	(m)	(6%)	(5%)	(5%)	(5%)	(5%)	(4%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(4%)	(4%)
[13] ^f	--	105,4±7,7–115.7±6,6	Faixas / idades				Sub-14									
			CBI (< 6 km/h)				42,4±3,8 – 46,5±4,5									
			CMI (6,1 – 13 km/h)				48,3±7,1 – 51,2±3,0									
			CAI (13,1 – 19 km/h)				11,5±3,7 – 14,5±2,3									
			CMAI (> 19,1 km/h)				3,2±1,4 – 3,4±0,7									
			Velocidade pico (km/h)				25,8±2,2 – 26,8±4,3									
[14]	6331±948	79,14	Faixas / idades				Sub-17									
			Parado (0 – 0,4 km/h) (m)				--									
			Andando (0,4 – 3 km/h) (m)				2116±482 (33,42%)									
			Jogging (3 – 8 km/h) (m)				2025±458 (31,99%)									
			CMI (8 – 13 km/h) (m)				1102±371 (17,41%)									
			CAI (13 – 18 km/h) (m)				529±312 (8,36%)									
			SPR (> 18 km/h) (m)				230±135 (3,63%)									
			Corrida para trás (5 – 15 km/h) (m)				309±205 (4,88%)									
[15] ^e	sub-11: 5800 m	95 (5700 m/h)	Faixas / idades				Sub-11	Sub-12	Sub-13	Sub-14	Sub-15	Sub-16				
	sub-12: --	--	P + A (0 – 1,5 m/s)				2011±151	2119±104	2004±185	1908±186	1830±226	1927±190				
	sub-13: --	--	Jogging (1,6 – 3,0 m/s)				2166±271	2277±288	2319±280	2242±235	2282±252	2343±261				
	sub-14: --	--	CBI (3,1 – 4,5 m/s)				1334±181	1257±192	1427±328	1595±239	1709±227	1675±282				
	sub-15: (7700 m)	--	CMI (4,6 – 6,0 m/s)				349±183	363±136	420±152	515±141	629±184	578±128				
	sub-16: --	111,67 (6700 m/h)	CAI (> 6,0 m/s)				29±22	52±71	72±39	118±66	148±61	64±71				
		--														

Estudo	Distância percorrida (m)	Intensidade (m/min)	Faixas de esforços (por grupo etário)											
[16]	Sub9: 4356±478 (4675±311 m/h)	77,92	Faixas / idades		Sub-9			Sub-10						
			Andando (m)		966±89 (22,18%)			865±131 (21,33%)						
			Jogging (m)		1560±207 (35,81%)			1594±229 (39,30%)						
	Sub-10: 4056±541 (4778±466 m/h)	79,63	CBI (m)		1189±239 (27,30%)			927±208 (22,86%)						
			CMI (m)		462±109 (10,61%)			485±139 (11,96%)						
			CAI (m)		166±52 (3,81%)			186±60 (4,59%)						
[17]	10296±683	114,4	Faixas / idades		Sub-18									
			CBI (< 14,99 km/h) (%)		82,98									
			CAI (15 – 17,99 km/h) (%)		8,87									
			CMAI (18 – 24,99 km/h) (%)		7,21									
			SPR (25 – 35 km/h) (%)		0,95									
[18] ^{d,e}	sub-9: 4586	76,43	Faixas / idades		Sub-9	Sub-10	Sub-11	Sub-12	Sub-13	Sub-14	Sub-15	Sub-16	Sub-17	Sub-18
	sub-10: 5326	88,77	idades											
	sub-11: 5492	91,53	CBI	3620	3968	4013	4118	4390	4586	4888	4798	4949	4330	
	sub-12: 5869	97,82	(m/h)	(78,94%)	(74,50%)	(73,07%)	(70,17%)	(67,03%)	(70,03%)	(69,82%)	(72,60%)	(70,69%)	(69,31%)	
	(5627 – 6257 m)		CAI	979	1326	1492	1703	2126	1945	2096	1809	2066	1900	
	sub-13: 6549	109,15	(m/h)	(21,35%)	(24,90%)	(27,17%)	(29,02%)	(32,46%)	(29,70%)	(29,94%)	(27,37%)	(29,51%)	(30,41%)	
	sub-14: 6549	109,15	SPR	--	--	323,48	240,46	297,07	334,80	300,84	312,16	305,56	338,58	
	sub-15: 7001	116,68	(m/h)			(5,89%)	(4,10%)	(4,54%)	(5,11%)	(4,30%)	(4,72%)	(4,36%)	(5,42%)	
	sub-16: 6609	110,15												
	(6475 – 7105 m)													
	sub-17: 7001	116,68												
	sub-18: 6247	104,12												
[19]	6248,76±575,06 (104,17)	6,25±0,58 km/h	Faixas / idades		Sub-16									
			Parado (≤ 0,4 km/h) (%)		0,08±0,04									
			Andando (0,4 – 3 km/h) (%)		6,17±1,38									
			Jogging (3,1 – 8 km/h) (%)		41,64±5,11									
			CMI (8,1 – 13 km/h) (%)		27,98±2,62									
			CAI (13,1 – 18 km/h) (%)		15,67±2,47									
			SPR (> 18 km/h) (%)		9,06±2,40									
			AAI (CAI + SPR) (%)		24,73±4,29									
[20]	Sub-13: 4516±703	96,61	Faixas / idades		Sub-13			Sub-14		Sub-15				
	Sub-14: 5385±1296	95,78	Parado (m)		220,3±98,5 (4,88%)			323,8±153,8 (6,01%)		306,3±146,3 (4,64%)				
			Andando (m)		747,1±231 (16,54%)			746,2±346,1 (13,86%)		536±185,1 (8,12%)				
	Sub-15: 6600±1480	94,3	CBI (m)		1491±386,1 (33,02%)			1847±569,4 (34,30%)		2152±760 (32,61%)				
			CMI (m)		1413±279,1 (31,29%)			1628±443,9 (30,23%)		2000±479,5 (30,30%)				
			CAI (m)		612,2±144,6 (13,56%)			835,2±261,4 (15,51%)		1599±382,8 (24,23%)				
			SPR (m)		4,7±3,8 (0,1%)			4,3±1,5 (0,08%)		5,5±3,1 (0,08%)				

Estudo	Distância percorrida (m)	Intensidade (m/min)	Faixas de esforços (por grupo etário)						
[21]	6,11±0,49–6,43±0,38 km (6110 – 6430 m)	6,11–6,44 km/h (101,83 – 107,33 m/min)	Faixas / idades	15,4±0,2 anos					
			Parado (≤ 0,4 km/h) (%)	0,07 – 0,10					
			Andando (0,4 – 3 km/h) (%)	6,03 – 6,71					
			Jogging (3,1 – 8 km/h) (%)	39,30 – 42,71					
			CMI (8,1 – 13 km/h) (%)	27,29 – 30,24					
			CAI (13,1 – 18 km/h) (%)	14,40 – 16,76					
			SPR (> 18 km/h) (%)	7,68 – 10,06					
			AAI (CAI + SPR) (%)	22,08 – 26,59					
			Velocidade pico (km/h)	30,46 – 34,06					
[22]	7158,9 ± 653,4	102,3 ± 9,33	Faixas / idades	13,5 – 15,9 anos					
			CAI (13 – 18 km/h) (m)	929±72 – 1397±64 (~14,19 – 18,11%)					
			SPR (> 18 km/h) (m)	360±58 – 569±59 (~5,02 – 7,38%)					
			AAI (CAI + SPR) (m)	1319±93 – 1967±99 (~20,14±1,30 – 25,5±1,38%)					
[23]	--	110,6±9,6 – 116,4±9,2	Faixas / idades	12 – 14 anos					
			CAI (m)	718,8±193,0 – 1207,1±298,3 (16,2±3,8 – 25,6±4,9%)					
			CMAI (m)	77,1±36,3 – 184±76,9 (3,6±1,7 – 7,9±2,8%)					
[24]	Sub-8: 2229±331	~50	Faixas / idades	Sub-8		Sub-10			
	Sub-10: 3541±511	~78	Andando (m)	< 6,3 km/h	~1073 (49±7%)	< 6,7 km/h	~1249 (36±7%)		
			Jogging (m)	6,4-8,4 km/h	~318 (14±2%)	6,8-9,6 km/h	~800 (22±4%)		
			Correndo (m)	8,5-11,5 km/h	~440 (20±4%)	9,7-13,2 km/h	~855 (24±4%)		
			CAI (m)	11,6-17,3 km/h	~365 (~16,37%)	13,3-18,2 km/h	~ 556 (~15,70%)		
			SPR (m)	> 17,3 km/h	~25 (1±1%)	> 18,2 km/h	~86 (2±1%)		
			Correndo + CAI + SPR (m)	> 8,5 km/h	836±279 (38,8±8%)	> 9,7 km/h	1503±391 (42±6%)		
[25]	--	--	Sub-13	Sub-14	Sub-15	Sub-16	Sub-17		
			Velocidade pico (km/h)	23,4±1,8	25,1±2,3	25,6±2,4	26,2±2,5	26,8±1,9	

Notas: P = parado; A = andando; CBI = corrida de baixa intensidade; CMI = corrida de média intensidade; CAI = corrida de alta intensidade; CMAI = corrida de muito alta intensidade; AAI = atividades de alta intensidade; SPR = sprint; t1 = primeiro tempo; t2 = segundo tempo; VMA = velocidade máxima aeróbia; VAR = velocidade aeróbia de reserva. Para os estudos que apresentaram resultados em gráficos, foram feitas aproximações matemáticas; ^a = resultados apresentados como percentual (%) da distância total percorrida em cada faixa de velocidade; ^b resultados descritos como porcentagem do tempo total em cada faixa de esforço; ^d nos estudos que apresentam os valores apenas em metros ou segundos, nós estimamos o percentual da distância percorrida em cada faixa de velocidade em relação a distância total percorrida ou o percentual de tempo em cada faixa em relação ao tempo total de jogo - valores aproximados; ^e resultados apresentados em [m/h]; ^f resultados apresentados em [m/min].

1.2.4. Habilidades técnicas e avaliações táticas em jovens jogadores de futebol durante jogos oficiais de competição

Em oposição ao amplo número de publicações sobre desempenho físico com amostra de jovens jogadores, incluindo algumas de natureza longitudinal (SAWARD et al., 2015) que permitiram caracterizar o perfil de atividades em jogo, embora com muitas limitações, os trabalhos que envolveram análises de habilidades técnicas (Tabela 1.5) e avaliações de variáveis táticas durante jogos oficiais são bastante escassos. Em referência aos parâmetros relacionados a habilidades técnicas, somente sete publicações do passado preencheram os critérios de busca. Não foram encontrados estudos que tiveram como objetivo de comparar as possíveis mudanças que ocorrem em função da idade em jovens. A maior parte dos trabalhos com habilidades técnicas foram realizados fora de um contexto de jogo real. Existe um predomínio de manuscritos publicados que utilizaram testes de campo (MALINA et al., 2005; ALI et al., 2007; MALINA et al., 2007; COELHO et al., 2010; HUIJGEN et al., 2010; HUIJGEN et al., 2013; HUIJGEN et al., 2014; LE MOAL et al., 2014; VIEIRA et al., 2017b). A análise notacional de habilidades técnicas foi mais amplamente realizada em jogos reduzidos no futebol da juventude (DA SILVA et al., 2011; ABRANTES et al., 2012; CHRISTOPHER; BEATO; HULTON, 2016; FENNER; IGA; UNNITHAN, 2016; JOO; HWANG-BO; JEE, 2016; MARTONE et al., 2016; SANCHEZ-SANCHEZ et al., 2016).

Tabela 1.5. Breve descrição dos estudos que analisaram as habilidades técnicas e métricas táticas em jovens jogadores durante jogo.

Referência	Idade	Jogo	Variáveis selecionadas
<i>Habilidades técnicas</i>			
MOREIRA et al. (2016)	sub-15	Oficial	Envolvimento com bola, tentativa de gol, passe, cabeceio, desarme
FERNANDEZ-GONZALO et al. (2010)	sub-10 e sub-12	Oficial	Chute, passe, drible, controle de bola, cabeceio e desarme
WALDRON e WORSFOLD (2010)	sub-14	Oficial	Passe, interceptação, chute, drible e cabeceio
RANDERS et al. (2014)	sub-10 e sub-13	Simulado	Passe, chute, recepção e cabeceio
MALCATA, HOPKINS e RICHARDSON (2012)	10 – 19 anos	Oficial	Gols feitos e gols sofridos
VARLEY et al. (2017)	sub-17	Oficial	Chute, passe, cruzamento, toque na bola, posse, desarme e falta
WALDRON e MURPHY (2013)	sub-14	Oficial	Passe, retenção de bola e desarme
<i>Distribuição tática em campo</i>			
AQUINO et al. (2016a)	sub-16	Simulado	Área de superfície da equipe e espalhamento
AQUINO et al. (2016b)	15,4 ± 0,12 anos	Simulado	Área de superfície da equipe e espalhamento

Interessantemente, métricas de distribuição coletiva em campo (ex. comprimento, largura da equipe, distância entre centroides) foram extensivamente exploradas também somente durante jogos com dimensões reduzidas em jovens jogadores de futebol (FOLGADO et al., 2014a; SILVA et al., 2014; OLTTHOF; FRENCKEN; LEMMINK, 2015; BARNABE et al., 2016; CASTELLANO et al., 2016). Durante jogos competitivos em caráter oficial, as variáveis espaciais provenientes do posicionamento 2-D foram mais bem exploradas em jogadores de nível profissional (MEMMERT; LEMMINK; SAMPAIO, 2017). Até a presente data, somente dois estudos utilizando jogo 11 vs. 11 (Tabela 1.5), embora em campo não oficial (instalações de treinamento; 70 x 50 m), apresentaram resultados de variáveis táticas como a área da equipe e espalhamento (AQUINO et al., 2016a; AQUINO et al., 2016b). Desta forma, valores de referência ainda não estão disponíveis. Adicionalmente, permanecem desconhecidos os possíveis efeitos da idade sobre aspectos de ocupação do campo em jovens jogadores de futebol durante jogos oficiais.

1.2.5. Apresentação do problema e justificativa

Embora alguns estudos do passado tenham focado em entender como acontece o desenvolvimento da habilidade de chutar (PLAGENHOEF, 1971; WICKSTROM, 1975; ELLIOTT; BLOOMFIELD; DAVIES, 1980; LUHTANEN, 1988; DAVIDS; LEES; BURWITZ, 2000), o presente estudo justifica-se pelo fato de que apesar do futebol ser uma modalidade solidificada e praticada mundialmente por mais de 265 milhões de pessoas (NILSSON et al., 2013), as pesquisas desenvolvidas sobre fatores biomecânicos relacionados ao desempenho do chute em crianças e jovens apresentam somente resultados parciais. Isso é crucial, já que a melhoria do desempenho do chute no futebol é um dos objetivos mais importantes de programas de treinamento em jovens

jogadores (WEINECK, 1997). Em adição, para brasileiros, trabalhos com adultos jovens já foram conduzidos no passado (LIMA JÚNIOR, 2007; BARBIERI et al., 2010; OLIVEIRA; BARBIERI; GONÇALVES, 2013; BARBIERI et al., 2015) e aqueles que abordaram a habilidade de chutar em crianças e adolescentes apresentam resultados de restritas faixas de idade (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2008; MIRANDA et al., 2013; RÉ et al., 2014; PEREIRA SANTIAGO et al., 2016).

Apesar dos estudos com adultos jovens serem contundentes em verificarem associações entre os parâmetros cinemáticos de movimento dos membros inferiores e a velocidade da bola no chute em jogadores adultos jovens, Barbieri et al. (2008) conduziram um estudo com jogadores ($n = 19$) de $13,6 \pm 0,5$ anos e não encontraram correlação significativa entre a velocidade 3-D da bola e a velocidade linear do quadril, joelho, tornozelo e do pé. Embora o estudo supracitado tenha sido realizado no futsal, achados semelhantes a estes também foram encontrados no futebol (LEES; KERSHAW; MOURA, 2005; APRIANTONO et al., 2006; SASADAI et al., 2015) (Tabela 1.1), o que indica que há inconsistência nas conclusões obtidas, e principalmente que os resultados obtidos com uma amostra de adultos não podem ser, a princípio, extrapolados para os jovens praticantes.

Além do padrão cinemático de movimento (SANTIAGO et al., 2008), também existem relatos de estudos que não evidenciaram influência do nível de competição (COELHO et al., 2010), desenvolvimento maturacional (MALINA et al., 2005; FIGUEIREDO et al., 2009), e mesmo da fadiga (CURRELL; CONWAY; JEUKENDRUP, 2009; RUSSELL; BENTON; KINGSLEY, 2011) sobre o desempenho no chute no futebol, o que revela um possível comportamento não linear dessa habilidade motora sob distintos aspectos (ver também FERRAZ; VAN DEN TILLAAR; MARQUES, 2012).

Durante a primeira fase puberal (12-13 a 14-15 anos) ocorre um aumento acentuado da massa muscular e ao mesmo tempo da força muscular e em adição um rápido aumento da altura e do peso também são encontrados, que normalmente leva a uma diminuição da capacidade coordenativa, sendo que movimentos sem “precisão” podem ser típicos para esta idade (WEINECK, 2005). Contudo, até a presente data, não existem valores normativos para o desempenho do chute (LEES et al., 2010), sobretudo em jovens jogadores brasileiros. Estudos anteriores com larga amostra de jovens abordaram principalmente variáveis qualitativas de movimento (n = 187 meninos e meninas; 5-11 anos de idade) (MARQUÉS-BRUNA; LEES; SCOTT, 2007), ou trazem na maioria das vezes informações 2-D da cinemática de movimento (n = 120 meninos e meninas; 5-11 anos) (MARQUÉS-BRUNA; LEES; GRIMSHAW, 2008), sem muitas informações sobre variáveis biomecânicas, sobretudo relacionadas ao desempenho no chute.

Egan, Verheul e Savelsbergh (2007) sugeriram que futuras investigações do chute no futebol precisariam ser feitas utilizando cinemática tridimensional e número suficiente de participantes (ver também LEES et al., 2010). Em adição, o estudo do desenvolvimento do chutar em crianças não tem sido extenso como os educadores gostariam, levando em conta que as crianças não alcançam automaticamente o chutar proficiente, pesquisas anteriores mostraram que somente 10% das crianças de 7 anos e meio aos 9 anos de idade possuem uma forma avançada de chutar (HAYWOOD; GETCHELL, 2014). Nos últimos 20 anos o desenvolvimento do chutar em crianças recebeu pouca atenção enquanto um objeto de pesquisa científica (SCOTT; WILLIAMS; HORN, 2003).

Interessantemente, Wickstrom (1975) ressaltou no passado que a idade parece não ser um bom preditor do nível de desenvolvimento da habilidade de chutar, quando

analisou jovens de 2 – 12 anos de idade. Contudo, Pereira Santiago et al. (2016) ressaltou que futuras pesquisas deveriam investigar o desenvolvimento do chute na população de Brasileiros, em diferentes faixas de idade (crianças até profissionais) em competições e contextos experimentais, incluindo variáveis como velocidades do pé, bola, cinemática angular e acurácia, desde que valores de referência não estão disponíveis na literatura científica para esses parâmetros. Nós identificamos que nos estudos anteriores, poucos se ocuparam em investigar uma ampla amostra de jogadores de futebol em muitos grupos de diferentes idades cronológicas, desde criança até a idade adulta. A maior encontrada foi de $n = 106$ (BERJAN BACVAREVIC et al., 2012).

Não foram consideradas simultaneamente velocidades e acurácia, na maioria dos estudos que foram revisados (ver Tabela 1.1). Isso pode representar um problema do ponto de vista tanto científico quanto prático, desde que um estudo prévio relatou a existência da troca velocidade-acurácia no chute com o membro dominante no futebol (VAN DEN TILLAAR; ULVIK, 2014). Assim, priorizar ou selecionar somente um elemento (ex. velocidade) pode representar uma perda significativa do outro (ex. acurácia), que também é um crucial para o desempenho nessa habilidade (DORGE et al., 2002; LEES et al., 2010; VAN DEN TILLAAR; ULVIK, 2014; VIEIRA et al., 2016a) assim como em pênaltis (NAVARRO et al., 2013; VIEIRA et al., 2017b).

Não obstante, existem muitas informações sobre o desempenho físico, mas pouco é conhecido relacionado a habilidades técnicas e ainda menos do comportamento tático em jogo em jovens jogadores de futebol durante competições oficiais, a partir de diferentes categorias de idade. Para a categoria profissional, como no Brasil, estudos anteriores investigaram em detalhes a taxa de trabalho e perfil de atividades (ex. distância total percorrida, atividades de alta intensidade e MSS) (BARROS et al., 2007; AQUINO et al., 2017), *performance* tática mensurada por variáveis como área de

superfície da equipe e espalhamento obtidas pelos dados de posicionamento 2-D (MOURA et al., 2012) além de outras variáveis que representam movimentos coletivos em ambiente de jogo [ex. frequências medianas das séries temporais de área da equipe e espalhamento; MOURA et al. (2013)].

Para a extensão de nosso conhecimento, estudos do passado com amostra de jovens jogadores no Brasil também podem ser encontrados, embora sejam apenas cinco até a presente data (PEREIRA DA SILVA; KIRKENDALL; LEITE DE BARROS NETO, 2007; AQUINO et al., 2016a; AQUINO et al., 2016b; FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016). É preciso destacar que o estudo conduzido por Pereira da Silva, Kirkendall e Leite de Barros Neto (2007) parece ter sido o único que buscou por informações sobre desempenho físico durante jogos oficiais em jovens jogadores Brasileiros sub-15, sub-17 e sub-20 que competiram no Campeonato Paulista de Futebol, considerado o principal torneio de nível estadual de jovens jogadores no país (LOTURCO et al., 2015; AQUINO et al., 2016b; VIEIRA et al., 2017b). Nesse sentido, o método utilizado pelos autores no estudo supracitado foi baseado em medidas indiretas das trajetórias por análise observacional subjetiva (*video-based time-motion*; VTM) (WITHERS et al., 1982). De acordo com a clássica revisão de literatura sobre técnicas de medidas contemporâneas (CARLING et al., 2008), erros humanos podem resultar em dados pouco acurados quando adotada um modelo de análise similar, devido a subjetividade de reconhecimento de movimentos por humanos, reação variável do observador a eventos realizados pelo jogador sob supervisão e diferentes interpretações de indicadores de desempenho físico e movimento por diferentes avaliadores (BLOOMFIELD; POLMAN; O'DONOGHUE, 2007).

A maior parte dos estudos revisados adotou VTM (CAPRANICA et al., 2001; STROYER; HANSEN; KLAUSEN, 2004; PEREIRA DA SILVA; KIRKENDALL;

LEITE DE BARROS NETO, 2007; REBELO et al., 2014), técnica de triangulações (CASTAGNA; D'OTTAVIO; ABT, 2003) ou utilizaram GPS de 1 Hz (CASTAGNA et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2010; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011b; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; GOTO; MORRIS; NEVILL, 2015b; a; SAWARD et al., 2015) ou 5 Hz (HARLEY et al., 2010; WALDRON; MURPHY, 2013; HUNTER et al., 2015; ATAN; FOSKETT; ALI, 2016). Ademais, apenas três estudos (ASLAN et al. (2012); AQUINO et al. (2016a); AQUINO et al. (2016b)) utilizaram modelos de rastreamento computacional, no entanto em jogos simulados ou amistosos.

Embora uma “ausência de padrão ouro” seja relatada por muitos autores (BUCHHEIT et al., 2010a; b; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011b; BUCHHEIT; SIMPSON; MENDEZ-VILLANUEVA, 2013; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013), subestimação da distância não linear (nas faixas andando/jogging/correndo/sprint; 1–10%), superestimação de movimentos lineares (faixas andando/parado/correndo; 1–3%) e erros > 5% para mensurar a distância percorrida em 22,5 km/h foram reportados com uso de GPS (PORTAS et al., 2007; GRAY et al., 2010). Métodos de vídeo permitem integrar a análise de aspectos físicos, táticos—a partir dos dados de posição 2-D, e adicionalmente de habilidades técnicas (MOURA et al., 2012; BUCHHEIT et al., 2014) em um contexto de futebol. Também, as incertezas são de aproximadamente 1% para determinar a distância total percorrida [0,3 m em relação a posições absolutas no campo; (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006; BARROS et al., 2007; MOURA et al., 2013)], e a magnitude de bias para a distância percorrida é mais constante, quando comparado a GPS e LPM, para faixas de alta e baixa velocidade [i.e. em 4,4; 7,2 e 19,8 km/h; BUCHHEIT et al. (2014)]. Fica evidente a carência de estudos com jovens jogadores que buscaram compreender as demandas de jogos oficiais em diferentes

grupos de idade (HARLEY et al., 2010), principalmente com o emprego de técnicas de rastreamento por visão computacional e processamento de imagens. Tecnologias desse tipo provêm dados mais próximos da realidade do que acontece no ambiente de jogo até a presente data.

Adicionalmente, enquanto que as regras adotadas em países da Europa definem que diferentes faixas de idade possuem dimensões distintas do campo, com aumento gradativo da área de jogo conforme aumento da idade (HARLEY et al., 2010; GOTO; MORRIS; NEVILL, 2015a; SAWARD et al., 2015; BELLISTRI et al., 2016), número ilimitado de substituições e permissão oferecida para que um jogador possa retornar ao jogo mesmo após ser substituído (“*rolling substitute policy*”) (HARLEY et al., 2010; WALDRON; MURPHY, 2013; ATAN; FOSKETT; ALI, 2016; BELLISTRI et al., 2016) ou ainda com configurações de formato que excedem algumas vezes dois tempos de jogo (exemplos: [2 X 20 min. + 2 X 15 min.], [2 X 25 min. + 2 X 15 min.] ou [3 X 25 min.]) (HARLEY et al., 2010; WALDRON; MURPHY, 2013; GOTO; MORRIS; NEVILL, 2015a; b; SAWARD et al., 2015). No Brasil, particularmente nas competições no estado de São Paulo, que é considerado o principal torneio de nível estadual do Brasil nas categorias de jovens (LOTURCO et al., 2015; AQUINO et al., 2016b; VIEIRA et al., 2017b) da idade sub-11 até o sub-20 os jogos oficiais ocorrem em estádios e com campos que possuem dimensões oficiais padrão FIFA, diferente de alguns países em que os jogos de jovens jogadores usualmente ocorrem em instalações de centros de treinamento (HARLEY et al., 2010). Também, a configuração de jogo é de apenas dois tempos de jogo com um único intervalo entre eles, número limitado de substituições por grupo de idade e sem permissão para que jogadores substituídos retornem ao campo.

Ademais, praticamente nenhum estudo prévio considerou avaliar os componentes de desempenho físico, aspectos relacionados a habilidades técnicas e comportamento—ou desempenho—tático simultaneamente, para ambos, sejam jovens jogadores ou jogadores de nível profissional em um contexto de futebol, sobretudo durante jogos em competições oficiais. Simulações de jogos ou realização de partidas em caráter amistoso podem provocar diferentes comportamentos em uma equipe de futebol, como desempenho físico (atividades em alta intensidade [CMAI; > 19 km/h]) e tático diminuídos dependendo do nível—ou qualidade—do oponente (FOLGADO et al., 2014b). O mesmo comportamento não ocorre durante jogos oficiais, especialmente na CMAI (LAGO-PENAS et al., 2011), que é um parâmetro importante e relacionado ao sucesso no futebol [i.e. resultado da partida; (FAUDE; KOCH; MEYER (2012); AQUINO et al., 2017)]. Adicionalmente, jogos não oficiais disputados por jovens jogadores podem gerar respostas fisiológicas diferentes daquelas encontradas em um jogo oficial como diminuída carga de trabalho interna (FREITAS et al., 2016), o que pode restringir as conclusões obtidas (ex. periodização) a partir dos resultados de trabalhos desse formato.

A estrutura da presente dissertação foi com base no modelo escandinavo. Portanto, três capítulos foram redigidos e formatados como manuscritos originais: **Capítulo 2** – Estudo 1 – Fornecendo valores de referência e entendendo o desenvolvimento do desempenho no chute em jovens jogadores de futebol treinados dos grupos de idade sub-9 até sub-20; **Capítulo 3** – Estudo 2 – Fatores mecânicos associados ao desempenho no chute no futebol de acordo com a idade, *status* puberal e de jogo em jovens jogadores de alto nível; **Capítulo 4** – Estudo 3 – Dinâmica tática, desempenho de corrida e habilidades técnicas em jogadores brasileiros de futebol dos grupos de idade sub-11 até profissional durante jogos oficiais (Quadro 1).

Quadro 1. Pergunta central e estudos originais que foram desenvolvidos.

1.3. OBJETIVO GERAL

Compreender o desenvolvimento de parâmetros de desempenho em jovens jogadores de futebol dos grupos de idade sub-9 até sub-20, por procedimentos da cinemática.

1.3.1. *Objetivos específicos*

- Estabelecer valores de referência para variáveis Biomecânicas simples durante o chute no futebol (comprimento do último passo, distância entre pé de suporte e bola, velocidade do pé, velocidade da bola e acurácia), em um contexto experimental e comparar os índices obtidos entre grupos de idade sub-9, sub-11, sub-13, sub-15, sub-17 e sub-20 provenientes de ampla amostra de jogadores no Brasil (**ESTUDO 1**);
- Verificar possíveis associações que ocorrem entre variáveis cinemáticas lineares e angulares de movimento dos membros inferiores e o desempenho chutando, em função da idade cronológica, nível de maturação e *status* de jogo, nos grupos de idade sub-11 até sub-20 (**ESTUDO 2**);
- Estabelecer valores de referência e comparar o desempenho de corrida, relacionado a habilidades técnicas, e dinâmica tática da equipe durante jogos oficiais de competição no Brasil, em referência aos grupos de idade sub-11, sub-13, sub-15, sub-17 e sub-20 (**ESTUDO 3**).

Capítulo 2.

ESTUDO 1

2. FORNECENDO VALORES DE REFERÊNCIA E ENTENDENDO O DESENVOLVIMENTO DO DESEMPENHO NO CHUTE EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL TREINADOS DOS GRUPOS DE IDADE SUB-9 ATÉ SUB-20

2.1. RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho no chute de pênalti em jovens jogadores de futebol treinados nos grupos de idade sub-9 até sub-20. Ao todo 366 jovens jogadores Brasileiros foram avaliados em um ambiente com campo oficial, grama natural, por procedimentos de cinemática 3-D a fim de mensurar (300 Hz) a velocidade da bola, velocidade do pé, razão velocidade bola/pé, comprimento do último passo e distância entre pé de suporte e bola. Simultaneamente, também foi conduzido um procedimento 2-D para calcular (60 Hz) o erro médio radial, erro variável bi variável e acurácia dos chutes. As possíveis mudanças que ocorrem em função da idade foram determinadas por análise de variância e inferências baseadas em magnitude. Velocidade da bola aumentou em 103% ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,39$) do sub-11 ($48,54 \pm 8,31$ km/h) até sub-20 ($98,74 \pm 16,35$ km/h). Em contraste a velocidade do pé exibiu aumento de 59% ($p < 0,001$; $\eta^2 = 0,32$) do sub-11 ($49,08 \pm 5,16$ km/h) até sub-20 ($78,24 \pm 9,49$ km/h). Isso foi em decorrência da melhora na qualidade de impacto pé-bola (razão velocidade da bola/pé: sub-11: $0,99 \pm 0,13$; sub-20: $1,26 \pm 0,11$ u.a.; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,25$). Parâmetros de sucesso chutando como erro médio radial e acurácia parecem prejudicados durante o surto de velocidade do crescimento. O comprimento do último passo é relacionado a velocidade da bola em todos os grupos de idade ($r = 0,36-0,79$; $p < 0,05$). Nós provemos equações preditivas [$V_{bola} = (5,0743 \times Idade) + 3,8195$] para ajudar treinadores a i) identificar se os jogadores correspondem a média esperada

para sua idade, ii) na busca por jovens talentos. Em resumo, nós concluímos que simples parâmetros Biomecânicos de desempenho chutando apresentam desenvolvimento diferenciado. Esses resultados sugerem que diferentes estratégias de treinamento específicas devem ser aplicadas para cada grupo de idade.

PALAVRAS-CHAVE: Cinemática 3-D; Habilidades técnicas; Chutando; Acurácia; Talento; Association football.

2.2. INTRODUÇÃO

Avanços significativos nas ciências computacionais aplicadas ao esporte proveram técnicas de análise e sistemas de medições bastante avançados, que permitiram expandir o conhecimento sobre cinemática 3-D durante o chute no futebol (21). Especificamente, características cinemáticas de movimento e desempenho chutando, foram amplamente reportadas em estudos prévios com jogadores na juventude (3,7,11,14,16,18,19,25,26,36,38,41,44,48,54), que variaram a partir de 6 (46) até os 20 anos de idade (4). Uma clássica revisão de literatura sobre o tema aponta para a existência de uma lacuna entre pesquisa em Biomecânica do esporte e o processo de ensino-aprendizagem-treinamento (21).

Tanto a velocidade da bola quanto a acurácia são os principais fatores que contribuem para um resultado de sucesso durante o chute (42,50,52). No passado, foi demonstrado que um período de treinamento curto (10 semanas) pode ser suficiente para conseguir um padrão típico de coordenação próximo-distal em adultos, melhorando o desempenho no chute (3). Nos últimos anos, o processo de identificação e desenvolvimento de talentos tornou-se uma questão muito importante em um contexto de futebol. Os resultados obtidos nos estudos que focaram em esclarecer a evolução do

desempenho chutando com avanço na idade cronológica são discordantes até a presente data. Exemplificando, existem estudos que verificaram que o chute não é uma habilidade idade-dependente (27,28,43,49), sobretudo em termos de acurácia. Quando analisada a velocidade da bola, um quadro diferente tem sido notado (7,19,26).

Não foram consideradas simultaneamente velocidades e acurácia, na maior parte dos trabalhos que nós revisamos (11,14,16,26,27,28,43,46,48,49,54). Priorizar ou selecionar somente um elemento (ex. velocidade) pode representar uma perda significativa do outro (ex. acurácia), desde que um estudo prévio relatou que a lei da troca velocidade-acurácia é verdadeira para o chute com o membro dominante (50). É dificultada a comparação entre os resultados de estudos anteriores e as conclusões sobre desempenho chutando relacionado a idade cronológica podem ser incertas devido também às diferenças de abordagens experimentais para o problema. Muitos autores utilizaram diferentes tecnologias [ex. radar de velocidade–(7,25,41,54), videogrametria–(11,14,16,18,19,46) ou microfones–(36)]. Baixa frequência de aquisição para investigar a tarefa de chute é uma limitação importante de trabalhos do passado [ex. 50–65 Hz; (3,26,38,44,46,48)]. Além disso, radares fornecem limitadas informações sobre o movimento nos membros inferiores. Também, tamanho e localização do alvo, tipo de chute executado, bolas utilizadas, calçado, ambiente de coleta, número de tentativas e as instruções não foram padronizadas entre os estudos. Jogadores de diferentes países em distintos continentes [ex. Asiático: China (54), Japão (4); Oceania: Austrália (32); Europeu: Espanha (14,25,41,48), Inglaterra (44), Holanda (36), Bósnia (16), Sérvia (7), República Tcheca (47) e Americano: EUA (38)] ou localidade não informada (1,3,11,17,29,30,31) foram já avaliados. Esse fator pode contribuir para diferenças, dependendo dos modelos de introdução ao esporte, processo de treinamento e

especialização dos atletas (51). Dados com população de jogadores jovens sul-americanos são ainda desconhecidos.

Apenas um limitado número de estudos avaliaram os efeitos da idade no desempenho chutando e incluíram pequenos range de grupos de idade (7,26,46). Entender o desenvolvimento do chute pode ter aplicações práticas para prescrição do treinamento e identificação de talentos. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi de comparar o desempenho no chute em jovens jogadores de futebol treinados nos grupos de idade sub-9 até sub-20 provenientes de ampla amostra.

2.3. MÉTODOS

2.3.1. Abordagem experimental para o problema

O protocolo experimental foi conduzido em um campo oficial com grama natural (padrão FIFA; 100 x 70 m; dimensões do gol: 7,32 x 2,44 m) com a presença de luz solar (09:00–10:30 am e 4:00–5:30 pm; início do estudo: 25/06/2014–fim: 07/12/2016). Todos os jogadores utilizaram os equipamentos (i.e. calçados e roupas) usualmente adotados para sessões de treinamento e competições oficiais de futebol. Primeiramente, os parâmetros antropométricos foram mensurados, peso (balança digital Sb623 DLK Sports® – São Paulo, Brasil; aproximação 0.1 kg), estatura (estadiômetro PRIME MED – São Paulo, Brasil; aproximação 0,1 cm) e o tempo para o pico de velocidade do crescimento [$iPVC = -7,999994 + (0,0036124 \times (\text{idade cronológica} \times \text{estatura}))$] (35). Previamente ao protocolo de chutes foi conduzido um aquecimento geral de 10 minutos, composto de corrida em velocidade moderada, alongamento balístico e exercícios específicos de chutar para aquecer o corpo e evitar lesões na fase de testes (50,51). Em seguida, cada participante executou chutes de pênaltis, utilizando o membro inferior

dominante, com distância da posição inicial da bola ao plano de gol de 11 m com o objetivo de acertar um alvo de 1 x 1 m (Figura 1.1) posicionado no centro do gol (37,50). A preferência lateral no que se refere ao membro inferior dominante para a tarefa de chutar uma bola foi obtida por auto relato (52). Aos participantes foi dada a seguinte instrução: “chute com o máximo de velocidade da bola possível e acerte o centro do alvo” (4,33,37,50,52), com tipo de chute *instep kick*. Foram utilizadas bolas padronizadas (marca PENALTY®; FIFA-aprovada) nas normas da Federação Paulista de Futebol (Brasil), quanto às dimensões e peso para cada grupo de idade, tamanho 4 no sub-9 e sub-11 (65 cm Ø; 375 g) e tamanho 5 [i.e. profissional (37)] para o sub-13 ao sub-20 (70 cm Ø; 430 g). Cada participante executou três tentativas (7,52), não sendo impostas restrições quanto ao número de passos, ângulo de abordagem e intervalo que foram auto selecionados (6,22).

2.3.2. Participantes

Trezentos e sessenta e seis ($N = 366$) jovens jogadores Brasileiros de futebol participaram deste estudo, dos grupos de idade sub-9 ($n = 11$; $8,6 \pm 1,1$ anos; $30,1 \pm 5,7$ kg; $131,3 \pm 4,4$ cm; $iPVC = -4,02 \pm 0,35$), sub-11 ($n = 73$; $10,4 \pm 0,5$ anos; $38 \pm 5,3$ kg; $149,6 \pm 6,3$ cm; $iPVC = -2,19 \pm 0,41$), sub-13 ($n = 80$; $12,3 \pm 0,5$ anos; $50,8 \pm 10,7$ kg; $160,2 \pm 9,6$ cm; $iPVC = -0,70 \pm 0,85$), sub-15 ($n = 105$; $14,2 \pm 0,6$ anos; $62,6 \pm 9,2$ kg; $173,5 \pm 8,7$ cm; $iPVC = 1,23 \pm 0,44$), sub-17 ($n = 78$; $15,9 \pm 0,6$ anos; $66,9 \pm 6,1$ kg; $175,8 \pm 7$ cm; $iPVC = 1,49 \pm 0,81$) e sub-20 ($n = 19$; $18,4 \pm 0,9$ anos; $74,5 \pm 6,9$ kg; $180,6 \pm 5,4$ cm; $iPVC = 3,48 \pm 0,89$). O critério de inclusão foi iniciação de treinamento formal aos 6 anos de idade (46), e critério de exclusão possuir contrato profissional, treinar ou competir neste nível. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Paulo –

UNIFESP/Hospital São Paulo (protocolo N° 733.155), em conformidade com o código de Ética da Associação Médica Mundial (aprovado pelo Conselho Consultivo da Universidade de Swansea). Todos os participantes foram convidados a assinar um termo de consentimento confirmando por escrito sua participação como um voluntário e jogadores com idade < 18 anos somente participaram mediante assinatura de seus guardiões também.

Procedimentos cinemáticos. O protocolo experimental foi integralmente monitorado por quatro câmeras de vídeo digitais posicionadas em pontos específicos do campo. Duas câmeras (Casio Exilim Highspeed EX-F1; CASIO® Computer Co., Ltd. – Tóquio, Japão) foram alocadas lateralmente com uma distância de 3 m da marca de pênalti, formando um ângulo de 90° entre elas e de 45° com a bola (Figura 1.1), ajustadas a uma frequência de aquisição de 300 Hz (padrão NTSC; velocidade do *shutter* de 1/2000 s, 512 X 384 pixel resolução). Para a calibração espacial foi utilizado um triedro ortogonal (1 x 1 x 1 m) contendo dez marcadores com posições absolutas conhecidas nos eixos x, y e z (33), definindo-se que o eixo z é vertical (apontando para cima) o eixo y é anteroposterior (apontando para o centro do gol e ortogonal a z) e o eixo x é obtido pelo produto vetorial de y por z. As sequências foram transferidas para o computador e executados os comandos (6,33,52) de (A) sincronização por um *beep* sonoro que foi emitido quando todas as câmeras foram ligadas, (B) definição de um frame de calibração (C) marcação dos quadros (Figura 1.1) e (D) reconstrução 3D-DLT (*Direct Linear Transformation*) no *software* DVIDEOW (10). Foram obtidas matrizes de dados contendo as coordenadas espaciais 3-D de cada marcador medido, para cada chute executado ($N = 1098$ tentativas). Um teste de acurácia foi feito (6,33,52) e o valor de

erro obtido para este estudo foi baixo (precisão = 1 cm; bias = 0,9 cm; acurácia = 1,4 cm).

Variáveis dependentes. Desta forma, nós calculamos as variáveis dependentes: comprimento do último passo (16,22)—definido como a distância Euclidiana entre o local em que o pé dominante perde o contato com o solo e o calcâneo do pé não dominante quando aterrissa no solo, durante o último passo; distância entre o pé de suporte e bola (16,32,38)—definida como a distância Euclidiana entre o centro geométrico do pé de suporte e o centroide da bola no instante de impacto; velocidade do pé (6,14,29)—mensurada a partir do deslocamento do marcador na falange distal do quinto metatarso do pé dominante; velocidade da bola (19,33,37)—mensurada a partir do deslocamento do centroide da bola (Figura 1.1).

Tratamento dos dados. O tratamento dos dados e os cálculos foram conduzidos por meio de rotinas escritas em ambiente Matlab® (The MathWorks Inc., Natick, USA). Os dados da cinemática do movimento (i.e. trajetória do 5th metatarso) foram filtrados e suavizados pela função LOESS—*quadratic fit* (6) com parâmetro *smoothing* (span = 0,7), selecionado após análise residual. Para suavização da trajetória da bola, os componentes horizontais foram considerados lineares e calculados como a primeira derivada das linhas de regressão linear, ajustadas aos seus deslocamentos não filtrados. O componente vertical foi considerado de segundo grau e calculado como a primeira derivada de uma linha de regressão quadrática com sua segunda derivada definida como igual a $-9,8 \text{ m.s}^{-1}$ e ajustada ao seu deslocamento não filtrado nos quadros disponíveis (6,33,37,52). Foram considerados dez quadros antes do contanto com a bola para calcular a velocidade média 3-D do pé, e dez quadros após o contato do pé com a bola para calcular a velocidade média 3-D da bola (6,33,37,52).

Erro médio radial, Erro variável bivariável e Acurácia. Duas câmeras auxiliares (GoPro® Hero 3+ Black Edition, Woodman Labs Inc. – USA) foram utilizadas para determinar a acurácia dos chutes. Uma foi posicionada frontalmente e distante aproximadamente 17 m da linha de gol, e a outra na intersecção da linha de gol com a linha da área do goleiro, para identificar o momento em que a bola entra no gol (Figura 1.1). Ambas foram ajustadas em 60 Hz (*super view* modo 1920 x 1080 pixel de resolução; padrão NTSC) (6,33,52). A distorção radial foi previamente corrigida (52). Em seguida, o centroide da bola no instante em que cruza a linha do gol foi digitalizado em 2-D por um operador, de forma similar aos procedimentos cinemáticos e no mesmo *software*. Por meio de rotinas específicas, foi calculada a distância da bola ao centro do alvo (D_{alvo}) (6), e a partir deste valor as variáveis dependentes: erro médio radial (MRE), erro variável bi variável (BVE) e acurácia (ACUR) (52), de acordo com as seguintes equações:

$$D_{alvo} = \sqrt{(x_{alvo} - x_{bola})^2 + (y_{alvo} - y_{bola})^2} \quad (1)$$

$$MRE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |D_{alvo}| \quad (2)$$

$$BVE = \sqrt{(STD_{coordenadas-x})^2 + (STD_{coordenadas-y})^2} \quad (3)$$

$$ACUR = \sqrt{(MRE)^2 + (BVE)^2} \quad (4)$$

Em que: D_{alvo} = distância Euclidiana entre o centroide da bola e o centro do alvo; $(x, y)_{alvo}$ = coordenadas 2-D do ponto do centro do alvo; $(x, y)_{bola}$ = coordenadas 2-D da bola quando cruza a linha de gol; N = número de tentativas; $STD_{coordenadas-x}$ = desvio padrão das coordenadas x_{bola} -encontradas nas três tentativas; $STD_{coordenadas-y}$ = desvio padrão das coordenadas y_{bola} -encontradas nas três tentativas.

Figura 1.1. Abordagem experimental para o problema, em sequência, a fim de obter (i) o comprimento do último passo, (ii) distância entre o pé de suporte e bola, (iii) velocidade do pé e da bola (iv) visão da câmera que registrou a D_{target} , da câmera ao lado para detectar o momento em que a bola cruza a linha de gol.

2.3.3. Análise estatística

A normalidade na distribuição dos dados foi checada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Assim, os dados são apresentados no texto como média $\pm$ desvio padrão e nas figuras como *Boxplot*. A análise de variância (ANOVA *one way*), seguida do *post hoc* de Tukey-Kramer, foi utilizada para comparar o desempenho chutando entre os grupos de idade. Correlação produto-momento de Pearson foi usada para verificar possíveis associações entre velocidade da bola e as outras variáveis dependentes. Regressões lineares foram realizadas para estimar a contribuição da idade cronológica para a variação no desempenho chutando. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$. Para cada ANOVA, o *partial eta squared* (η^2) foi calculado. Para todas as comparações nós calculamos o Cohen's *d*. Valores limite de tamanho do efeito *d* foram $> 0,2$ (pequeno), $> 0,5$ (moderado), e $> 0,8$ (grande); e $\eta^2 > 0,01$ (pequeno), $> 0,06$ (moderado), e $> 0,15$ (grande) (8). Usando um intervalo de confiança de 95%, nós calculamos também se as chances de verdadeiras diferenças (desconhecidas) entre dois grupos foram de exibirem menor, semelhante ou maiores valores [i.e. maiores do que o menor efeito praticamente importante, ou menor mudança de valor, SWC (0,2 multiplicado pelo desvio padrão entre sujeitos, baseado no principio de Cohen's *d*)]. A chance quantitativa (QC) foi interpretada como: $\leq 1\%$ *almost certain not*, $> 1-5\%$ *very unlikely*, $> 5-25\%$ *unlikely*, $> 25-75\%$ *possibly*, $> 75-95\%$ *likely*, $> 95-99\%$ *very likely*, $> 99\%$ *almost certain*. Se as chances de maior ou menor diferenças forem ambas $> 5\%$, a diferença verdadeira foi reportada como *unclear*. Caso contrário, interpretamos essa mudança como a mudança observada (12). As análises estatísticas foram realizadas no IBM SPSS Statistics v.20 (Armonk, NY-USA) e planilhas do Microsoft Excel® (disponíveis no domínio <http://www.sportsci.org/>).

2.4. RESULTADOS

Na Figura 1.2 os valores de velocidade da bola (km/h), velocidade do pé (km/h) e razão velocidade da bola/velocidade do pé (u.a.) são apresentados para cada grupo de idade. A ANOVA revelou que velocidade da bola foi significativamente diferente ($F_{5,360} = 45,49$; $p < 0,0001$; $[\eta^2 = 0,39]$) entre todos grupos de idade (Figura 1.2(A)). Todas comparações *post hoc* apontaram para significância estatística (sub-20 > sub-17, sub-15 > sub-13 > sub-11, sub-9; QC = 100/0/0 *almost certain*; Tabela 2.1 [$d = 0,71-3,87$]), exceto duas, entre sub-9 e sub-11 ($p = 0,33$; 75/17/8 *unclear*; $d = 0,96$) e entre sub-15 e sub-17 ($p = 0,29$; 97/3/0 *likely*; $d = 0,28$). Foram encontrados índices de $48,54 \pm 8,31$, $57,87 \pm 10,93$, $66,70 \pm 13$, $76,92 \pm 15,58$, $81,35 \pm 16,04$, $98,74 \pm 16,35$ km/h, em ordem crescente de idade, respectivamente.

A velocidade do pé apresentou comportamento similar (sub-20 > sub-17, sub-15 > sub-13 > sub-11, sub-9 [$d = 0,76-3,82$]). Foram observados valores de $49,08 \pm 5,16$, $53,79 \pm 7,25$, $60,54 \pm 8,77$, $65,17 \pm 10,43$, $68,44 \pm 11,83$, $78,24 \pm 9,49$ km/h em ordem crescente de idade, respectivamente. Diferenças significativas foram encontradas ($F_{5,360} = 34,03$; $p < 0,0001$; $[\eta^2 = 0,32]$) com aumentos em função da idade. Novamente, a ausência de diferenças ocorreu entre sub-9 e sub-11 ($p = 0,66$; 92/6/2 *likely*; $d = 0,75$) e sub-15 com sub-17 ($p = 0,22$; 66/34/0 *possibly*; $d = 0,76$) (Figura 1.2(B)). As QC's foram *almost certain* para a maioria das comparações (100/0/0; Tabela 2.1), exceto entre sub-17 e sub-20 (98/2/0 *very likely* [$d = 0,91$]) e aquelas mencionadas acima. Da mesma forma, a razão $V_{bola} / V_{pé}$ apresentou aumentos progressivos ($F_{5,360} = 24,23$; $p < 0,0001$; $[\eta^2 = 0,25]$), do sub-9 ($0,99 \pm 0,13$), sub-11 ($1,07 \pm 0,11$), sub-13 ($1,1 \pm 0,11$), sub-15 ($1,18 \pm 0,1$), sub-17 ($1,19 \pm 0,1$) até o sub-20 ($1,26 \pm 0,11$ u.a.) (Figura 1.2 (C)). Entretanto, nas comparações *post hoc*, alguns grupos de idade adjacentes não diferiram significativamente. Foi o caso de sub-9 e sub-11 ($p = 0,12$; 54/35/11 *unclear*; $d = 0,66$),

sub-11 e sub-13 ($p = 0,64$; 55/44/1 *possibly*; $d = 0,27$), sub-15 e sub-17 ($p = 0,98$; 25/72/4 *unclear*; $d = 0,1$) e sub-17 e sub-20 ($p = 0,09$; 67/28/5 *unclear*; $d = 0,67$). Comparações restantes foram *likely* a *almost certain* ($d = 0,76$ – $2,24$).

O comprimento do último passo também apresentou diferenças ($F_{5,360} = 19,92$; $p < 0,0001$; $[\eta^2 = 0,22]$), que sugerem aumento em função da idade. Foram verificados índices de $1,09 \pm 0,14$, $1,25 \pm 0,14$, $1,36 \pm 0,19$, $1,43 \pm 0,23$, $1,44 \pm 0,2$ e $1,6 \pm 0,14$ m em ordem crescente de idade, respectivamente. Diferenças significativas são apresentadas na Figura 1.3. Alguns grupos, em geral adjacentes, não apresentaram diferenças estatísticas significativas, embora QC foram encontradas. Foi o caso das comparações *post hoc* entre sub-9 e sub-11 ($p = 0,13$; 99/1/0 *very likely*; $d = 1,14$), sub-13 e sub-15 ($p = 0,16$; 86/14/0 *likely*; $d = 0,33$). Ademais, suportando as diferenças estatísticas significativas verificadas, *very likely* QC ($d = 0,89$ – $1,62$) foram identificados entre sub-9 e sub-13, sub-13 e sub-20 (99/1/0 para ambos); entre sub-15 e sub-20 (98/2/0); e entre sub-17 e sub-20 (98/1/0). Em contraste, *likely* (91/9/0) entre sub-13 e sub-17 foi obtido. Finalmente, não se observou diferenças entre sub-15 e sub-17 ($p = 1,0$; 23/72/5 *unclear*; $d = 0,05$).

A distância entre o pé de suporte e a bola apresentou um padrão muito distinto de desenvolvimento (Figura 1.3(B)). Embora a análise de variância apontou para significância ($F_{5,360} = 4,30$; $p = 0,001$; $[\eta^2 = 0,06]$), somente foram verificadas diferenças entre o sub-11 ($0,3 \pm 0,07$) com os demais grupos ($d = 0,5$ – $0,61$), i.e., vs. sub-13 ($0,34 \pm 0,06$ m; 99/1/0 *very likely*), sub-15 ($0,34 \pm 0,09$ m; 93/7/0 *likely*) e sub-17 ($0,34 \pm 0,06$ m; 99/1/0 *very likely*). Na comparação com o sub-9 ($0,33 \pm 0,07$ m; $p = 0,91$; 13/28/59 *unclear*) e sub-20 ($0,35 \pm 0,04$ m; $p = 0,11$; 62/32/6 *unclear*) o mesmo quadro não foi identificado ($d = 0,42$ – $0,88$). As outras comparações *post hoc*, além de não significantes, foram *unclear* (Tabela 2.2; $d \leq 0,35$).

Figura 1.2. *Boxplot* com intervalo de confiança da mediana (95%) para a velocidade da bola (**A**), pé (**B**) e razão $V_{bola} / V_{pé}$ (**C**) para os grupos de idade analisados ($n = 366$).

Nota: Velocidade da bola: ^a = sub-9 x sub-13 – $p = 0,001$; ^b = sub-9 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^c = sub-9 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^d = sub-9 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^e = sub-11 x sub-13 – $p = 0,002$; ^f = sub-11 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^g = sub-11 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^h = sub-11 x sub-20 – $p < 0,0001$; ⁱ = sub-13 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^j = sub-13 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^k = sub-13 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^l = sub-15 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^m = sub-17 x sub-20 – $p < 0,0001$. **Velocidade do pé:** ^a = sub-9 x sub-13 – $p = 0,004$; ^b = sub-9 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^c = sub-9 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^d = sub-9 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^e = sub-11 x sub-13 – $p < 0,0001$; ^f = sub-11 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^g = sub-11 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^h = sub-11 x sub-20 – $p < 0,0001$; ⁱ = sub-13 x sub-15 – $p < 0,017$; ^j = sub-13 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^k = sub-13 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^l = sub-15 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^m = sub-17 x sub-20 – $p = 0,001$. **Razão $V_{bola}/V_{pé}$:** ^a = sub-9 x sub-13 – $p = 0,013$; ^b = sub-9 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^c = sub-9 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^d = sub-9 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^e = sub-11 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^f = sub-11 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^g = sub-11 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^h = sub-13 x sub-15 – $p < 0,0001$; ⁱ = sub-13 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^j = sub-13 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^k = sub-15 x sub-20 – $p = 0,022$.

Figura 1.3. *Boxplot* com intervalo de confiança da mediana (95%) para o comprimento do último passo (**A**) e distância entre o pé de suporte e a bola (**B**) para os grupos de idade analisados ($n = 366$).

Nota: Comprimento do último passo: ^a = sub-9 x sub-13 – $p < 0,0001$; ^b = sub-9 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^c = sub-9 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^d = sub-9 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^e = sub-11 x sub-13 – $p = 0,005$; ^f = sub-11 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^g = sub-11 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^h = sub-11 x sub-20 – $p < 0,0001$; ⁱ = sub-13 x sub-20 – $p < 0,0001$; ^j = sub-15 x sub-20 – $p = 0,003$; ^k = sub-17 x sub-20 – $p = 0,009$. **Distância entre pé de suporte e**

a bola: ^a = sub-11 x sub-13 – $p = 0,008$; ^b = sub-11 x sub-15 – $p = 0,001$; ^c = sub-11 x sub-17 – $p = 0,002$.

Tabela 2.1. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para a velocidade do pé – $V_{pé}$, e razão entre a velocidade da bola e velocidade do pé – razão $V_{bola}/V_{pé}$.

	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20
$V_{pé}$					
sub-9	92/6/2 <i>likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-11	--	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-13		--	98/2/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-15			--	66/34/0 <i>possibly</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-17				--	98/2/0 <i>very likely</i>
$Razão$ $V_{bola}/V_{pé}$					
sub-9	54/35/11 <i>unclear</i>	94/5/1 <i>likely</i>	99/1/0 <i>Very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-11	--	55/44/1 <i>possibly</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-13		--	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-15			--	25/72/4 <i>unclear</i>	99/1/0 <i>very likely</i>
sub-17				--	67/28/5 <i>unclear</i>

Tabela 2.2. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para o comprimento do último passo – CP, e a distância entre o pé de suporte e a bola – D_{s-bola} .

	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20
<i>CP</i>					
sub-9	99/1/0 <i>very likely</i>	99/1/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-11	--	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
sub-13		--	86/14/0 <i>likely</i>	91/9/0 <i>likely</i>	99/1/0 <i>very likely</i>
sub-15			--	23/72/5 <i>unclear</i>	98/2/0 <i>very likely</i>
sub-17				--	98/1/0 <i>very likely</i>
<i>D_{s-bola}</i>					
sub-9	13/28/59 <i>unclear</i>	15/34/51 <i>unclear</i>	29/27/44 <i>unclear</i>	78/17/5 <i>unclear</i>	62/32/6 <i>unclear</i>
sub-11	--	99/1/0 <i>very likely</i>	93/7/0 <i>likely</i>	99/1/0 <i>very likely</i>	53/41/6 <i>unclear</i>
sub-13		--	23/68/9 <i>unclear</i>	18/75/7 <i>unclear</i>	19/68/12 <i>unclear</i>
sub-15			--	18/80/2 <i>likely trivial</i>	66/32/2 <i>possibly</i>
sub-17				--	7/45/48 <i>unclear</i>

Diferenças menos pronunciadas foram detectadas nas variáveis que mensuram aspectos de erros na tarefa de chutar. Basicamente, o MRE (Figura 1.4(A); $F_{5,360} = 6,92$; $p < 0,0001$; $[\eta^2 = 0,09]$) foi maior para o grupo sub-11 ($1,65 \pm 0,6$ [$d = 0,57-1,04$]) do que sub-15 ($1,34 \pm 0,48$; $p = 0,001$; 0/4/96 *very likely*), sub-17 ($1,29 \pm 0,5$; $p < 0,0001$; 0/0/100 *almost certain*) e sub-20 ($1,14 \pm 0,35$ m; $p = 0,003$; 0/1/99 *very likely*). O grupo sub-13 também apresentou maiores índices ($1,59 \pm 0,59$ m [$d = 0,46-0,93$]) do que sub-15 ($p = 0,017$; 0/3/97 *very likely*), sub-17 ($p = 0,006$; 0/2/98 *very likely*) e sub-20 ($p =$

0,012; 1/11/88 *likely*). O grupo sub-9 ($1,4 \pm 0,49$ m) não apresentou diferenças em relação aos demais. Demais chances quantitativas foram *unclear* (Tabela 2.3 [$d = 0,1-0,61$]), exceto entre sub-15 e sub-20 (1/14/85 *likely*; $d = 0,48$). Em referência ao BVE ($F_{5,360} = 3,55$; $p = 0,004$; [$\eta^2 = 0,05$]), somente o grupo sub-11 ($1,47 \pm 0,73$ [$d = 0,46-0,75$]) diferiu do sub-15 ($1,18 \pm 0,51$; $p = 0,008$; 0/8/92 *likely*), sub-17 ($1,17 \pm 0,5$; $p = 0,013$; 0/9/91 *likely*) e sub-20 ($1,05 \pm 0,32$ m; $p = 0,045$; 0/5/95 *very likely*). O grupo sub-9 ($1,26 \pm 0,58$ m) não apresentou diferenças para os demais (Figura 1.4(B)). Embora o mesmo ocorreu ao sub-13 ($1,30 \pm 0,57$ m [$d = 0,26-0,75$]), QC *possibly* foram identificadas quando comparado ao sub-11 (0/42/58) sub-15 (0/44/44), sub-17 (1/48/52) e *likely* (vs. sub-20; 1/15/84; Tabela 2.3).

Finalmente, os resultados de ACUR ($F_{5,360} = 6,61$; $p < 0,0001$; [$\eta^2 = 0,08$]) revelaram que o sub-11 ($2,25 \pm 0,84$ [$d = 0,6-1,03$]) foi maior que o sub-15 ($1,81 \pm 0,62$; $p < 0,0001$); sub-17 ($1,77 \pm 0,5$; $p < 0,0001$) e sub-20 ($1,57 \pm 0,4$ m; $p = 0,002$; 0/2/98 *very likely* para todos). Ademais, o sub-13 ($2,09 \pm 0,72$ [$d = 0,52-0,89$]) também foi maior que sub-17 ($p = 0,044$; 0/5/95 *likely*) e sub-20 ($p = 0,036$; 0/8/91 *likely*). Chances quantitativas relevantes ($d = 0,2-0,67$) foram notadas entre i) sub-9 ($1,93 \pm 0,64$ m) com sub-11 (94/6/1 *likely*) e sub-20 (2/12/86 *likely*); ii) sub-13 ($2,09 \pm 0,72$ m) com sub-11 (1/50/49 *possibly*) e sub-15 (0/24/76 *likely*; Tabela 2.3). Correlações entre a velocidade da bola e as variáveis dependentes analisadas foram significativas, de modo geral. Contudo, a magnitude destas relações variou através dos grupos de idade (Tabela 2.4). Houve uma correlação *grande* entre a velocidade da bola e a idade cronológica ($r = 0,68$; $p < 0,0001$). Os modelos de regressão linear simples entre a idade cronológica e V_{bola} , $V_{\text{pé}}$, razão $V_{\text{bola}} / V_{\text{pé}}$, CP, e um modelo polinomial de terceira ordem com o MRE, bem como as estimativas de contribuição para a variância total (R^2) estão descritos na Tabela 2.5.

Figura 1.4. *Boxplot* com intervalo de confiança da mediana (95%) para o erro médio radial, MRE (**A**), erro variável bivariável, BVE (**B**) e acurácia, ACUR (**C**) para cada grupo de idade ($n = 366$).

Nota: **MRE:** ^a = sub-11 x sub-15 – $p = 0,001$; ^b = sub-11 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^c = sub-11 x sub-20 – $p = 0,003$; ^d = sub-13 x sub-15 – $p = 0,017$; ^e = sub-13 x sub-17 – $p = 0,006$; ^f = sub-13 x sub-20 – $p = 0,012$. **BVE:** ^a = sub-11 x sub-15 – $p = 0,008$; ^b = sub-11 x sub-17 – $p = 0,013$; ^c = sub-11 x sub-20 – $p = 0,045$. **ACUR:** ^a = sub-11 x sub-15 – $p < 0,0001$; ^b = sub-11 x sub-17 – $p < 0,0001$; ^c = sub-11 x sub-20 – $p = 0,002$; ^d = sub-13 x sub-17 – $p = 0,044$; ^e = sub-13 x sub-20 – $p = 0,036$.

Tabela 2.3. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para o erro médio radial – MRE, erro variável bi variável – BVE, e a acurácia – ACUR.

	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20
<i>MRE</i>					
sub-9	18/36/45 <i>unclear</i>	59/33/8 <i>unclear</i>	8/24/68 <i>unclear</i>	12/46/42 <i>unclear</i>	10/24/67 <i>unclear</i>
sub-11	--	3/67/30 <i>unclear</i>	0/4/96 <i>very likely</i>	0/0/100 <i>almost certain</i>	0/1/99 <i>very likely</i>
sub-13		--	0/3/97 <i>very likely</i>	0/2/98 <i>very likely</i>	1/11/88 <i>likely</i>
sub-15			--	3/71/26 <i>unclear</i>	1/14/85 <i>likely</i>
sub-17				--	11/42/46 <i>unclear</i>
<i>BVE</i>					
sub-9	55/28/17 <i>unclear</i>	20/37/42 <i>unclear</i>	30/52/18 <i>unclear</i>	12/38/49 <i>unclear</i>	6/34/60 <i>unclear</i>
sub-11	--	0/42/58 <i>possibly</i>	0/8/92 <i>likely</i>	0/9/91 <i>likely</i>	0/5/95 <i>very likely</i>
sub-13		--	0/44/55 <i>possibly</i>	1/48/52 <i>possibly</i>	1/15/84 <i>likely</i>
sub-15			--	8/77/15 <i>unclear</i>	3/27/70 <i>unclear</i>
sub-17				--	5/37/58 <i>unclear</i>
<i>ACUR</i>					
sub-9	94/6/1 <i>likely</i>	39/36/25 <i>unclear</i>	58/30/12 <i>unclear</i>	17/24/59 <i>unclear</i>	2/12/86 <i>likely</i>
sub-11	--	1/50/49 <i>possibly</i>	0/2/98 <i>very likely</i>	0/2/98 <i>very likely</i>	0/2/98 <i>very likely</i>
sub-13		--	0/24/76 <i>likely</i>	0/5/95 <i>likely</i>	0/8/91 <i>likely</i>
sub-15			--	6/80/14 <i>unclear</i>	5/36/58 <i>unclear</i>
sub-17				--	3/32/65 <i>unclear</i>

Tabela 2.4. Coeficiente de correlação entre a velocidade da bola e as variáveis dependentes.

	sub-9	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20
V_{pé}	0,66**	0,83**	0,85**	0,89**	0,89**	0,86**
V_{bola} / V_{pé}	0,82**	0,72**	0,68**	0,62**	0,51**	0,73**
CP	0,36*	0,57**	0,70**	0,79**	0,70**	0,59**
D_{suporte-bola}	-0,12	0,06	0,40**	0,33**	0,24**	0,12
MRE	-0,46	-0,49**	0,01	-0,04	-0,19	-0,46
BVE	0,07	-0,21	-0,04	-0,12	-0,04	0,23
ACUR	-0,24	-0,39**	-0,01	-0,08	-0,15	-0,21

Nota: * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Tabela 2.5. Modelos de regressão entre a idade cronológica e as variáveis dependentes.

Fator	R^2	p	Equação preditiva	SEE
V _{bola}	0,47	< 0,001	$V_{bola} = (5,0743 \times \text{Idade}) + 3,8195$	1,77
V _{pé}	0,39	< 0,001	$V_{pé} = (3,0105 \times \text{Idade}) + 22,262$	1,90
V _{bola} / V _{pé}	0,28	< 0,001	ratio = $(0,0264 \times \text{Idade}) + 0,7845$	2,05
CP	0,25	< 0,001	CP = $(0,0446 \times \text{Idade}) + 0,7766$	2,10
MRE	0,07	< 0,001	MRE = $(0,0012 \times (\text{Idade}^3) - (0,0495 \times (\text{Idade}^2) + (0,6143 \times \text{Idade}) - 0,7223$	

2.5. DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi investigar como ocorre o desenvolvimento desde a infância–início da prática, até o início da fase adulta–próximo de uma possível transição para o nível profissional, em referência a alguns parâmetros Biomecânicos simples (V_{bola}, V_{pé}, CP, D_{s-bola}) e medidas de acurácia durante o chute no futebol (MRE,

BVE, ACUR). O principal achado foi que enquanto velocidade da bola, do pé, comprimento do último passo razão $V_{bola} / V_{pé}$ e magnitude da correlação entre V_{bola} - $V_{pé}$ —indicadores de qualidade de impacto pé-bola, aumentam linearmente com o aumento da idade, inversamente, diminuições na magnitude da relação velocidade da bola com razão $V_{bola} / V_{pé}$ foram encontrados. Além disso, parâmetros de acurácia parecem prejudicados na adolescência.

Um restrito número de estudos prévios investigaram o desempenho chutando em jogadores muito jovens sub-9 e sub-11. A partir destes, valores de velocidade do pé (sub-9: $\sim 29,24\text{--}32,73$; sub-11: $\sim 33,23\text{--}36,56$ km/h) (46) ou velocidade da bola (sub-11: $\sim 53,64 \pm 6,12$ km/h) (26) foram ligeiramente menores do que os nossos. No sub-13, a velocidade da bola foi dentro do range ou moderadamente inferior aos estudos do passado ($58,54\text{--}82,06$ km/h) (7,16,54) e inversamente a velocidade do pé foi maior que o reportado antes ($\sim 48,46$ km/h) (16). Para o sub-15, nossos achados também foram moderadamente maiores do que os do passado (velocidade da bola: $\sim 65,16 \pm 5,36\text{--}70,63 \pm 6,80$ km/h) (17,18). A respeito do grupo sub-17, nossos resultados estão de acordo com o range da literatura atual (V_{bola} : $\sim 64 \pm 5\text{--}79 \pm 6\text{--}109,19 \pm 5,18$; $V_{pé}$: $\sim 53,64 \pm 6,48\text{--}88,52 \pm 4,79$ km/h) (11,14,15,32,40,47), mas também podem estar ao mesmo tempo abaixo (14,15,47), ou acima de algumas referências (32,40). Finalmente, os resultados no sub-20 foram maiores do que em muitos trabalhos pareados por idade publicados (V_{bola} : $\sim 50,76 \pm 6,12\text{--}81,72 \pm 11,16$; $V_{pé}$: $\sim 48,28\text{--}67,50$ km/h) (2,23,36,38,44,45,48), embora concorde com outros (V_{bola} : $\sim 93,98\text{--}113,33 \pm 5,22$; $V_{pé}$: $\sim 75,42 \pm 9,76\text{--}83,56 \pm 10,84$ km/h) (4,25,29,31,41). Interessantemente, os valores desse grupo de idade também são similares aos de jogadores de futsal profissionais de elite (V_{bola} : $99,74 \pm 8,45$; $V_{pé}$: $82,31 \pm 7,93$ km/h) (52), o que indica que por esta idade já

apresentam um padrão bastante maduro de movimento para alcançarem elevado desempenho chutando.

Os parâmetros velocidade da bola e velocidade do pé apresentaram aumentos em função do aumento da idade cronológica em uma forma praticamente linear (Figura 1.2), e apresentaram relação significativa com a idade ($r = 0,68$; ajustado $R^2 = 0,47$). Para esclarecer essas mudanças, nos baseamos na perspectiva Ecológica [i.e. Teoria dos sistemas dinâmicos; Kugler, et al. (20)], um modelo teórico para o desenvolvimento motor humano a partir da inter-relação entre as restrições do indivíduo, do ambiente e da tarefa. Primeiramente, em referência às restrições do indivíduo, dentre os fatores que contribuíram para os resultados aqui apresentados, um deles certamente está relacionado com a capacidade de produzir força muscular dos membros inferiores aumentando. Parker, et al. (39) estudaram o desenvolvimento da máxima força muscular isométrica (MIVC) do quadríceps em crianças e adolescentes ($n = 267$; 5–17 anos de idade) e também identificaram uma tendência de aumento ajustado linearmente através dos grupos de idade. Em outro estudo, Barber-Westin, et al. (5) utilizando dinamômetro isocinético (DI) ($n = 224$; 9–17 anos de idade), identificaram que o pico de torque de extensão do joelho aumenta progressivamente desde os 9 (sub-9–presente estudo) até 14 anos de idade (sub-15–presente estudo), e estabiliza-se logo em seguida entre 14–17 anos de idade. Nós identificamos um quadro muito semelhante para o desempenho chutando (i.e. velocidades da bola e do pé), com aumentos desde o sub-9 até o sub-15 e com um indício de estabilização dos aumentos por volta desta idade (i.e. entre sub-15–sub-17; $p = 0,22–0,29$; $d = 0,28–0,76$; *possibly a likely*), somente. Achados na mesma linha também têm sido vistos (7). Entretanto variáveis provenientes de avaliações MIVC (ex. força pico) e DI (ex. pico de torque de extensão do joelho) podem revelar apenas limitadas informações sobre chutes devido as diferença de etiologia das tarefas

(i.e. chutar vs. MIVC e DI) (32,33,34). Desta forma, desde que o desenvolvimento do sistema muscular, do modo como foi avaliado nos estudos do passado, explica apenas parcialmente o desenvolvimento do chute.

O aumentado tempo de prática de um grupo mais novo para o outro mais velho a seguir é um fator que por poderia contribuir por si só para a melhora nas velocidades (3). Mais além, nossos resultados indicam que enquanto a velocidade da bola exhibe aumentos da ordem de 15,2–21,4% entre grupos próximos (sub-9–sub-11–sub-13–sub-15 e sub-17–sub-20), a velocidade do pé exhibe aumentos menores, de 7,7–14,3% para as mesmas comparações. Davids, et al. (9) argumentaram que tentativas de modelagem teórica do processo de coordenação e controle do chute no futebol requerem um entendimento também da coordenação entre o sistema em movimento e a bola (i.e. entre restrições do indivíduo–tarefa), do que somente compreender a coordenação entre os componentes do sistema isolado. Pela primeira vez, nossos resultados também apontam que a magnitude da correlação entre velocidade da bola e velocidade do pé—assumido como um indicador indireto da qualidade de impacto (4), exhibe aumento desde o sub-9 até os grupos sub-15–sub-17 ($r = 0,66$ para $0,89$), com simultâneo aumento da razão $V_{bola} / V_{pé}$ (sub-9: $0,99 \pm 0,13$ – sub-20: $1,26 \pm 0,11$ u.a.) e inversamente diminuição da magnitude de correlação entre razão $V_{bola} / V_{pé}$ e velocidade da bola (sub-9: $r = 0,82$ – sub-17: $r = 0,61$). Isso indica que o aumento da velocidade do pé, não explica por si só os consequentes aumentos da velocidade da bola com aumento da idade. Então, o fator que contribui para isso— V_{bola} aumentando—é principalmente a melhora da qualidade de impacto pé-bola através dos grupos de idade. Em outras palavras, jogadores mais velhos são capazes de transferir maior taxa de velocidade do pé para a bola durante o impacto do que jogadores mais jovens. Valores próximos aos de adultos [razão $V_{bola} / V_{pé} = 1,23$ —Levanon and Dapena (24)] sugerem um possível platô (i.e. limite de transferência

de velocidade) atingido a partir da idade do grupo mais velho investigado no presente estudo ($\geq$ sub-20).

Mudanças nos padrões de coordenação entre membros inferiores decorrentes de diferentes ajustes angulares nas articulações, para cada grupo de idade, podem ser os responsáveis por produzir os resultados acima. Entretanto, reduzido número de investigações são encontrados sobre esse tema com limitado range de grupos de idade (19,26,46), e nossos dados não permitem fazer inferências nessa linha. Katis, et al. (19) compararam dois grupos de jogadores, um de jovens (~15 anos) e outro adultos (~25 anos) durante o chute *instep kick*, com apenas um passo anterior ao impacto. Eles verificaram que os ajustes nas fases finais do chute, nas articulações do quadril (> flexão), joelho (> velocidade angular) e tornozelo (> flexão plantar, < inversão e > velocidade angular) favoreceram aos adultos. Os próprios autores relatam como limitação que abordagens de múltiplos passos anteriores ao impacto além de aumentarem o desempenho podem revelar mais diferenças entre grupos de idade (19). Tendo isso em vistas, nós optamos no presente estudo por permitir múltiplos passos como necessário a cada participante antes dos chutes. Pesquisas adicionais devem contribuir para o entendimento de como ocorre essa melhora na qualidade de impacto pé-bola apresentada aqui, desde a infância até idade adulta, bem como o desenvolvimento da transferência próximo-distal e aspectos cinemáticos em uma variedade de grupos de idade.

Diferentemente das velocidades, o comprimento do último passo (CP) (16,22) e a distância entre o pé de suporte e a bola (D_{s-bola}) (16,32,38) foram pouco exploradas até a presente data em jovens jogadores. Desta forma o desenvolvimento destes componentes não estava claro até este ponto. A respeito do CP, somente um estudo apresentou valores, e que foram similares aos nossos (no sub-20: $1,73 \pm 0,15$ m) (22).

Também, este estudo (22) havia reportado que o CP influencia a velocidade da bola em sub-20 embora com coeficiente menor ($r = 0,42$; ver Tabela 2.4). Esse parâmetro foi identificado como relacionado *moderada a muito fortemente* ao desenvolvimento de velocidade da bola em todos os grupos de idade (Tabela 2.4). Também, exibiu aumento como em função da idade (Figura 1.3(A) e Tabela 2.2). O CP é importante para permitir maior amplitude de movimento de retração pélvica, que propicia em seguida maior protração pélvica, na rotação para frente no lado de chute (21). Portanto, considerar essa variável em bateria de testes, durante o processo de ensino-aprendizagem-treinamento e em próximos estudos é recomendado para todos os grupos de idade desde a infância sub-11 até o sub-20, bem como para identificar se jogadores estão aptos para transições de um grupo de idade para o outro mais velho.

Em contraste, o padrão de mudanças da D_{s-bola} em função da idade também não segue os outros parâmetros (V_{bola} , $V_{pé}$, razão $V_{bola} / V_{pé}$, CP). McLean and Tumilty (32) e Orloff, et al. (38) haviam reportado D_{s-bola} próximos aos nossos, no sub-17 ($\sim 0,37 \pm 0,03 - 0,39 \pm 0,04$ m) e sub-20 ($0,31 \pm 0,09$ m), respectivamente. Em oposição, Kapidzic, et al. (16) encontraram valores abaixo e correlações inversas com a V_{bola} (sub-13–sub-15: $0,14 \pm 0,07$ m; $r = -0,45$). Contudo, é necessária atenção nos grupos sub-13, sub-15, sub-17, em que uma D_{s-bola} excessivamente pequena poderia produzir chutes com menor velocidade, devido às correlações *pequenas a moderadas* com V_{bola} (Tabela 2.4). A ausência de correlações entre as medidas de erro com a velocidade da bola indica que jogadores de todas as idades são capazes de produzirem chutes certos sem necessariamente reduzirem suas velocidades, em linha com um estudo recente (52).

A partir dos cálculos de MRE, BVE e ACUR, nós identificamos que esses indicadores que representam medidas de erro durante o chute, seguem diferentes dinâmicas de mudanças em função da idade cronológica. Estes dados não são

comparáveis com os trabalhos prévios, porque eles haviam utilizado medidas indiretas para avaliar acurácia em jovens jogadores (27,28,32,43,49,51). O criticismo a esse tipo de abordagem também foi apontado anteriormente por Berjan Bacvarevic, et al. (7), e nós seguimos suas recomendações para o delineamento do presente estudo. Os principais resultados encontrados foram de que o MRE, BVE e ACUR parecem prejudicados nas idades sub-11 (MRE, BVE e ACUR; > sub-15 ao sub-20), sub-13 (MRE: > sub-15, sub-17, sub-20; ACUR: > sub-17 e sub-20), com *likely* extensão até o sub-15 (MRE > sub-20), e apresentam melhora somente nos grupos mais velhos sub-17 e sub-20. Durante a primeira fase puberal (12-13 a 14-15 anos) ocorre um aumento acentuado da massa muscular, ao mesmo tempo da força muscular e adicionalmente, o rápido aumento da altura e do peso normalmente leva a uma diminuição da capacidade coordenativa, em que o controle dos movimentos pode tornar-se comprometido. Movimentos sem “precisão” são típicos para esta idade (53). Essa premissa parece ser aplicável também para a habilidade de chutar. Considerando que o grupo sub-9 não apresentou as mesmas diferenças para os grupos mais velhos, é possível sugerir que os indicadores aumentados de erro chutando sofram influência negativa do período de puberdade como acima mencionado (i.e. iPVC), principalmente no sub-13 com possibilidade de estender-se até sub-15. Desta forma, a fim de refinar os parâmetros de acurácia chutando, nós recomendamos que algumas sessões de treinamentos específicos para esses grupos de idade deveriam focar em instruções como “acerte o centro do alvo” em oposição a “chute a bola com a maior velocidade possível e tente acertar o centro do alvo” ou outras instruções focando principalmente velocidades (50), frequentemente exigidas na prática.

Em resumo, respondendo as questões originais deste estudo, nós concluímos que parâmetros Biomecânicos relacionados ao desempenho chutando apresentam

desenvolvimento diferenciado. Velocidades da bola e do pé, taxa de transferência de velocidade pé-bola, e comprimento do último passo antes do chute apresentam aumento como em função do aumento na idade cronológica, em uma forma praticamente linear. Parâmetros de acurácia apresentam-se prejudicados principalmente durante o período de surto de velocidade do crescimento. Esses resultados sugerem que diferentes estratégias de treinamento específicas devem ser aplicadas para cada grupo de idade.

As principais limitações do presente estudo foram da opção pelo chute executado sem a presença de um goleiro, que representa uma habilidade motora fechada. De acordo com a base teórica acumulada nos últimos anos (51), i) a mera presença de um goleiro estático (36) ou ii) sua presença combinada à movimentação tentando distrair o chutador (55) são restrições da tarefa que de fato distraem e afetam o desempenho chutando durante um pênalti. Isso indica cautela na tentativa de transferência dos achados para um jogo oficial competitivo. Adicionalmente, futuros estudos com abordagens experimentais de natureza longitudinal são necessários para confirmar a ocorrência das adaptações nos parâmetros de chute. Até este ponto, fatores mecânicos durante o chute não foram avaliados durante jogo devido principalmente a dificuldades práticas (4). Considerando que ainda existe um gap entre a pesquisa em Biomecânica do esporte, especificamente da análise do chute ao processo de *coaching* (21), nós tentamos fornecer reais contribuições para os profissionais, traduzindo os resultados em termos práticos. Para o nosso conhecimento, este foi também um dos primeiros estudos sobre o desempenho chutando que utilizou uma abordagem integrada de análise, aplicando estatística convencional e inferências baseadas em magnitudes, que são tendências contemporâneas (8,12). Ademais, a literatura atual havia examinado um número muito menor de jovens jogadores de futebol participantes do que o nosso estudo, mesmo em trabalhos abrangentes [$N \leq 106$ —Berjan Bacvarevic, et al. (7)].

Similar ao feito por Huijgen, et al. (13) com a habilidade passe, provemos equações preditivas do desempenho chutando em função da idade cronológica (Tabela 2.5).

2.6. APLICAÇÕES PRÁTICAS

A partir dos resultados do presente estudo, utilizando procedimentos de cinemática 3-D em ampla amostra, nós evidenciamos que o desempenho chutando é uma habilidade que melhora com aumento da idade cronológica (ex. velocidade da bola, pé, razão $V_{bola}/V_{pé}$ e comprimento do último passo), e principalmente apresenta sensibilidade para o seu desenvolvimento desde criança (8 anos) até idade adulta (19 anos) próximos de atingirem o nível profissional, e portanto recomendamos que deve ser um componente muito importante durante sessões de treinamento em academias de jovens no futebol. Os achados deste estudo transversal sugerem que a exposição em longo prazo à prática do futebol melhorara a qualidade de impacto no chute aumentando a taxa de transferência de velocidade pé-bola. Em adição, treinadores devem considerar que durante o período de pico de velocidade do crescimento (i.e. puberdade; sub-13–sub-15) variáveis de acurácia do chute são afetadas negativamente, em contraste ao paradigma atual (27,28,43,49). Desta forma, atividades que priorizem acertar um alvo podem ser benéficas para estes grupos de idade. Ademais, um simples parâmetro Biomecânico que não exige sistemas de captura e medições de movimento altamente avançados para ser mensurado, como o comprimento do último passo, revela informações importantes sobre o desempenho chutando em todos os grupos analisados. As equações preditivas podem ser utilizadas [$V_{bola} = (5,0743 \times Idade) + 3,8195$] e assim identificar se um jogador corresponde a média esperada para sua idade, revelando possíveis necessidades de refinamento/treinamento em algum parâmetro. Em contraste, a promoção de atletas talentosos mais jovens para um grupo de idade mais velho, prática comum entre

treinadores, também deve considerar se os jogadores apresentam índices de desempenho chutando que permitam essa transição.

2.7. REFERÊNCIAS

1. Ali A, Williams C, Hulse M, Strudwick A, Reddin J, Howarth L, Eldred J, Hirst M, and McGregor S. Reliability and validity of two tests of soccer skill. *J Sports Sci* 25: 1461-1470, 2007.
2. Amiri-Khorasani M and Kellis E. Static vs. Dynamic Acute Stretching Effect on Quadriceps Muscle Activity during Soccer Instep Kicking. *J Hum Kinet* 39: 37-47, 2013.
3. Anderson DI and Sidaway B. Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Res Q Exerc Sport* 65: 93-99, 1994.
4. Apriantono T, Nunome H, Ikegami Y, and Sano S. The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *J Sports Sci* 24: 951-960, 2006.
5. Barber-Westin SD, Noyes FR, and Galloway M. Jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes: a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. *Am J Sports Med* 34: 375-384, 2006.
6. Barbieri FA, Gobbi LT, Santiago PR, and Cunha SA. Dominant-non-dominant asymmetry of kicking a stationary and rolling ball in a futsal context. *J Sports Sci* 33: 1411-1419, 2015.
7. Berjan Bacvarevic B, Pazin N, Bozic PR, Mirkov D, Kukolj M, and Jaric S. Evaluation of a composite test of kicking performance. *J Strength Cond Res* 26: 1945-1952, 2012.
8. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences *Hillsdale, NJ*: Lawrence Earlbaum Associates, 1988.
9. Davids K, Lees A, and Burwitz L. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: implications for talent identification and skill acquisition. *J Sports Sci* 18: 703-714, 2000.
10. Figueroa PJ, Leite NJ, and Barros RM. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Comput Methods Programs Biomed* 72: 155-165, 2003.
11. Garcia-Pinillos F, Martinez-Amat A, Hita-Contreras F, Martinez-Lopez EJ, and Latorre-Roman PA. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *J Strength Cond Res* 28: 2452-2460, 2014.
12. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, and Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 41: 3-13, 2009.
13. Huijgen BC, Elferink-Gemser MT, Ali A, and Visscher C. Soccer skill development in talented players. *Int J Sports Med* 34: 720-726, 2013.

14. Juarez D, Lopez de Subijana C, Mallo J, and Navarro E. Acute effects of endurance exercise on jumping and kicking performance in top-class young soccer players. *Eur J Sport Sci* 11: 191-196, 2011.
15. Juarez D, Mallo J, De Subijana C, and Navarro E. Kinematic analysis of kicking in young top-class soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 51: 366-373, 2011.
16. Kapidzic A, Huremovic T, and Biberovic A. Kinematic analysis of the instep kick in youth soccer players. *J Hum Kinet* 42: 81-90, 2014.
17. Katis A and Kellis E. Three-dimensional kinematics and ground reaction forces during the instep and outstep soccer kicks in puberal players. *J Sports Sci* 28: 1233-1241, 2010.
18. Katis A and Kellis E. Is soccer kick performance better after a "faking" (cutting) maneuver task? *Sports Biomech* 10: 35-45, 2011.
19. Katis A, Kellis E, and Lees A. Age and gender differences in kinematics of powerful instep kicks in soccer. *Sports Biomech* 14: 287-299, 2015.
20. Kugler P, Kelso JS, and Turvey M. On the control and coordination of naturally developing systems. In: The development of movement control and coordination. J.A.S. Kelso and J.E. Clark, eds. New York: Wiley, 1982, pp. 5-78.
21. Lees A, Asai T, Andersen TB, Nunome H, and Sterzing T. The biomechanics of kicking in soccer: a review. *J Sports Sci* 28: 805-817, 2010.
22. Lees A, Kershaw L, and Moura F. The three-dimensional nature of the maximal instep kick in soccer. In: Science and football V: the proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football. T. Reilly, J. Cabri J, eds. London: Routledge, 2005. pp. 65-70.
23. Lees A and Owens L. Early visual cues associated with a directional place kick in soccer. *Sports Biomech* 10: 125-134, 2011.
24. Levanon J and Dapena J. Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Med Sci Sports Exerc* 30: 917-927, 1998.
25. Lopez-Segovia M, Pareja-Blanco F, Jimenez-Reyes P, and Gonzalez-Badillo JJ. Determinant factors of repeat sprint sequences in young soccer players. *Int J Sports Med* 36: 130-136, 2015.
26. Luhtanen P. Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In: Science and football. T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. J. Murphy, eds. London: E & FN Spon, 1988. pp. 441-448.
27. Malina RM, Cumming SP, Kontos AP, Eisenmann JC, Ribeiro B, and Aroso J. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13-15 years. *J Sports Sci* 23: 515-522, 2005.
28. Malina RM, Ribeiro B, Aroso J, and Cumming SP. Characteristics of youth soccer players aged 13–15 years classified by skill level. *Br J Sports Med* 41: 290-295, 2007.
29. Manolopoulos E, Katis A, Manolopoulos K, Kalapotharakos V, and Kellis E. Effects of a 10-week resistance exercise program on soccer kick biomechanics and muscle strength. *J Strength Cond Res* 27: 3391-3401, 2013.
30. Manolopoulos E, Papadopoulos C, Salonikidis K, Katartzi E, and Poluha S. Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics

- in young amateur soccer players during preseason. *Percept Mot Skills* 99: 701-710, 2004.
31. Markovic G, Dizdar D, and Jaric S. Evaluation of tests of maximum kicking performance. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 215-220, 2006.
 32. McLean BD and Tumilty DM. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br J Sports Med* 27: 260-262, 1993.
 33. Milioni F, Vieira LH, Barbieri RA, Zagatto AM, Nordsborg NB, Barbieri FA, Dos-Santos JW, Santiago PR, and Papoti M. Futsal Match-Related Fatigue Affects Running Performance and Neuromuscular Parameters but Not Finishing Kick Speed or Accuracy. *Front Physiol* 7: 518, 2016.
 34. Mognoni P, Narici MV, Sirtori MD, and Lorenzelli F. Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 34: 357-361, 1994.
 35. Moore SA, McKay HA, Macdonald H, Nettlefold L, Baxter-Jones AD, Cameron N, and Brasher PM. Enhancing a Somatic Maturity Prediction Model. *Med Sci Sports Exerc* 47: 1755-1764, 2015.
 36. Navarro M, van der Kamp J, Ranvaud R, and Savelsbergh GJ. The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. *J Sports Sci* 31: 921-929, 2013.
 37. Nunome H, Ikegami Y, Kozakai R, Apriantono T, and Sano S. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *J Sports Sci* 24: 529-541, 2006.
 38. Orloff H, Sumida B, Chow J, Habibi L, Fujino A, and Kramer B. Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. *Sports Biomech* 7: 238-247, 2008.
 39. Parker DF, Round JM, Sacco P, and Jones DA. A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. *Annals Hum Biol* 17: 199-211, 1990.
 40. Re AH, Correa UC, and Bohme MT. Anthropometric characteristics and motor skills in talent selection and development in indoor soccer. *Percept Mot Skills* 110: 916-930, 2010.
 41. Rodríguez-Lorenzo L, Fernandez-del-Olmo M, A. S-MJ, and R. M-A. Role of vertical jumps and anthropometric variables in maximal kicking ball velocities in elite soccer players. *J Hum Kinet* 53: 11, 2016.
 42. Rodríguez-Lorenzo L, Fernandez-del-Olmo M, and Martín-Acero R. A Critical Review of the Technique Parameters and Sample Features of Maximal Kicking Velocity in Soccer. *Strength Cond J* 37: 26-39, 2015.
 43. Rosch D, Hodgson R, Peterson TL, Graf-Baumann T, Junge A, Chomiak J, and Dvorak J. Assessment and evaluation of football performance. *Am J Sports Med* 28: S29-39, 2000.
 44. Russell M, Benton D, and Kingsley M. Reliability and construct validity of soccer skills tests that measure passing, shooting, and dribbling. *J Sports Sci* 28: 1399-1408, 2010.
 45. Sasadai J, Urabe Y, Maeda N, Shinohara H, and Fujii E. The Effect of Ankle Taping to Restrict Plantar Flexion on Ball and Foot Velocity During an Instep Kick in Soccer. *J Sport Rehabil* 24: 261-267, 2015.

46. Teixeira MC and Teixeira LA. Leg preference and interlateral performance asymmetry in soccer player children. *Dev Psychobiol* 50: 799-806, 2008.
47. Tomas M, Frantisek Z, Lucia M, and Jaroslav T. Profile, correlation and structure of speed in youth elite soccer players. *J Hum Kinet* 40: 149-159, 2014.
48. Torreblanca-Martinez V, Otero-Saborido FM, and Gonzalez-Jurado JA. Effects of Muscle Fatigue Induced by CMJ on Efficacy Parameters of Instep Ball Kicking in Soccer. [published online October 13 2016]. *J Appl Biomech*, 2016.
49. Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgois J, Vrijens J, and Philippaerts RM. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *Br J Sports Med* 40: 928-934, 2006.
50. van den Tillaar R and Ulvik A. Influence of instruction on velocity and accuracy in soccer kicking of experienced soccer players. *J Mot Behav* 46: 287-291, 2014.
51. Vieira LH, De Andrade VL, Aquino RL, Moraes R, Barbieri FA, Cunha SA, Bedo BL, and Santiago PR. Construct validity of tests that measure kick performance for young soccer players based on cluster analysis: exploring the relationship between coaches rating and actual measures. [published online December 16 2016]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2016.
52. Vieira LH, de Souza Serenza F, de Andrade VL, de Paula Oliveira L, Mariano FP, Santana JE, and Santiago PR. Kicking Performance and Muscular Strength Parameters With Dominant and Non-Dominant Lower Limbs in Brazilian Elite Professional Futsal Players. *J Appl Biomech* 32: 578-585, 2016.
53. Weineck J. Functional Anatomy in Sports. Amsterdam: Elsevier, 1990.
54. Wong PL, Chamari K, Dellal A, and Wisloff U. Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 1204-1210, 2009.
55. Wood G and Wilson MR. A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *J Sports Sci* 28: 937-946, 2010.

Capítulo 3.**ESTUDO 2**

3. FATORES MECÂNICOS ASSOCIADOS AO DESEMPENHO NO CHUTE NO FUTEBOL DE ACORDO COM A IDADE, *STATUS* PUBERAL E DE JOGO EM JOVENS JOGADORES DE ALTO NÍVEL

3.1. Resumo

O principal objetivo do presente estudo foi investigar o desempenho chutando nos jogadores de futebol jovens dos grupos de idade sub-11 até sub-20 em referência a possíveis diferenças entre grupos de idade. Além disso, dentro de cada grupo de idade nós avaliamos se o desempenho difere entre jogadores com distintos status jogando (titulares, reservas e não relacionados) e ainda a influência da maturidade (iPVC) em parâmetros chutando. Cento e cinco jogadores com idade entre sub-11 e sub-20 participaram. Quatro câmeras digitais (300 Hz) capturaram os movimentos durante chutes de pênalti objetivando um alvo no centro do gol (1 x 1 m). Velocidades lineares (quadril não dominante, dominante, joelho, tornozelo, 5th metatarsal e centro de massa do pé [CMpé]), deslocamento angular e velocidade angular articular (quadril, joelho e tornozelo) usando a convenção dos ângulos de Euler foram calculados para cada tentativa. Nós também computamos 17 fatores determinísticos previamente utilizados com jogadores adultos (De Witt & Hinrichs, 2012). Os principais achados do presente estudo foram: (1) pequenos ganhos em termos de velocidade e poucas alterações angulares ocorrem entre as idades de crianças sub-11 e pré-púberes sub-13, (2) na idade sub-15 ocorrem os maiores aumentos de velocidades e transferência via próximo-distal (no sentido quadril–joelho–CMpé), (3) o sub-15 é um período crítico em que os parâmetros de desempenho chutando discriminam jogadores titulares, reservas e não-relacionados, (4) entre sub-15 e sub-20, os aumentos da velocidade da bola são menos pronunciados, provocados por ajustes angulares finos próximos ao impacto, (5) maior

taxa de transferência via próximo–distal está associada com maior velocidade da bola em todos os grupos de jovens jogadores, (6) dentro de cada grupo, o grau de maturidade não influencia o desempenho chutando. Nós concluímos que a taxa de desenvolvimento do desempenho chutando durante a juventude difere entre as idades sub-11 até sub-20 em jogadores selecionados.

Palavras-chave: Cinemática 3-D; Controle Motor; Coordenação; Modelo determinístico; Talento; Association football.

3.2. Introdução

O desenvolvimento de alta velocidade da bola e velocidade do pé durante o chute no futebol é altamente influenciado por características mecânicas em eventos que antecedem o impacto (De Witt & Hinrichs, 2012). Para exemplificar, velocidade da corrida de aproximação e cinemática angular de posicionamento do corpo para o contato com a bola (Kellis, Katis, & Gissis, 2004), a velocidade angular pico da coxa, velocidade linear do pé relativamente a do joelho, velocidade linear do joelho relativamente à do quadril (De Witt & Hinrichs, 2012), velocidade angular pico de extensão do joelho (Sinclair et al., 2014) e principalmente velocidade do pé (Barbieri, Gobbi, Santiago, & Cunha, 2010; De Witt & Hinrichs, 2012; Levanon & Dapena, 1998; Nunome, Ikegami, Kozakai, Aprianono, & Sano, 2006) são determinantes de alta velocidade da bola, em jogadores adultos. Estudos anteriores com relativamente larga amostra de jovens (5–11 anos de idade, meninos e meninas agrupados) abordaram principalmente variáveis qualitativas ($n = 187$) (Marqués-Bruna, Lees, & Scott, 2007), ou reportaram informações 2-D da cinemática de movimento ($n = 120$) (Marqués-Bruna, Lees, & Grimshaw, 2008). Egan, Verheul, and Savelsbergh (2007) sugeriram

que futuras investigações do chute no futebol precisariam ser feitas utilizando cinemática tridimensional e número suficiente de participantes (ver também Lees, Asai, Andersen, Nunome, & Sterzing, 2010). Fica claro que nos últimos 20 anos o desenvolvimento do chutar recebeu pouca atenção enquanto um objeto de pesquisa científica (Scott, Williams, & Horn, 2003).

Em outra mão, dentro de um grupo de jogadores altamente habilidosos (ex. jogadores selecionados) é possível encontrar aqueles que conseguem atingir a bola com rapidez e aqueles que possuem menor desempenho chutando (De Witt & Hinrichs, 2012). Em geral, jogadores selecionados para fazerem parte de uma academia de desenvolvimento de jovens talentos ou equipes juniores de clubes profissionais costumam competir a nível local, regional ou até mesmo internacional. Desta forma, passam por uma nova seleção em que os treinadores decidem quem serão jogadores titulares, reservas e não relacionados (i.e. status jogando). Somente um estudo prévio abordou os efeitos do status jogando sobre o desempenho chutando, contudo em um contexto de futsal (Re, Correa, & Bohme, 2010). É esperado que jogadores titulares possuíssem maiores chance de sucesso no futuro, desde que estão tendo maior experiência competitiva e visibilidade. Determinar quais fatores mecânicos no chute possivelmente favorecem aos jogadores titulares pode ter aplicações práticas a fim de (i) delineamento de treinamento específico para jogadores não titulares, (ii) detectar jovens talentos. Mais além, o desempenho chutando como em termos de velocidade da bola parece relacionado às características antropométricas (ex. estatura) (Wong, Chamari, Dellal, & Wisloff, 2009). Em configurações práticas, esses determinantes tendem a influenciar as escolhas dos treinadores (Re et al., 2010). Nesse sentido, permanece não claro se fatores amplamente reconhecidos como determinantes para o desempenho em uma variedade de tarefas (ex. envolvendo força, potência ou velocidade) como o status

de maturidade biológica (Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, & Aroso, 2004), influenciam diretamente a coordenação ao ponto de promoverem melhor desempenho chutando.

Desta forma, os principais objetivos do presente estudo foram de investigar o desempenho chutando nos jogadores de futebol jovens dos grupos de idade sub-11 até sub-20 em referência a (1) possíveis diferenças entre grupos de idade, provendo insights sobre desenvolvimento, (2) dentro de cada grupo de idade para avaliar se o desempenho difere entre jogadores com distintos status jogando e (3) a influência do tempo para o pico de velocidade de crescimento em parâmetros chutando.

3.3. Métodos

3.3.1. Participantes

Cento e cinco jovens jogadores de futebol selecionados participaram do presente estudo, dos grupos de idade sub-11, sub-13, sub-15, sub-17 e sub-20 (Tabela 3.1), provenientes das categorias de formação de um clube profissional que disputa a Liga da terceira divisão nacional do Brasil. Goleiros não foram incluídos. Eles foram avaliados na fase competitiva (i.e. estágio de grupos) durante a disputa do Campeonato Paulista de Futebol 2015–2016, o principal torneio de nível estadual do Brasil (Loturco et al., 2015; Vieira et al., 2017). Todos os procedimentos do presente estudo foram aprovados pelos termos do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade de São Paulo (protocolo N° 1108137/2015), em conformidade com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil) e a declaração de Helsinki. Os participantes e seus responsáveis (quando idade < 18 anos) confirmaram de forma verbal e assinaram a um termo por escrito autorizando a participação de cada jogador como um voluntário.

Tabela 3.1. Caracterização dos participantes dos grupos de idade sub-11 até sub-20 ($N = 105$, média $\pm s$).

		Idade	N	Peso	Estatura	iPVC	Comprimento (m)		
N		(anos)	T / R / NS	(kg)	(cm)	(anos)	Pelve	Coxa	Perna
U11	24	10,8±0,5	10 / 7 / 7	37,6±5,3	149,1±6,4	-3,22±0,53	0,35±0,03	0,42±0,03	0,35±0,02
U13	23	12,6±0,4	10 / 7 / 6	50,4±10,6	160,0±9,5	-0,93±0,87	0,35±0,04	0,40±0,04	0,37±0,04
U15	21	14,8±0,4	8 / 6 / 7	61,2±8,1	172,7±7,7	0,38±0,62	0,43±0,05	0,47±0,03	0,44±0,04
U17	23	16,4±0,5	7 / 6 / 10	65,6±6,3	174,8±6,9	2,36±0,60	0,45±0,02	0,48±0,02	0,44±0,03
U20	14	18,8±0,8	7 / 7 / 0	70,5±5,0	178,7±6,6	4,11±0,69	0,39±0,02	0,56±0,02	0,40±0,02

Nota: T = titular; R = reserva; NS = não relacionado.

Previamente ao protocolo experimental e após as explicações detalhadas dos avaliadores sobre a tarefa, foram mensuradas as características antropométricas de massa corporal (balança digital Sb623 DLK Sports®—São Paulo, BR; aproximação 0,1 kg), estatura (estadiômetro PRIME MED—São Paulo, BR; aproximação 0,1 cm) e estimativa do tempo para o pico de velocidade do crescimento (iPVC) pela equação de Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, and Beunen (2002). Para definir o status jogando [Titular (T), reserva (R) e não relacionado (NS); Ré, Cattuzzo, Santos, and Monteiro (2014)], nós questionamos o treinador da equipe (*Head Coach*) para classificar os todos os jogadores avaliados na data em que a coleta de dados ocorreu (Tabela 3.1).

3.3.2. Coleta de dados

Inicialmente, os participantes foram orientados a utilizarem as roupas e equipamentos similares àqueles adotados em competições oficiais (i.e. shorts, meias e chuteiras). A preferência lateral em relação ao membro inferior dominante para a tarefa de chutar uma bola foi obtida por auto relato (Barfield, Kirkendall, & Yu, 2002; Clagg, Warnock, & Thomas, 2009; Nunome, Ikegami, et al., 2006; Pereira Santiago et al., 2016; Teixeira & Teixeira, 2008). O protocolo experimental foi realizado em um campo oficial padrão FIFA (100 X 70 m; grama natural), com a presença de luz solar. Foi conduzido um aquecimento geral padronizado de 10 minutos, envolvendo corrida em velocidade moderada e exercícios específicos de chutar (van den Tillaar & Ulvik, 2014). Em seguida, foram fixados marcadores esféricos (20 mm Ø) nas seguintes proeminências ósseas do membro inferior dominante: espinha ilíaca ântero-superior (também no membro não-dominante), epicôndilo lateral do fêmur, maléolo lateral, calcâneo e falange distal do quinto metatarso (Figura 2.1). Previamente ao protocolo de chutes, um único examinador foi responsável por medir o comprimento dos segmentos do quadril,

coxa e perna (De Witt & Hinrichs, 2012) com uma fita métrica graduada com aproximação de 1 mm (Coats Corrente Ltda. – São Paulo, Brasil). Foram utilizadas bolas padronizadas FIFA-aprovada (PENALTY®), de acordo com as regras específicas da competição local para os grupos de idade, no sub-11 (tamanho 4: 65 cm Ø; 375 g) e sub-13 – sub-20 (tamanho 5: 70 cm Ø; 430 g).

Foi adotada uma simulação de chute de pênalti (i.e. distância de 11 m da posição inicial da bola ao plano de gol) (Navarro, van der Kamp, Ranvaud, & Savelsbergh, 2013; Nunome, Asai, Ikegami, & Sakurai, 2002; van den Tillaar & Ulvik, 2014), sem a presença de goleiro (Levanon & Dapena, 1998). Um alvo de 1 x 1 m foi fixado no centro do gol (Figura 2.1; dimensões do gol: 7,32 x 2,44 m) (Dorge, Anderson, Sorensen, & Simonsen, 2002; Nunome, Ikegami, et al., 2006; Nunome, Lake, Georgakis, & Stergioulas, 2006; van den Tillaar & Ulvik, 2014; Wong et al., 2009) e nós solicitamos aos participantes: “execute um chute com o máximo de velocidade da bola possível e a acerte o centro do alvo”. Foram fornecidas três tentativas, com intervalo de 1 minuto entre elas (Katis, Amiridis, Kellis, & Lees, 2014). Número de passos antes do chute e ângulo de abordagem foram auto selecionados por cada atleta (Barbieri, Gobbi, Santiago, & Cunha, 2015). Quatro câmeras de vídeo digitais CASIO Exilim Highspeed EX-F1 (CASIO Computer Co., Ltd. – Tóquio, Japão), em 300 Hz (512 x 384 pixel de resolução; padrão NTSC; velocidade do *shutter* de 1/2000 s) fixadas em tripés, foram distribuídas em torno da região de chutes, duas a direita (C1 e C2) e duas a esquerda (C3 e C4), de modo a cobrirem totalmente os eventos de interesse (Figura 2.1).

3.3.3. Processamento dos dados

Foi definido previamente um ciclo de análise do movimento (0–100%) com início 30 quadros antes do impacto com a bola (0%) até o quadro de contato pé-bola (100%). Isso coincide aproximadamente com o instante em que a coxa da perna de balanço inicia o movimento para frente (0%) até o momento do impacto pé-bola (100%) (De Witt & Hinrichs, 2012). Após as coletas de dados, as sequências de imagens foram transferidas para o computador (8-core Intel Xeon® CPU X5650). Em ambiente DVIDEOTM (Figueroa, Leite, & Barros, 2003), foram executados os passos (Barbieri et al., 2015; Pereira Santiago et al., 2016) (A) sincronização por *beeps* emitidos quando as câmeras foram ligadas, (B) foi definido um frame de calibração (4,56 x 3,51 x 1,3 m) com base em 72 pontos de controle com distâncias previamente conhecidas nos eixos X, Y e Z, respectivamente, (C) marcação dos quadros (Figura 2.1), (D) reconstrução 3-D DLT (*Direct Linear Transformation*) (Abdel-Aziz & Karara, 1971). Um teste de acurácia foi realizado para avaliar incertezas experimentais (Barbieri et al., 2010). O erro calculado foi baixo (precisão = $9,4 \pm 1,6$; bias = $7,7 \pm 1,4$; acurácia = $12,2 \pm 2,1$ mm).

Os dados foram exportados para o ambiente MATLAB R2011b (MathWorks Natick, MA, EUA), filtrados e suavizados pela função não paramétrica ponderada local robusta LOESS–*quadratic fit* (Barbieri et al., 2010, 2015; Pereira Santiago et al., 2016; Vieira et al., 2016), com parâmetro *smoothing* (span = 0,1), e em seguida por um *ButterWorth* passa-baixa-4th ordem (frequência de corte = 25 Hz) selecionados após análise residual. Antes de aplicar os filtros, a fim de evitar problemas nas extremidades dos dados (i.e. no início e no fim da série temporal), as coordenadas brutas foram extrapoladas por método linear em 20% para ambos os trechos, início e fim, sendo removidas na sequência da filtragem. Por meio de rotinas específicas desenvolvidas para este estudo, foram calculadas as variáveis dependentes.

3.3.4. Variáveis dependentes

Deslocamento angular da articulação. O membro inferior dominante foi considerado neste estudo como uma estrutura com corpos rígidos (i.e. segmentos) conectados por articulações (Cappozzo, Catani, Croce, & Leardini, 1995). Para definir os segmentos quadril (espinha ilíaca ântero-superior dominante e não-dominante), coxa (espinha ilíaca ântero-superior dominante e epicôndilo lateral do fêmur), perna (epicôndilo lateral do fêmur e maléolo lateral) e pé (calcâneo e falange distal do quinto metatarso) foram utilizados os marcadores passivos como mencionado. Nós orientamos os segmentos usando uma base ortonormal [adaptado de Cappozzo et al. (1995)] pelos vetores i , j e k , definidos como transversal, sagital e longitudinal, respectivamente (Levanon & Dapena, 1998). Foram então calculados os ângulos das articulações do quadril [flexão(+)/extensão(-); adução(+)/abdução(-); rotação interna(+)/externa(-)], joelho [flexão(-)/extensão(+)] e tornozelo [flexão plantar(-)/dorsiflexão(+); adução(+)/abdução(+); supinação(+)/pronação(-)], com os sinais (+) indicando quando ocorre aumento dos valores, e (-) diminuição. Foi utilizada a convenção dos ângulos de Euler, sequência XYZ (mediolateral-anteroposterior-longitudinal) (Chao, 1980; Zatsiorsky, 1998).

Velocidade angular articular. Foi analisada de maneira similar ao deslocamento angular articular. As velocidades angulares de cada articulação foram calculadas usando a primeira derivada do deslocamento angular em função do tempo para a diferença finita entre cada articulação (Miller & Nelson, 1973; Zatsiorsky, 1998).

Velocidade linear dos marcadores, pé e bola. Para definir a trajetória do CMPé, nós utilizamos o baricentro das coordenadas dos marcadores do calcâneo, maléolo lateral e falange distal do quinto metatarso. O centroide da bola foi medido por 10 quadros imediatamente em seguida do contato (Barbieri et al., 2015; Dorge et al., 2002;

Nunome, Ikegami, et al., 2006). As velocidades lineares do pé e dos marcadores foram calculadas pelo deslocamento vetorial resultante (i.e. distância percorrida) entre quadros dividido pelo tempo de percurso. Para o cálculo da velocidade da bola, os componentes horizontais (X,Y) foram lineares e calculados como a primeira derivada das linhas de regressão linear, ajustadas aos seus deslocamentos não filtrados. O componente vertical (Z) foi de segundo grau e calculado como a primeira derivada de uma linha de regressão quadrática com sua segunda derivada definida como igual a $-9,8 \text{ m.s}^{-1}$ e ajustada ao seu deslocamento não filtrado nos quadros disponíveis (Barbieri et al., 2015; Levanon & Dapena, 1998; Nunome et al., 2002; Nunome, Ikegami, et al., 2006; Vieira et al., 2016).

Modelo determinístico. Nós também computamos 17 fatores de desempenho chutando (Tabela 3.2), todos derivados das variáveis angulares e lineares acima descritas, pelos cálculos propostos em um modelo determinístico (De Witt & Hinrichs, 2012), para verificar quais destes fatores apresentam relação significativa com o desenvolvimento de alta velocidade da bola, para cada grupo de idade.

3.3.5. Análise estatística

Para os procedimentos estatísticos, foi utilizado o programa IBM SPSS Statistics (versão 20; Armnok, NY-USA). Os dados são expressos como média $\pm$ desvio padrão. A normalidade foi checada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para comparar os fatores determinísticos entre os grupos de idade, e dependendo do status jogando [titulares (T) x reservas (R) x não relacionados (NS)], foi utilizada a análise de variância (ANOVA *one way*) seguida do *post hoc* de Tukey-Kramer.

Figura 2.1. Exemplo em sequência da posição dos marcadores, localização das câmeras e alvo, calibração e marcação dos quadros em uma câmera.

Excepcionalmente no sub-20 foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras não pareadas. Para todas as comparações nós computamos a magnitude de diferenças expressada como a diferença de média padronizada (Cohen's *d*), os quais foram calculados utilizando os desvios-padrão agrupados de dois grupos de interesse. Para cada ANOVA foi computado o *partial eta squared* (η^2). Valores limite de *d* foram $> 0,2$ (pequeno), $> 0,5$ (moderado), $> 0,8$ (grande) e $\eta^2 > 0,01$ (pequeno), $> 0,06$ (moderado), $> 0,15$ (grande) (Cohen, 1988). A fim de verificar quais fatores determinísticos apresentam relação com a velocidade da bola, por grupo de idade, e a influência do iPVC sobre estes fatores, testes de correlação produto-momento de Pearson foram utilizados. O nível de significância adotado foi $P < 0,05$. Um algoritmo específico usando funções do MATLAB® foi escrito (Barbieri et al., 2010, 2015) consideramos os valores de mediana—para prevenir efeitos de *outliers*—e intervalo de confiança (95%) a fim de analisar, para cada instante de tempo, se as variáveis cinemáticas de deslocamento e velocidade angular apresentaram diferenças entre grupos de idade (McGill, Tukey, & Larsen, 1978). Diferenças significantes foram definidas pela ausência de sobreposição nos intervalos de confiança entre dois grupos.

3.4. Resultados

A partir de 17 variáveis consideradas no modelo determinístico, oito (i.e. velocidade pico da bola, velocidade do CMpé no impacto, velocidade relativa do CMpé no impacto, velocidade pico do quadril não-dominante, velocidades pico relativas do quadril, joelho e CMpé no impacto e velocidade angular pico do joelho) apresentaram diferenças mais pronunciadas (Tabela 3.2) entre os grupos de idade ($\eta^2 = 0,26\text{--}0,82$, todos $P < 0,001$). Dentre os fatores que apresentaram correlações significativas com a velocidade da bola (Tabela 3.3), somente quatro (i.e. velocidade do CMpé no impacto,

velocidade relativa do CMpé, velocidades pico relativas do joelho e do CMpé no impacto) apresentaram tendência de ocorrerem em praticamente todos os grupos de idade analisados, com coeficientes *pequenos* a *muito grandes* ($r = 0,24-0,71$; $P < 0,05$). Estes fatores foram os selecionados para as comparações dependendo do status jogando.

A velocidade pico da bola e a velocidade do CMpé foram maiores nos grupos mais velhos, com diferenças *grandes* (sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13 > sub-11; $d = 1,52-4,69$; $P < 0,001$). *Médio a grande* efeitos ($d = 0,76-1$) foram verificados quando comparado o grupo sub-20 com sub-15 e sub-17 para a velocidade da bola. Em relação à velocidade do CMpé, *grande* efeito ($d = 0,80$) entre sub-20 e sub-15 também foi obtido. A velocidade relativa do CMpé e a velocidade pico relativa do joelho no impacto apresentaram aumento do sub-11 até o sub-15 (sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11; $d = 1,05-2,31$), e os tamanhos dos efeitos foram *pequenos* ($d \leq 0,39$) nas comparações *post hoc* entre i) sub-11 e sub-13 e ii) sub-15, sub-17 e sub-20. Na velocidade pico do quadril não dominante e velocidade pico relativa do quadril no impacto, também há aumento até o sub-15 (sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11; $d = 0,95-1,40$; $P < 0,001$). O mesmo quadro de aumento nos valores até o grupo sub-15 foi identificado para a velocidade pico relativa do CMpé, com *grandes* diferenças (Sub-20, Sub-17, Sub-15 > Sub-13, Sub-11; $d = 2,12-2,82$; $P < 0,001$). Efeitos *médios a grandes* indicam possível diminuição dos índices no grupo sub-20 do que sub-15 e sub-17 ($d = 0,74-0,81$). Finalmente, efeitos *médios a grandes* ($d = 0,63-1,32$) na velocidade angular pico do joelho indicam tendência de maiores valores no grupo sub-15 do que grupos mais jovens e diminuição nas categorias mais velhas (sub-15 > sub-17 > sub-20, sub-11 > sub-13; $d = 0,66-1,32$).

Tabela 3.2. Fatores determinísticos relacionados a velocidade da bola de acordo com cada grupo de idade (média $\pm$ desvio padrão— $N = 105$).

	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20	η^2
Velocidade pico da bola (km/h)	72,06 $\pm$ 6,47 ^{a,b,c,d}	81,92 $\pm$ 6,49 ^{e,f,g}	104,62 $\pm$ 8,72	103,80 $\pm$ 7,09	110,15 $\pm$ 5,50	0,82
Velocidade no impacto						
CM pé (km/h)	54,12 $\pm$ 4,62 ^{a,b,c,d}	60,11 $\pm$ 2,91 ^{e,f,g}	69,88 $\pm$ 4,90	71,80 $\pm$ 4,12	73,25 $\pm$ 3,40	0,78
Quadril Nd (km/h)	7,46 $\pm$ 1,42 ^c	8,61 $\pm$ 1,24 ^f	13,13 $\pm$ 6,21	16,34 $\pm$ 13,24	10,97 $\pm$ 2,51	0,20
Velocidade relativa no impacto						
Quadril d – Quadril Nd (km/h)	2,26 $\pm$ 0,77 ^c	2,12 $\pm$ 0,80 ^f	6,62 $\pm$ 5,84	9,51 $\pm$ 12,41 ^j	3,07 $\pm$ 1,04	0,19
Joelho – Quadril d (km/h)	3,62 $\pm$ 1,74 ^{b,d}	5,86 $\pm$ 2,64	6,72 $\pm$ 3,03	5,89 $\pm$ 3,26	7,01 $\pm$ 3,43	0,16
CM pé – Joelho (km/h)	44,32 $\pm$ 5,23 ^{b,c,d}	46,09 $\pm$ 3,55 ^{e,f,g}	54,12 $\pm$ 8,52	57,18 $\pm$ 7,58	54,85 $\pm$ 4,03	0,43
Velocidade pico Quadril Nd (km/h)	11,46 $\pm$ 2,37 ^{b,c}	13,78 $\pm$ 2,18 ^{e,f}	21,25 $\pm$ 9,75	23,60 $\pm$ 13,92	16,64 $\pm$ 3,18	0,26
Velocidade pico relativa no impacto						
Quadril d – Quadril Nd (km/h)	7,59 $\pm$ 2,26 ^{b,c}	7,60 $\pm$ 2,34 ^{e,f}	24,35 $\pm$ 20,62 ⁱ	19,07 $\pm$ 15,45	8,06 $\pm$ 2,04	0,27
Joelho – Quadril d (km/h)	41,34 $\pm$ 4,56 ^{b,c,d}	40,91 $\pm$ 6,02 ^{e,f,g}	50,81 $\pm$ 11,91	48,32 $\pm$ 7,66	50,75 $\pm$ 4,17	0,27
CM pé – Joelho (km/h)	47,63 $\pm$ 4,49 ^{b,c,d}	48,40 $\pm$ 3,81 ^{e,f,g}	62,25 $\pm$ 8,24 ⁱ	60,58 $\pm$ 5,47	56,94 $\pm$ 4,24	0,59
Δ Velocidade pico						
Quadril Nd (km/h)	4,00 $\pm$ 1,82 ^b	5,17 $\pm$ 2,03	7,97 $\pm$ 6,86	7,25 $\pm$ 5,30	5,67 $\pm$ 2,26	0,11
Quadril d – Quadril Nd (km/h)	2,67 $\pm$ 1,22 ^b	2,74 $\pm$ 1,25 ^e	8,87 $\pm$ 9,60 ⁱ	4,78 $\pm$ 4,74	2,49 $\pm$ 1,31	0,20
Joelho – Quadril d (km/h)	18,86 $\pm$ 2,80	17,52 $\pm$ 3,90 ^{e,g}	22,04 $\pm$ 6,87	21,21 $\pm$ 4,80	21,87 $\pm$ 3,46	0,14
CM pé – Joelho (km/h)	1,65 $\pm$ 1,60	1,15 $\pm$ 1,22 ^e	4,06 $\pm$ 5,88	1,70 $\pm$ 3,74	1,05 $\pm$ 1,43	0,10
Velocidade angular pico						
Quadril (rad/s)	4,54 $\pm$ 1,76	3,77 $\pm$ 1,56	3,46 $\pm$ 3,07	4,19 $\pm$ 2,00	4,10 $\pm$ 1,32	0,04
Coxa (rad/s)	15,68 $\pm$ 1,95 ^b	14,28 $\pm$ 2,27 ^{e,f}	20,20 $\pm$ 5,93 ^{h,i}	17,23 $\pm$ 2,99	15,60 $\pm$ 1,13	0,28
Perna (rad/s)	33,01 $\pm$ 4,80	30,91 $\pm$ 4,02	33,10 $\pm$ 5,08	32,51 $\pm$ 4,38	31,52 $\pm$ 4,05	0,04

Nota: diferenças significativas entre grupos identificadas por ^a = sub-11 x sub-13; ^b = sub-11 x sub-15; ^c = sub-11 x sub-17; ^d = sub-11 x sub-20; ^e = sub-13 x sub-15; ^f = sub-13 x sub-17; ^g = sub-13 x sub-20; ^h = sub-15 x sub-17; ⁱ = sub-15 x sub-20; ^j = sub-17 x sub-20. ($P < 0,05$).

As velocidades lineares 3-D durante o ciclo analisado são apresentadas na Figura 2.2. Desde que muitas diferenças foram encontradas nas comparações através dos grupos de idade, todas as diferenças que foram significativas, indicadas por ausência de sobreposição no intervalo de confiança entre grupos, foram descritas como notas nas figuras. As Figuras 2.3, 2.4 e 2.5 referem-se aos movimentos (deslocamento e velocidade angular) em torno da articulação do quadril (flexão/extensão, adução/abdução e rotação interna/externa), joelho (extensão/flexão) e tornozelo (flexão plantar/dorsiflexão, eversão/inversão e adução/abdução), respectivamente.

Embora foram encontradas diferenças significativas somente no sub-11 (velocidade relativa do CMpé no impacto; reserva > titulares; $d = 1,27$; $P = 0,03$) e no sub-15 (velocidade da bola pico e média, velocidade pico relativa do joelho; titulares > não relacionados; $d = 1,33-1,59$; $P < 0,04$), outros tamanhos de efeito *médios a grandes* ($d = 0,52-1,59$) foram notados em algumas comparações. Na categoria sub-13, jogadores titulares e reservas tendem a chutar com maior velocidade da bola, velocidade do CMpé, velocidade relativa do CMpé e velocidade pico relativa do CMpé no impacto do que não relacionados (Tabela 3.4). Também, no grupo sub-15 tendências de maiores valores foram notados nos titulares para a velocidade da bola e velocidades relativa do CMpé, velocidades pico relativas do joelho e CMpé no impacto do que em não relacionados e reservas (exceto velocidade relativa CMpé nesse caso). Inversamente, no sub-11 um quadro diferente tende a ser notado (Tabela 3.4).

Tabela 3.3. Coeficiente de correlação entre os fatores determinísticos e a velocidade da bola para cada grupo de idade ($N = 105$).

	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20
Velocidade no impacto					
CM pé	0,71**	0,35**	0,42**	0,52**	0,55**
Quadril Nd	--	--	0,36**	--	--
Velocidade relativa no impacto					
Joelho – Quadril d	--	--	-0,27*	--	--
CM pé – Joelho	0,52**	--	0,45**	0,38**	0,35*
Velocidade pico Quadril Nd	--	--	0,38**	--	0,34*
Velocidade pico relativa no impacto					
Joelho – Quadril d	0,29*	--	--	0,47**	0,34*
CM pé – Joelho	0,34**	0,24*	0,38**	0,63**	0,32*
Δ Velocidade pico					
Quadril Nd	--	-0,32**	--	--	--
Quadril d – Quadril Nd	--	--	0,25*	--	--
Joelho – Quadril d	--	--	--	0,40**	--
CM pé – Joelho	-0,37**	--	--	--	--
Velocidade angular pico					
Perna	--	--	--	0,52**	--

Nota: somente correlações significativas são exibidas. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Correlações significativas ($P < 0,001$) entre o iPVC e fatores determinísticos (i.e. velocidade do CMPé no impacto, velocidade relativa do CMPé, velocidades pico relativas do joelho e do CMPé no impacto, velocidade da bola) foram encontradas, de *moderadas* (velocidade pico relativa do joelho; $r = 0,43$) a *muito grandes* (velocidade pico da bola; $r = 0,86$). Quando controladas pela idade cronológica, correlações parciais foram *triviais* a *pequenas* sem significância ($-0,02 \leq r \leq 0,17$; $P > 0,05$), exceto uma *pequena* correlação com a velocidade da bola ($r = 0,20$; $P < 0,05$). Em concordância, quando realizamos os testes de correlação isoladamente para cada grupo, nenhuma significância e coeficientes *triviais* a *moderados* ($-0,28 \leq r \leq 0,39$; $P > 0,05$) foram encontrados.

Tabela 3.4. Valores médios $\pm$ desvio padrão para os grupos de titulares (T), reservas (R) e não relacionados (NS).

	Status	sub-11	sub-13	sub-15	sub-17	sub-20
Velocidade da bola–média	T	66,54 $\pm$ 6,28	81,19 $\pm$ 4,12	106,69 $\pm$ 7,35 † ^{a,b}	99,17 $\pm$ 8,31	107,79 $\pm$ 4,52
	R	71,46 $\pm$ 6,77	79,69 $\pm$ 4,56	98,99 $\pm$ 6,43	103,95 $\pm$ 1,44 ^c	106,76 $\pm$ 6,30
	NS	70,85 $\pm$ 6,82	75,86 $\pm$ 9,32	96,51 $\pm$ 7,90	99,90 $\pm$ 6,42	--
Velocidade da bola–pico	T	69,51 $\pm$ 6,58	83,50 $\pm$ 4,64 ^b	110,95 $\pm$ 7,73 † ^{a,b}	101,32 $\pm$ 9,63 ^a	111,15 $\pm$ 4,94
	R	74,67 $\pm$ 7,17	83,30 $\pm$ 4,58	102,16 $\pm$ 6,55	107,27 $\pm$ 1,99	109,15 $\pm$ 6,22
	NS	73,11 $\pm$ 5,58	77,68 $\pm$ 9,60	99,50 $\pm$ 7,62	103,46 $\pm$ 6,78	--
Velocidade do CMpé	T	51,67 $\pm$ 4,46 ^{a,b}	60,44 $\pm$ 2,18 ^b	70,40 $\pm$ 5,44	69,76 $\pm$ 4,18 ^b	73,43 $\pm$ 2,49
	R	56,60 $\pm$ 5,28	61,27 $\pm$ 3,93 ^c	70,02 $\pm$ 5,28	70,52 $\pm$ 3,41 ^c	73,06 $\pm$ 4,33
	NS	55,13 $\pm$ 3,06	58,20 $\pm$ 1,89	69,17 $\pm$ 4,60	74,00 $\pm$ 3,69	--
Velocidade relativa no impacto (CM pé – Joelho)	T	41,50 $\pm$ 5,01 ^{*,a}	46,88 $\pm$ 3,44 ^b	56,59 $\pm$ 10,55 ^b	54,96 $\pm$ 5,80 ^b	54,44 $\pm$ 3,06
	R	48,08 $\pm$ 5,32	46,37 $\pm$ 4,59	53,73 $\pm$ 6,63	55,78 $\pm$ 11,34	55,25 $\pm$ 5,04
	NS	44,59 $\pm$ 3,71	44,46 $\pm$ 2,08	51,64 $\pm$ 7,77	59,57 $\pm$ 5,93	--
Velocidade pico relativa no impacto (Joelho – Quadril d)	T	39,13 $\pm$ 5,73 ^{a,b}	39,64 $\pm$ 5,02	59,11 $\pm$ 12,96 † ^{a,b}	46,08 $\pm$ 7,44 ^a	48,95 $\pm$ 4,36 ^a
	R	42,60 $\pm$ 1,61	42,05 $\pm$ 8,23	49,42 $\pm$ 7,87 ^c	53,30 $\pm$ 3,24 ^c	52,54 $\pm$ 3,33
	NS	43,24 $\pm$ 4,16	41,68 $\pm$ 5,22	42,51 $\pm$ 7,15	46,89 $\pm$ 8,82	--
Velocidade pico relativa no impacto (CM pé – Joelho)	T	46,57 $\pm$ 4,67 ^a	49,31 $\pm$ 3,35 ^b	66,65 $\pm$ 5,84 ^a	58,27 $\pm$ 4,13 ^a	57,05 $\pm$ 3,88
	R	51,00 $\pm$ 3,95 ^c	49,12 $\pm$ 4,33	59,12 $\pm$ 3,42	63,58 $\pm$ 5,18	56,38 $\pm$ 4,89
	NS	45,78 $\pm$ 3,64	46,03 $\pm$ 3,48	59,89 $\pm$ 11,59	60,40 $\pm$ 6,05	--

Nota: valores em km/h. Diferenças significativas assinaladas entre * titulares x reservas; † titulares x NS ($P < 0,05$). ^a large d (titular x reserva); ^b large d (titular x NS); ^c large d (reserva x NS).

Figura 2.2. Medianas da velocidade linear 3-D durante o ciclo analisado em referência as articulações do quadril não dominante (**A**), dominante (**B**), joelho (**C**), tornozelo (**D**), CM pé (**E**) e relativa entre CM pé – joelho (**F**).

Nota: diferenças significativas entre grupos identificadas por ^a = sub-11 x sub-13; ^b = sub-11 x sub-15; ^c = sub-11 x sub-17; ^d = sub-11 x sub-20; ^e = sub-13 x sub-15; ^f = sub-13 x sub-17; ^g = sub-13 x sub-20; ^h = sub-15 x sub-17; ⁱ = sub-15 x sub-20; ^j = sub-17 x sub-20. (**A**): ^a[9–82; 100%]; ^b[0–100%]; ^c[0–80; 87–98%]; ^d[1–60; 87–100%]; ^e[0–10; 21–38; 62–100%]; ^g[0–33; 98–100%]. (**B**): ^{b,c,d,g}[0–100%]; ^a[0–64%]; ^e[0–21; 50–74; 86–100%]; ^f[90–99%]; ^j[7–24; 40–50; 65–73%]. (**C**): ^{b,c,d,g}[0–100%]; ^a[1–100%]; ^e[0–67%]; ^f[0–72]; ^h[0–16%]; ⁱ[45–91%]; ^j[15–29; 36–100%]. (**D**): ^{b,c,d,e,f,g}[0–100%]; ^a[8–100%]; ^h[52–72%]; ⁱ[79–100%]; ^j[52–100%]. (**E**): ^{b,c,d,e,f,g}[0–100%]; ^a[23–100%]; ^h[41–60%]; ^j[69–90%]. (**F**): ^b[45–100%]; ^c[58–100%]; ^d[71–100%]; ^e[65–100%]; ^f[72–100]; ^g[21–45; 77–100%]; ⁱ[26–63%]; ^j[20–25; 98–100%].

Deslocamento angular da articulação **Velocidade angular**

Figura 2.3. Medianas do deslocamento angular (primeira coluna) e velocidade angular (segunda coluna) da articulação do quadril durante o ciclo analisado. A primeira linha é flexão de quadril (valores positivos) e extensão, a segunda linha é adução de quadril (valores positivos) e abdução e a terceira linha é rotação interna (valores positivos) e externa.

Nota: Diferenças significativas para **Deslocamento angular, Flexão/Extensão:** ^e[75–92%]; ⁱ[43–53%]. **Adução/Abdução:** ^a[0–5%]; ^b[0–20%]; ^c[0–5%]; ^d[87–100%]; ^e[2–15%]; ^g[80–100%]; ⁱ[0–18%]; ^j[74–100%]. **Rotação Interna/Externa:** ^b[0–15; 31–58; 88–93%]; ^c[87–94%]; ^e[0–6; 35–66%]; ^h[0–66%]; ⁱ[0–67; 90–100%]; ^j[90–100%]. **Velocidade angular, Flexão/Extensão:** ^a[83–100%]; ^b[0–38%]; ^d[72–86%]; ^e[3–45; 89–100%]; ^f[63–71%]; ^g[45–70%]; ^h[0–40%]; ⁱ[0–20; 30–39%]. **Adução/Abdução:** ^b[5–45%]; ^c[5–20; 85–94%]; ^e[10–45%]; ^f[8–14; 73–80%]; ^h[25–46%]; ⁱ[27–44%]. **Rotação Interna/Externa:** ^b[14–98%]; ^c[50–81]; ^e[0–10; 15–24; 38–48%]; ^f[7–20; 55–80%]; ^h[39–85%]; ^j[55–75%].

Figura 2.4. Medianas do deslocamento angular e velocidade angular da articulação do joelho durante o ciclo analisado. Valores positivos são de extensão do joelho.

Nota: Diferenças significativas para o **deslocamento angular**: ^b[42–100%]; ^c[93–100%]; ^d[39–100%]; ^e[45–69%]; ^g[44–68%] e **velocidade angular**: ^e[0–37%]; ^f[0–9%]; ^g[25–50%]; ^j[98–100%].

Deslocamento angular da articulação

Velocidade angular

Figura 2.5. Medianas do deslocamento angular (primeira coluna) e velocidade angular (segunda coluna) da articulação do tornozelo durante o ciclo analisado. A primeira linha é flexão plantar e dorsiflexão (valores positivos), a segunda linha é inversão do tornozelo (valores positivos) e eversão e a terceira linha é adução (valores positivos) e abdução.

Nota: Diferenças significativas para **Deslocamento angular, Flexão plantar/Dorsiflexão:** ^a[0–60%]; ^b[75–100%]; ^c[40–100%]; ^d[6–100%]; ^e[90–98%]; ^f[66–100%]; ^g[85–100%]. **Inversão/Eversão:** ^a[13–21; 97–100%]; ^c[90–100%]; ^f[0–50; 62–100%]; ^g[99–100%]; ^h[5–37%]; ^j[70–89%]. **Adução/Abdução:** ^a[0–60; 95–100%]; ^e[82–100%]; ^f[0–100%]; ^g[0–15; 79–100]. **Velocidade angular, Inversão/Eversão:** ^a[0–5; 30–46; 71–78; 87–97%], ^b[30–37%]; ^c[27–38%]; ^e[88–95%]; ^f[76–97%]; ^g[89–100%]. **Adução/Abdução:** ^a[35–45; 97–100%]; ^e[80–100%]; ^f[90–100%]; ^g[85–100%].

3.5. Discussão e implicações

Nossos resultados de desempenho em termos de velocidade da bola (Tabela 3.2) estão de acordo com o esperado para jogadores pareados por idade (sub-11: $53,64 \pm 6,12$ (Luhtanen, 1988); sub-13: $58,54$ – $82,06$ (Berjan Bacvarevic et al., 2012; Katis & Kellis, 2011); sub-15: $61,42 \pm 5,26$ – $102,89 \pm 4,45$ (Katis, Kellis, & Lees, 2015; Tomas, Frantisek, Lucia, & Jaroslav, 2014); sub-17: 64 ± 5 – $115,56 \pm 6,12$ (McLean & Tumilty, 1993; Nunome, Ikegami, et al., 2006) e sub-20: $81,04 \pm 6,70$ – $97,5 \pm 5,6$ km/h (Lopez-Segovia, Pareja-Blanco, Jimenez-Reyes, & Gonzalez-Badillo, 2015; Orloff et al., 2008)). Somente um estudo anterior havia examinado detalhadamente as alterações mecânicas nos membros inferiores em função da idade cronológica comparando dois grupos, adultos jovens ($25,3 \pm 4,9$ anos de idade) e jogadores púberes ($15,1 \pm 0,7$ anos de idade) durante a tarefa de chutar uma bola no futebol (Katis et al., 2015). No presente estudo, nós apresentamos comparações entre 10 – 19 anos de idade através de seis grupos. Também, foram utilizadas variáveis provenientes de um modelo determinístico 3D, uma abordagem previamente aplicada para identificar fatores mecânicos relacionados ao desenvolvimento de alta velocidade da bola no chute de adultos jovens somente, em um contexto de futebol (De Witt & Hinrichs, 2012).

O principal objetivo deste estudo foi verificar as alterações em parâmetros de cinemática tridimensional angular e linear durante o chute que ocorrem com as mudanças na idade, iPVC e em função do status de jogo. Os principais achados foram: (1) pequenos ganhos em termos de velocidade e poucas alterações angulares ocorrem entre as idades de crianças sub-11 e pré-púberes sub-13, (2) na idade sub-15 ocorrem os maiores aumentos de velocidades e transferência via próximo-distal (i.e. no sentido quadril–joelho–CMpé), (3) além disso, o sub-15 é um período crítico em que os parâmetros de desempenho chutando e alguns fatores determinísticos discriminam

jogadores titulares, reservas e não-relacionados, (4) entre sub-15 e sub-20, os aumentos da velocidade da bola são menos pronunciados, provocados por ajustes angulares finos próximos ao impacto, (5) maior taxa de transferência via próximo–distal está associada com maior velocidade da bola em todos os grupos de jovens jogadores, (6) dentro de cada grupo, o grau de maturidade (iPVC) não influencia o desempenho chutando.

Primeiramente nós focaremos nas comparações entre os grupos crianças sub-11 e adolescentes pré-púberes sub-13. Durante esse período não houve significativas alterações nas variáveis provenientes do modelo determinístico assim como na velocidade relativa entre joelho – CMPé no impacto, e em nenhum momento do ciclo analisado (Figura 2.2). Isso indica que a taxa de transferência de velocidade próximo–distal não obteve ganhos importantes até esse momento, com os dois grupos exibindo um comportamento muito similar (ver também Tabela 3.2). Embora aumentos nas velocidades lineares (quadril não dominante e dominante, joelho e tornozelo) foram detectados, somente pequenos ajustes angulares no quadril ($<$ velocidade angular de flexão – Figura 2.3) e um pouco mais notadamente na articulação do tornozelo ($>$ deslocamento e velocidade angular de adução e eversão – Figura 2.5) ocorreram em um momento muito próximo ao impacto ($\sim 83 - 100\%$ do ciclo), e podem ser os responsáveis pelo aumento das velocidades da bola e do pé, de 14 e 11%, respectivamente. No passado, foi demonstrado que adultos que nunca praticaram futebol obtiveram ganhos quando introduzidos á prática de aproximadamente 47% na velocidade do pé após 10 semanas (2 sessões/semana), relacionados a aumento concomitante da máxima velocidade angular do joelho (Anderson & Sidaway, 1994). Isso revela que no início da prática, jogadores muitos jovens selecionados apresentam taxas de melhoras lentas. Inversamente, a transição entre sub-13 (pré-) e sub-15 (púberes) é marcada por grandes ganhos em termos de velocidade do pé (16%) e

principalmente de velocidade da bola, que exibiu aumento de 28%, aproximadamente o dobro do que o ocorrido na fase anterior. Enquanto velocidades lineares (quadril Nd, quadril d, tornozelo e CMpé) foram maiores em aproximadamente todo o ciclo (0 – 100%), a velocidade linear do joelho somente é maior entre 0 – 67 % do ciclo (Figura 2), e simultaneamente parece que há menor velocidade angular de extensão do joelho (0 – 37% do ciclo – Figura 2.4) e o ângulo de flexão é maior (45 – 69 %). É aproximadamente a partir desse momento (30 ms antes do impacto; ~70% do ciclo) que começa a ocorrer a maior transferência para o ponto distal. Isso se evidencia pelo aumento simultâneo da velocidade relativa entre CM pé – Joelho (65 – 100% do ciclo – Figura 2.2), quando comparado ao sub-13. Em adição, a velocidade pico relativa no impacto entre i) joelho – Quadril d e ii) CM pé – Joelho (Tabela 3.2), também aumentaram significativamente. Portanto, no sub-15, a taxa de transferência no sentido quadril–joelho–CMpé exibe grandes ganhos, com padrão típico de sequencia próximo-distal maduro sendo identificado (Putnam, 1991) a essa época (Figura 2.6). Confirmando esse quadro, muitos fatores do modelo determinístico também passaram a apresentar significativa relação com a velocidade da bola (ver Tabela 3.3). Isso indica que a partir desse período da vida (i.e. sub-15), um bom tempo para o treinamento do chute de potência emerge. Em contraste, durante o treinamento em curto prazo nas faixas de idade sub-11–sub-13 não se espera obter grandes ganhos em desempenho, como em termos de velocidades.

De acordo com nossos resultados, o desenvolvimento das velocidades em jovens jogadores selecionados segue um padrão mais próximo de uma curva típica de desenvolvimento “positivamente acelerado” ou “em forma de s”, quando plotada a velocidade da bola em função da idade cronológica, ao contrário do “padrão negativamente acelerado” que é comumente encontrado durante o aprendizado de

habilidades motoras (Magill, 2011). Muitos ajustes angulares ocorreram durante o período de puberdade (sub-15), justificando os aumentos descritos. É reconhecido que os movimentos proximais, nomeadamente maior velocidade de flexão de quadril, ocorrem em jogadores habilidosos, assim como maior amplitude de movimento flexão-extensão do quadril é observada quando comparados a pares novatos (Shan & Westerhoff, 2005). Desta forma, as alterações no quadril no início (i.e. sub-13 vs. sub-15; > velocidade de rotação interna, < velocidade e deslocamento angular de abdução) e na fase final do chute (> velocidade e deslocamento angular de flexão – Figura 2.3) certamente guiaram os principais ajustes do joelho e tornozelo até o contato com a bola (Barbieri et al., 2015). Os maiores ganhos em termos de velocidade da bola do que velocidade do pé indica que a qualidade de impacto pé-bola também melhora na idade sub-15. Isso é decorrente dos ajustes angulares da articulação do tornozelo pouco antes do impacto (~90 – 100% do ciclo; > flexão plantar, > velocidade e deslocamento angular de abdução, > inversão e < velocidade angular de eversão – Figura 2.5). Interessantemente, Katis et al. (2015) haviam reportado que as mesmas alterações como maior flexão plantar e aumentada flexão do quadril ocorrem entre a idade púbere (sub-15) e o adulto sênior, o que sugere um possível padrão previsível de desenvolvimento. É necessário destacar que um aumento notável no comprimento dos segmentos (i.e. coxa, perna) ocorreu no sub-15 (Tabela 3.1), em decorrência do surto de velocidade do crescimento nessa fase da vida (ex. > níveis de síntese de hormônio do crescimento; Boisseau and Delamarche (2000)). É provável que esse período coincida com o pico de velocidade do crescimento de segmentos do membro inferior, como comprimento subisquial da perna e comprimento da tíbia (~14 anos de idade; Cameron, Tanner, and Whitehouse (1982)). Esse crescimento por si só é um acontecimento importante, pois certamente favorece o aumento da velocidade linear no ponto final distal do membro

inferior (i.e. tornozelo e pé), mesmo que os jogadores tivessem mantido velocidades angulares similares aquelas dos mais jovens (ex. em referência a extensão do joelho).

Figura 2.6. Exemplo das velocidades lineares durante uma tentativa selecionada do grupo sub-11, sub-13, sub-15 e sub-20.

A prática contínua também promove ganhos adicionais até a idade sub-20, embora menos pronunciados (*médio a grande* tamanho de efeito) em referência a ~6% de aumento na velocidade da bola e 2% de velocidade do pé. Para alcançar altos índices de velocidade no fim da juventude, jogadores sub-20 apresentaram maior velocidade linear do joelho e tornozelo do meio até o final do ciclo, quando comparados a sub-15 e sub-17 (Figura 2.2). Também, a velocidade do CMpé foi maior na fase final (ex. 69 – 90%). Esses aumentos, em adição a alguns ajustes angulares do quadril no início (ex. < deslocamento e velocidade de abdução e flexão; mais rápida rotação interna) ou mais tardiamente *online* (ex. < abdução e > rotação interna) como também ocorreu no tornozelo (ex. < ângulo de inversão), garantiram ao sub-20 transferir um pouco mais de velocidade a bola no impacto do que sub-15 e sub-17. Isso se evidencia também, pela diminuição de *pequena a moderada* no Δ Velocidade pico (CM pé – Joelho) quando comparado aos mais jovens. Portanto o máximo de transferência está sendo alcançado muito mais próximo do impacto no grupo mais velho. Uma vez mais, o menor ângulo de inversão do tornozelo nos mais velhos está em acordo com um estudo anterior (Katis et al., 2015). Recentemente, em outro dos poucos estudos com foco em compreender o desenvolvimento do chute, com jogadores da primeira divisão da Turquia (Cerrah, Şimşek, Soylu, Ertan, & Nunome, 2016), foram relatadas diferenças significativas em vários parâmetros de desempenho entre o grupo mais jovens de 14-15 anos (presente estudo: sub-15) e o grupo mais velho de 16-17 anos (presente estudo: sub-17), que incluíram maior velocidade linear do quadril, joelho, tornozelo, pé e bola. Estes resultados são contrastantes com os nossos (ver para exemplo Tabela 3.2 e Figura 2.2). Parte dessas diferenças deve ser contabilizada como em função dos modelos de iniciação dos atletas ao esporte, métodos de treinamento e processo de especialização de talentos (Vieira et al., 2017). Isso indica que jogadores de distintas nacionalidades

podem apresentar diferentes desempenhos chutando e consequentemente diferentes taxas de desenvolvimento dessa habilidade motora.

Poucos estudos se preocuparam até o momento em detectar possíveis diferenças no desempenho chutando entre jogadores com diferentes status de jogo. Destes, nenhuma diferença foi encontrada (ex. velocidade da bola) entre os titulares, reservas e não relacionados em uma amostra agrupando os grupos sub-13 e sub-15, em um contexto de futsal (Re et al., 2010). Entretanto, nossos resultados indicam que existem diferenças notáveis entre estes dois grupos de idade em um contexto de futebol. Mais além, na idade sub-15 titulares apresentam maior velocidade da bola, velocidade pico relativa no impacto entre Joelho – Quadril d , e velocidade relativa no impacto entre CMpé – Joelho (grande d) do que os jogadores não-relacionados para o jogo. Isso sugere que os titulares apresentam melhor coordenação de movimento e qualidade de impacto pé-bola do que não relacionados, desde que a velocidade do pé foi similar entre estes mesmos grupos (Tabela 3.4). Portanto o desenvolvimento do padrão próximo-distal que permita alcançar altos índices de velocidade da bola na idade sub-15 é realmente um fator que pode determinar a continuidade do jogador competindo neste esporte de equipe. Há possibilidade disso se estender até os grupos mais próximos sub-13 e sub-17 (ver Tabela 3.4). Inversamente, no sub-11 os titulares apresentaram de *moderada a grande* menor velocidade da bola, CMpé, e relativa CMpé – joelho do que reservas e não relacionados. Jogadores retidos em uma academia da *English Premier League*, na idade sub-11/sub-12, percorreram maior distância total e distância em moderada velocidade durante jogo do que jogadores que foram liberados, embora as decisões sobre que jogadores retidos e liberados foram empreendidas subjetivamente (Goto, Morris, & Nevill, 2015), assim como foi no presente estudo. Isto sugere que

outros fatores (ex. aptidão física) podem ter um peso maior nas escolhas do treinador por volta dessa idade.

Para o grupo sub-20, nossos resultados do modelo determinístico e os coeficientes de correlação foram bastante similares aos de jogadores adultos experientes (De Witt & Hinrichs, 2012). Embora jogadores com níveis de maturidade avançado (iPVC) sejam favorecidos por experimentarem maiores índices de potência muscular no membro inferior (Malina et al., 2004), de acordo com nossos resultados o iPVC por si só não é capaz de discriminar o desempenho chutando dentro de cada grupo de idade. Nesse sentido, já havia sido descrito que a força muscular isocinética não é relacionada ao desempenho chutando na juventude (Mognoni, Narici, Sirtori, & Lorenzelli, 1994). Esse achado reforça a teoria de que o sucesso no chute envolve uma combinação de força e potência muscular com coordenação do movimento (Vieira et al., 2016). Isso se confirma pela presença de correlações entre os fatores determinísticos (ex. velocidade relativa CMPé–Joelho) e a velocidade da bola, para todas as idades. Portanto a capacidade de transferência via próximo-distal pode ser mais importante do que o iPVC somente, a fim de identificar jogadores talentosos, em referência a habilidade de chutar. As principais limitações do presente estudo foram (1) o reduzido número de participantes quando divididos em grupos de titulares, reservas e não relacionados, (2) tomada ortostática não foi capturada e (3) chute executado com uma bola estacionária, que evoca diferentes cinemáticas e velocidades angulares do que chutar uma bola rolando (Barbieri et al., 2010). Recomendamos para futuros estudos abordarem esses problemas, e incluindo medidas mais robustas e contemporâneas de coordenação.

3.6. Conclusão

Nós concluímos que a taxa de desenvolvimento do desempenho no chute durante a juventude difere entre as idades sub-11 até sub-20 em jogadores selecionados. Nossos dados de cinemática linear e angular indicam que pequenos ganhos são esperados para que ocorram na prática inicial de futebol entre sub-11 e sub-13. Em contraste, a idade sub-15 é um período crítico em que os parâmetros de desempenho chutando e transferência próximo-distal discriminam jogadores titulares de reservas e não relacionados. Adicionalmente, um bom período para o treinamento do chute de potência emerge exatamente nesse momento. Prática contínua até o sub-20 revela também aumentos importantes, embora menos pronunciados. O iPVC não deve ser assumido como um indicador relacionado ao sucesso chutando dentro de cada grupo.

3.7. Referências

- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. In: *Proceedings of the ASP/UI Symposium on close-range photogrammetry* (Vols. 1–18). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- Anderson, D. I., & Sidaway, B. (1994). Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 93-99.
- Barbieri, F. A., Gobbi, L. T., Santiago, P. R., & Cunha, S. A. (2010). Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. *Sports Biomechanics*, 9, 1-15.
- Barbieri, F. A., Gobbi, L. T., Santiago, P. R., & Cunha, S. A. (2015). Dominant-non-dominant asymmetry of kicking a stationary and rolling ball in a futsal context. *Journal of Sports Sciences*, 33, 1411-1419.
- Barfield, W. R., Kirkendall, D. T., & Yu, B. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 72-79
- Berjan Bacvarevic, B., Pazin, N., Bozic, P. R., Mirkov, D., Kukolj, M., & Jaric, S. (2012). Evaluation of a composite test of kicking performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 1945-1952.
- Boisseau, N., & Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Medicine*, 30, 405-422
- Cameron, N., Tanner, J. M., & Whitehouse, R. H. (1982). A longitudinal analysis of the growth of limb segments in adolescence. *Annals of Human Biology*, 9, 211-220
- Cappozzo, A., Catani, F., Croce, U. D., & Leardini, A. (1995). Position and orientation in space of bones during movement: anatomical frame definition and determination. *Clinical Biomechanics*, 10, 171-178

- Cerrah, A. O., Şimşek, D., Soylu, A. R., Ertan, H., & Nunome, H. (2016). Developmental differences of kinematic and muscular activation patterns in instep soccer. In: 33rd International Conference on Biomechanics in Sports; Poitiers, France.
- Chao, E. Y. S. (1980). Justification of triaxial goniometer for the measurement of joint rotation. *Journal of Biomechanics*, 13(12), 989-993.
- Clagg, S. E., Warnock, A., & Thomas, J. S. (2009). Kinetic analyses of maximal effort soccer kicks in female collegiate athletes. *Sports Biomechanics*, 8, 141-153.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- De Witt, J. K., & Hinrichs, R. N. (2012). Mechanical factors associated with the development of high ball velocity during an instep soccer kick. *Sports Biomechanics*, 11, 382-390.
- Dorge, H. C., Anderson, T. B., Sorensen, H., & Simonsen, E. B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20, 293-299.
- Egan, C. D., Verheul, M. H., & Savelsbergh, G. J. (2007). Effects of experience on the coordination of internally and externally timed soccer kicks. *Journal of Motor Behavior*, 39, 423-432.
- Figueroa, P. J., Leite, N. J., & Barros, R. M. (2003). A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 72, 155-165.
- Goto, H., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2015). Motion analysis of U11 to U16 elite English Premier League Academy players. *Journal of Sports Sciences*, 33, 1248-1258.
- Katis, A., Amiridis, I., Kellis, E., & Lees, A. (2014). Recovery of powerful kick biomechanics after intense running fatigue in male and female soccer players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5, e24013.
- Katis, A., & Kellis, E. (2011). Is soccer kick performance better after a "faking" (cutting) maneuver task? *Sports Biomechanics*, 10(1), 35-45.
- Katis, A., Kellis, E., & Lees, A. (2015). Age and gender differences in kinematics of powerful instep kicks in soccer. *Sports Biomechanics*, 14, 287-299.
- Kellis, E., Katis, A., & Gissis, I. (2004). Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from three angles of approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1017-1028.
- Lees, A., Asai, T., Andersen, T. B., Nunome, H., & Sterzing, T. (2010). The biomechanics of kicking in soccer: a review. *Journal of Sports Sciences*, 28, 805-817.
- Levanon, J., & Dapena, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 917-927.
- Lopez-Segovia, M., Pareja-Blanco, F., Jimenez-Reyes, P., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2015). Determinant factors of repeat sprint sequences in young soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 130-136.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C., & Nakamura, F. Y. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33, 2182-2191.
- Luhtanen, P. (1988). Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.). *Science and football* (pp. 441-448). London: E & FN Spon.
- Magill, R. A. (2011). *Motor learning and control: Concepts and Applications*. New York: McGraw-Hill.
- Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 555-562.
- Marqués-Bruna, P., Lees, A., & Grimshaw, P. (2008). Structural principal components analysis of the kinematics of the soccer kick using different types of rating scales. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 3, 73-85.

- Marqués-Bruna, P., Lees, A., & Scott, M. (2007). Development of technique in soccer. *International Journal of Coaching Science*, 1, 51-62
- McGill, R., Tukey, J. W., & Larsen, W. A. (1978). Variations of box plots. *The American Statistician*, 32, 12-16
- McLean, B. D., & Tumilty, D. M. (1993). Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, 27, 260-262
- Miller, D., & Nelson, R. (1973). *Biomechanics of Sport*. Philadelphia: Lea and Febiger.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 689-694
- Mognoni, P., Narici, M. V., Sirtori, M. D., & Lorenzelli, F. (1994). Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 357-361
- Navarro, M., van der Kamp, J., Ranvaud, R., & Savelsbergh, G. J. (2013). The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. *Journal of Sports Sciences*, 31, 921-929.
- Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 2028-2036.
- Nunome, H., Ikegami, Y., Kozakai, R., Apriantono, T., & Sano, S. (2006). Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 24, 529-541.
- Nunome, H., Lake, M., Georgakis, A., & Stergioulas, L. K. (2006). Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 24, 11-22.
- Orloff, H., Sumida, B., Chow, J., Habibi, L., Fujino, A., & Kramer, B. (2008). Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. *Sports Biomechanics*, 7, 238-247.
- Pereira Santiago, P. R., Palucci Vieira, L. H., Barbieri, F. A., Moura, F. A., Exel Santana, J., de Andrade, V. L., . . . Cunha, S. A. (2016). Comparison of the Kinematic Patterns of Kick Between Brazilian and Japanese Young Soccer Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7, e33645.
- Putnam, C. A. (1991). A segment interaction analysis of proximal-to-distal sequential segment motion patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 130-144
- Re, A. H., Correa, U. C., & Bohme, M. T. (2010). Anthropometric characteristics and motor skills in talent selection and development in indoor soccer. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 916-930.
- Ré, A. H. N., Cattuzzo, M. T., Santos, F. M. C., & Monteiro, C. B. M. (2014). Anthropometric characteristics, field test scores and match-related technical performance in youth indoor soccer players with different playing status. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14, 482-492
- Scott, M. A., Williams, M. A., & Horn, R. R. (2003). The co-ordination of kicking techniques in children. In G. Savelsbergh, K. Davids, J. van der Kamp & S. J. Bennett (Eds.), *Development of Movement Co-ordination in Children: Applications in the Field of Ergonomics, Health Sciences, and Sport* (pp. 241-250). London: Routledge.
- Shan, G., & Westerhoff, P. (2005). Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomechanics*, 4, 59-72.
- Sinclair, J., Fewtrell, D., Taylor, P. J., Bottoms, L., Atkins, S., & Hobbs, S. J. (2014). Three-dimensional kinematic correlates of ball velocity during maximal instep soccer kicking in males. *European Journal of Sport Science*, 14, 799-805.
- Teixeira, M. C., & Teixeira, L. A. (2008). Leg preference and interlateral performance asymmetry in soccer player children. *Developmental Psychobiology*, 50, 799-806.

- Tomas, M., Frantisek, Z., Lucia, M., & Jaroslav, T. (2014). Profile, correlation and structure of speed in youth elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40, 149-159.
- van den Tillaar, R., & Ulvik, A. (2014). Influence of instruction on velocity and accuracy in soccer kicking of experienced soccer players. *Journal of Motor Behavior*, 46, 287-291.
- Vieira, L. H., De Andrade, V. L., Aquino, R. L., Moraes, R., Barbieri, F. A., Cunha, S. A., . . . Santiago, P. R. (2016). Construct validity of tests that measure kick performance for young soccer players based on cluster analysis: exploring the relationship between coaches rating and actual measures. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Advance online publication. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06863
- Vieira, L. H., de Souza Serenza, F., de Andrade, V. L., de Paula Oliveira, L., Mariano, F. P., Santana, J. E., & Santiago, P. R. (2016). Kicking Performance and Muscular Strength Parameters With Dominant and Non-Dominant Lower Limbs in Brazilian Elite Professional Futsal Players. *Journal of Applied Biomechanics*, 32, 578-585.
- Wong, P. L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1204-1210.
- Zatsiorsky, V. M. (1998). *Kinematics of Human Motion*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Capítulo 4.**ESTUDO 3**

4. DINÂMICA TÁTICA, DESEMPENHO DE CORRIDA E HABILIDADES TÉCNICAS EM JOGADORES BRASILEIROS DE FUTEBOL DOS GRUPOS DE IDADE SUB-11 ATÉ PROFISSIONAL DURANTE JOGOS OFICIAIS

4.1. Resumo

O objetivo deste estudo foi examinar o desempenho de corrida, relacionado a habilidades técnicas e dinâmicas de movimentos táticos coletivos no futebol, avaliados simultaneamente desde criança até o profissional. Agrupados, um total de 120 jogadores Brasileiros dos grupos de idade sub-11, sub-13, sub-15, sub-17, sub-20 e profissional foram monitorados durante jogos oficiais de competição ($N = 12$). Com rastreamento semiautomático (30 Hz) nós calculamos o desempenho de corrida como a distância total percorrida, faixas de velocidade atingidas, velocidade máxima, e *sprints*. Métricas táticas foram computadas como área de superfície da equipe, espalhamento e frequências medianas. Por análise notacional foram registradas as habilidades técnicas de envolvimento com bola, passes, toques na bola, toques/posse, duelos e chutes. Análises de variância e inferências baseadas em magnitudes foram usadas para detectar diferenças entre idades. Enquanto a velocidade média, área da equipe e espalhamento tendem a estabilizar os aumentos a partir do sub-15 (ex. sub-15 > sub-13 > sub-11), velocidade máxima (PRO > sub-17 > sub-15, sub-13, sub-11) e percentual de atividades em alta intensidade (sub-20 > PRO, sub-17 > sub-15 > sub-13 > sub-11) exibem ganhos contínuos. Frequências medianas foram maiores nos mais jovens (sub-13, sub-15, sub-17 > sub-20, PRO), enquanto o percentual de passes completados foi maior nos mais velhos (PRO > sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11). Nós concluimos que os grupos de idade sub-11 até profissional apresentam diferentes perfis de desempenho de corrida, distribuição dos jogadores em campo, dinâmica de movimentos coletivos e habilidades

técnicas, e que o desenvolvimento desses componentes é diferenciado. Treinadores devem estar cientes dos valores de referência apresentados, para selecionar os conteúdos de treino como intensidade e volume, específicos para cada grupo de idade.

Palavras-chave: association football; rastreamento automático; análise notacional; fadiga; corrida de alta intensidade; jovens jogadores de elite.

4.2. Introdução

Avanços significativos nas ciências computacionais aplicadas ao esporte, como na visão computacional e no processamento de imagens, proveram formas mais eficientes de obter e analisar dados e tornaram possível compreender aspectos sobre desempenho de corrida durante jogos oficiais de competição em larga escala no futebol. Até próximo ao ano de 2010, reconhecidamente, existiam poucos trabalhos focados em compreender o desempenho de jogadores de futebol jovens durante situação de jogo ou competições oficiais, quando comparado com quantidade de informações obtidas em atletas profissionais (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008). Entretanto, houve uma mudança na última década, e o perfil de grupos de idade jovens desde sub-9 até sub-20 já estão disponíveis na literatura científica. Os resultados encontrados são majoritariamente de jogadores competindo na Europa, como na Itália (Capranica, Tessitore, Guidetti, & Figura, 2001), Dinamarca (Stroyer, Hansen, & Klausen, 2004), San Marino (Castagna, Manzi, Impellizzeri, Weston, & Barbero Alvarez, 2010), Inglaterra (Goto, Morris, & Nevill, 2015; Harley et al., 2010; Seward, Morris, Nevill, Nevill, & Sunderland, 2015; Waldron & Murphy, 2013), Turquia (Aslan et al., 2012), Portugal (Rebelo, Brito, Seabra, Oliveira, & Krustup, 2014) Oceania (Nova Zelândia; Atan, Foskett, & Ali, 2016) ou até mesmo no Qatar (Buchheit, Mendez-Villanueva,

Simpson, & Bourdon, 2010a; Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, & Bourdon, 2013).

A partir dos estudos com jovens jogadores Brasileiros, enquanto alguns adotaram jogos simulados ou amistosos (Aquino et al., 2016; Fernandes-da-Silva, Castagna, Teixeira, Carminatti, & Guglielmo, 2016), apenas um considerou jogos oficiais de competição, do sub-15 até sub-20 (Pereira Da Silva, Kirkendall, & Leite De Barros Neto, 2007). Nesse sentido, o método utilizado por esses autores foi baseado em medidas indiretas das trajetórias por análise observacional subjetiva (*video-based time-motion*; VTM) (Withers, Maricic, Wasilewski, & Kelly, 1982). De acordo com a clássica revisão de literatura sobre técnicas de medidas contemporâneas, erros humanos podem resultar em dados pouco acurados quando adotada um modelo de análise VTM (Carling et al., 2008). Adicionalmente, jogos não oficiais disputados por jovens jogadores podem gerar respostas fisiológicas diferentes daquelas encontradas em um jogo oficial como diminuída carga de trabalho interna (Freitas, Aoki, Arruda, Franciscon, & Moreira, 2016), o que pode restringir as conclusões obtidas (ex. periodização do treinamento) a partir dos resultados de trabalhos desse formato.

Enquanto que as regras adotadas em países da Europa definem que diferentes grupos de idade possuem dimensões distintas do campo, com aumento gradativo da área de jogo conforme aumento da idade (Goto et al., 2015; Harley et al., 2010; Seward et al., 2015), adoção do “*rolling substitute policy*” (Atan et al., 2016; Harley et al., 2010; Waldron & Murphy, 2013) e configurações de formato que excedem dois tempos de jogo (exemplos: [2 X 20 min. + 2 X 15 min.], [2 X 25 min. + 2 X 15 min.] ou [3 X 25 min.]) (Goto et al., 2015; Harley et al., 2010; Seward et al., 2015; Waldron & Murphy, 2013), no Brasil isso ainda não tem sido considerado. Mais além, até a presente data, a maior parte dos estudos com jovens adotou VTM (Capranica et al., 2001; Pereira Da

Silva et al., 2007; Rebelo et al., 2014; Stroyer et al., 2004), GPS de 1 Hz (Buchheit et al., 2010a; Castagna et al., 2010; Goto et al., 2015; Mendez-Villanueva et al., 2013; Saward et al., 2015) até 5 Hz (Atan et al., 2016; Harley et al., 2010; Waldron & Murphy, 2013). Embora uma “ausência de padrão ouro” seja amplamente sugerida (ex. Buchheit et al., 2010a), a magnitude de bias para a distância percorrida é mais constante em metodologias baseadas em vídeo, quando comparado a GPS e LPM, para faixas de alta e baixa velocidade (Buchheit et al., 2014). É evidente a ausência de estudos com jovens jogadores que buscaram compreender as demandas de jogos oficiais em diferentes grupos de idade (Harley et al., 2010), principalmente com técnicas de rastreamento por videogrametria. Métodos de vídeo permitem integrar a análise de aspectos físicos, táticos—a partir dos dados de posição 2-D, e adicionalmente de desempenho relacionado a habilidades técnicas (Buchheit et al., 2014; Moura, Martins, Anido Rde, de Barros, & Cunha, 2012).

Contudo, existe uma preferência por jogos com dimensões reduzidas para avaliar habilidades técnicas e métricas de distribuição coletiva em campo de jogadores na juventude (Fenner, Iga, & Unnithan, 2016; Folgado, Lemmink, Frencken, & Sampaio, 2014; Sanchez-Sanchez et al., 2016). Desta forma, o desenvolvimento técnico e de ocupação do campo ainda é desconhecido. Também, para o melhor de nosso conhecimento, nenhum estudo prévio considerou avaliar os componentes de desempenho físico, aspectos relacionados a habilidades técnicas e dinâmicas táticas de equipe simultaneamente, para ambos, jogadores jovens ou de nível profissional. Identificar padrões de jogos físico, técnico e tático para uma variedade de grupos de idade pode ter aplicações práticas para prescrição de treinamento específico para cada grupo de idade, identificação de jovens talentos e fornecer alguns *insights* sobre como ocorre o desenvolvimento em campo em uma maneira multidimensional. Desta forma, o

principal objetivo do presente estudo foi examinar o desempenho de corrida, relacionado a habilidades técnicas e dinâmicas de movimentos táticos coletivos, avaliados simultaneamente durante jogos oficiais, dos grupos de idade sub-11 até profissional adulto competindo no Brasil.

4.3. Métodos

4.3.1. Participantes

Cento e vinte jogadores participaram deste estudo (Tabela 4.1), dos grupos de idade sub-11, sub-13, sub-15, sub-17, sub-20 e profissional. Eles eram provenientes de cinco equipes durante a disputa do Campeonato Paulista de Futebol primeira divisão 2015–2016, principal torneio de nível estadual do Brasil (Aquino et al., 2016; Loturco et al., 2015). Goleiros não foram incluídos. O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola de Educação Física e Esporte, Ribeirão Preto (protocolo N° 1108137/2015) em conformidade com a declaração de Helsinki, e os jogadores e seus respectivos guardiões, quando a idade < 18 anos, forneceram consentimento informado e escrito. Para análises no segundo tempo e jogo inteiro, foram considerados somente os jogadores que completaram a partida ($N = 89$). Após obtenção das permissões, foi determinada a massa corporal total (balança digital Sb623 DLK Sports®; aproximação 0.1 kg), estatura (estadiômetro PRIME MED; aproximação 0.1 cm) e o tempo para o pico de velocidade do crescimento (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002).

Tabela 4.1. Caracterização dos participantes e descrição dos fatores situacionais que ocorreram nos jogos analisados a partir do grupo sub-11 até o profissional ($N = 120$, média $\pm$ desvio padrão).

	<i>N</i>	Idade	Peso	Estatura	iPVC	LOC	QUA	STATUS
U11	20	10,8 $\pm$ 0,4	38,4 $\pm$ 5,1	150,1 $\pm$ 6,0	-3,17 $\pm$ 0,51	CASA FORA	Forte Fraco	Derrota (1 x 2) Vitória (2 x 1)
U13	20	12,9 $\pm$ 0,4	51,3 $\pm$ 11,1	160,6 $\pm$ 10	-0,83 $\pm$ 0,90	CASA FORA	Fraco Forte	Vitória (3 x 1) Vitória (1 x 2)
U15	20	14,8 $\pm$ 0,3	64,1 $\pm$ 10,1	174,4 $\pm$ 9,8	0,35 $\pm$ 0,61	CASA FORA	Forte Forte	Empate (0 x 0) Empate (0 x 0)
U17	20	16,7 $\pm$ 0,4	68,5 $\pm$ 5,7	177,0 $\pm$ 7,2	1,63 $\pm$ 0,53	CASA FORA	Fraco Forte	Vitória (1 x 0) Derrota (3 x 1)
U20	20	18,2 $\pm$ 1,0	76,0 $\pm$ 9,3	180,0 $\pm$ 7,3	3,83 $\pm$ 0,84	CASA FORA	Forte Fraco	Vitória (1 x 0) Empate (1 x 1)
PRO	20	26 $\pm$ 4,8	80,5 $\pm$ 8,7	181,2 $\pm$ 5,7	--	CASA FORA	Fraco Fraco	Vitória (2 x 0) Derrota (2 x 0)

Nota: iPVC = anos para o pico de velocidade do crescimento. G1 = jogo oficial 1; G2 = jogo oficial 2. LOC = localização da partida; QUA = qualidade do oponente; STATUS = resultado final do jogo.

4.3.2. Coleta de dados e rastreamento computacional

Uma câmera de vídeo digital (GOPRO HERO 3+ Black Edition; Woodman Labs Inc., USA) ajustada em 30 Hz (super view 1920 x 1080 pixel; padrão NTSC) fixada em um tripé, foi posicionada centralizada e um dos pontos mais altos dos estádios (Figura 3.1). Por meio de um algoritmo automático as distorções foram corrigidas (Vieira et al., 2015). Em seguida, procedeu-se com o rastreamento computacional semiautomático (Figura 3.1) no *software* DVIDEOWTM (Figuerola, Leite, & Barros, 2006a, 2006b) amplamente utilizado em esportes de equipe, incluindo futebol (Aquino et al., 2016;

Barros et al., 2007; Moura et al., 2012; Moura et al., 2013). A calibração foi construída por 21 pontos de controle. As incertezas com o método utilizado foram baixas neste estudo ($0,16 \pm 0,06$ m). Após a marcação dos quadros, as matrizes de dados contendo a posição de cada jogador em função do tempo foram obtidas pela reconstrução 2-D DLT (*Direct Linear Transformation*). Em ambiente Matlab® (The MathWorks Inc., Natick, USA), foram filtradas e suavizadas por um filtro digital *ButterWorth* passa-baixa de terceira ordem (frequência de corte = 0,4 Hz).

4.3.3. Variáveis dependentes

Desempenho correndo. Durante todos os 12 jogos, foram calculados: distância total percorrida (DT)—soma cumulativa do deslocamento entre quadros consecutivos; velocidade média ($V_{\text{média}}$)—DT normalizada em função do tempo jogando; velocidade máxima (MSS)—máxima velocidade instantânea atingida; e o percentual da distância percorrida em oito faixas de velocidade, com pequenas adaptações de trabalhos prévios (Aquino et al., 2016; Buchheit et al., 2010a): $0 < V1 \leq 0.4$ km/h (parado); $0.41 < V2 \leq 3$ km/h (andando); $3.1 < V3 \leq 8$ km/h (*jogging*); $8.1 < V4 \leq 13$ km/h (corrida de média intensidade; CMI); $13.1 < V5 \leq 16$ km/h (corrida de alta intensidade; CAI); $16.1 < V6 \leq 19$ km/h (corrida de muito alta intensidade; CMAI); $V7 > 19.1$ km/h (*sprint*); $V8 = V6 + V7$ (atividades de alta intensidade; AAI). Nós também computamos 70% do MSS de jogo individualmente, e foi contabilizada a frequência de esforços absoluta (N_{MSS70}), normalizada pelo tempo jogando ($N_{\text{MSS70}}/\text{min}$), distância percorrida (DT_{MSS70}) e média da distância percorrida por esforço ($DT_{\text{MSS70}} / N_{\text{MSS70}}$), acima desse parâmetro de velocidade.

Figura 3.1. Ilustração dos procedimentos realizados sequencialmente, em referência a coleta de dados, calibração, segmentação, rastreamento de um jogador, e exemplo da área da equipe (à direita) e espalhamento (à esquerda) em um instante de tempo $t_{(i)}$.

Métricas tácticas. A partir das coordenadas 2-D de posição dos jogadores, foi possível obter as variáveis tácticas de área de superfície da equipe e espalhamento (Figura 3.1), calculados para cada quadro analisado durante toda a série de tempo (Aquino et al., 2016; Moura et al., 2012; Moura et al., 2013). Adicionalmente, utilizando o método FFT (*Fast Fourier Transform*), calculamos a distribuição de potência no domínio da frequência para os valores de área de superfície e espalhamento, para cada meio tempo de jogo, a fim de caracterizar a dinâmica da equipe. Em seguida, foi calculada então a frequência mediana (F_{med} ; em ciclos.min^{-1}) definida como a frequência que divide o espectro de potência em duas partes iguais (Moura et al., 2013).

Desempenho relacionado a habilidades técnicas. Em uma interface específica do DVIDEOW (Moura et al., 2012; Moura et al., 2013), um único experiente operador assistiu aos 12 jogos a partir das filmagens brutas do rastreamento em adição a duas câmeras de mesmo modelo (GOPRO HERO 3+; *super view* 1920 x 1080 pixel) posicionadas cada uma nos cantos superiores opostos dos estádios, cobrindo cada metade do campo. Quando necessário (ex. situações de oclusões mútuas), nós também utilizamos as filmagens de TV local disponíveis. A variabilidade intra-observador foi boa ($ICC = 0,85\text{--}0,99$), remedindo 8% do total de frames, 30 dias após a primeira medição. As seguintes variáveis (Carling & Dupont, 2011; Moreira et al., 2016) foram registradas:

- Envolvimento com bola: todas as situações em que os jogadores estavam em contato com a bola.
- Toques na bola: número de vezes em que o jogador tocou na bola com qualquer parte do corpo permitida pela regra.
- Passes: número de passes longos ou curtos executado por um jogador.

- Passes certos: passes completados com sucesso, i.e., que foram recebidos pelo companheiro de equipe independentemente dos eventos subsequentes, expressado em percentual do número total de passes.
- Duelos: número de situações em que um jogador disputou a bola com um jogador oponente, independentemente se essas situações envolveram ou não claro contato físico entre os jogadores.
- Duelos vencidos: duelo seguido de recuperação da posse de bola.
- Chutes e chutes certos: número de tentativas de marcar um gol e tentativas que acertaram o gol—expressada como percentual do número total de chutes, respectivamente.

4.3.4. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no IBM SPSS Statistics 20 (Armonk, NY-USA) e planilhas do Microsoft Excel® (<http://www.sportsci.org/>). Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão. A normalidade na distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Confirmada essa condição, a análise de variância (ANOVA) para um fator, seguida do *post hoc* de Tukey-Kramer, foi utilizada para comparar o desempenho de corrida e tática (área da equipe e espalhamento) entre os grupos de idade. Diferenças entre primeiro e segundo tempo foram analisadas pelo teste t de *Student* pareado. O nível de significância foi fixado em $P < 0,05$. Para todas as comparações nós calculamos a magnitude de diferenças expressada como a diferença de média padronizada (Cohen's *d*). Valores limite foram $> 0,2$ (pequeno), $> 0,5$ (moderado), e $> 0,8$ (grande) (Cohen, 1988). Nós também utilizamos uma abordagem probabilística, com 95% de intervalo de confiança, para calcular se as chances de

verdadeiras diferenças (desconhecidas) entre dois grupos foram de exibirem menor, semelhante ou maiores valores [i.e. maiores do que o menor efeito praticamente importante, ou menor mudança de valor, SWC (0,2 multiplicado pelo desvio padrão entre sujeitos, baseado no princípio de Cohen's d)]. A chance quantitativa (QC) foi interpretada como: $\leq 1\%$ *almost certain not*, $> 1-5\%$ *very unlikely*, $> 5-25\%$ *unlikely*, $> 25-75\%$ *possibly*, $> 75-95\%$ *likely*, $> 95-99\%$ *very likely*, $> 99\%$ *almost certain*. Se as chances de maior ou menor diferenças forem ambas $> 5\%$, a diferença verdadeira foi reportada como *unclear*. Caso contrário, interpretamos essa mudança como a mudança observada (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Desde que os dados de habilidades técnicas violaram alguns dos pressupostos (ex. apresentaram distribuição não-Gaussiana) não foi possível realizar a análise de variância com ajuste para o tempo de jogo (ANCOVA; Buchheit, Mendez-villanueva, Simpson, and Bourdon (2010b)). Desta forma, foram primeiramente normalizados pelo tempo de jogo e comparados em seguida somente pela inferência baseada em magnitude, também para a F_{med} (Cohen's d e QC) (Buchheit, Simpson, & Mendez-Villanueva, 2013).

4.4. Resultados

4.4.1. Primeiro tempo

A respeito do desempenho de corrida (Tabela 4.2), jogadores mais velhos apresentaram maior intensidade de jogo do que jogadores mais novos (ex. %andando, %SPR, %AAI, $V_{média}$ e MSS; $\eta^2 = 0,43-0,51$) com tendências de estabilização nos aumentos a partir do sub-15 (ex. $V_{média}$: PRO, sub-20, sub-17, sub-15 $>$ sub-13 $>$ sub-11 [$d = 1,03-2,63$]), mas com exceções, como na MSS (PRO, sub-20 $>$ sub-15 [$d = 1,1-1,55$]) e %AAI (sub-

20 > sub-15 [$d = 0,88$]). Em contraste, o sub-20 apresentou maior $V_{\text{média}}$ que o profissional ($d = 0,9$). Foi observado um aumento no $N_{\text{MSS70}}/\text{min}$ a partir dos grupos mais jovens até o sub-15 seguido de diminuição nos grupos mais velhos (sub-15 > sub-11, sub-13, sub-17, sub-20 > PRO [$d = 0,62-1,83$]; sub-17 > sub-20 [$d = 0,52$]). As variáveis táticas apresentaram dois resultados distintos (Tabela 4.2). Enquanto que a área da equipe e o espalhamento aumentam ($\eta^2 = 0,31-0,49$) com aumento na idade (ex. área: sub-20 > sub-17, sub-15 > sub-11, sub-13 [$d = 1,06-2,41$]), a frequência mediana tende a ser maior nos mais jovens (sub-13, sub-15, sub-17 > sub-20, PRO [$d = 0,88-3,68$]).

Jogadores mais jovens (Tabela 4.5) exibiram menor número de passes, envolvimento (*likely a very likely*; sub-20, sub-17 > sub-13, sub-11; PRO > sub-11 [$d = 0,66-0,89$]), toques/envolvimento (sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11 [$d = 0,59-0,89$]) e toques na bola (*likely a almost certain*; PRO, sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11 [$d = 0,52-1,12$]). *Likely QC* ($d = 0,54-0,72$) indicaram que no profissional o percentual de passes certos é maior do que em todos os outros grupos mais jovens, exceto sub-20. Inversamente, o profissional tende a ter menor percentual de duelos vencidos do que os mais jovens sub-13, sub-15, sub-17 e sub-20 (*likely a very likely*; $d = 0,49-0,90$), similar ao que ocorre no número de duelos (*likely a almost certain*; sub-11, sub-13, sub-15 > sub-17, sub-20, PRO [$d = 0,57-1,13$]).

Tabela 4.2. Comparação das variáveis de desempenho físico e tático entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp; 1º Tempo- $N = 120$).

	Sub 11	Sub 13	Sub 15	Sub 17	Sub 20	Profissional	η^2
<i>Físico</i>							
V1 – parado (%)	0,15 $\pm$ 0,07 ^{a,b,c,d,e}	0,10 $\pm$ 0,04 ^{f,h}	0,05 $\pm$ 0,03	0,08 $\pm$ 0,04	0,06 $\pm$ 0,02	0,08 $\pm$ 0,03	0,41
V2 – andando (%)	8,25 $\pm$ 2,97 ^{a,b,c,d,e}	6,16 $\pm$ 1,47 ^{f,g,h,i}	4,50 $\pm$ 1,31	4,25 $\pm$ 0,98	3,35 $\pm$ 0,83	4,58 $\pm$ 1,15	0,51
V3 – jogging (%)	42,40 $\pm$ 5,93 ^{b,c,d,e}	39,18 $\pm$ 4,96 ^{g,h,i}	34,60 $\pm$ 4,86	34,02 $\pm$ 4,57	33,61 $\pm$ 5,87	34,35 $\pm$ 4,64	0,29
V4 – CMI (%)	27,54 $\pm$ 5,77	28,92 $\pm$ 3,83	30,36 $\pm$ 3,28	29,35 $\pm$ 3,21	27,07 $\pm$ 3,11	28,75 $\pm$ 2,84	0,08
V5 – CAI (%)	11,22 $\pm$ 2,97 ^{c,d}	11,91 $\pm$ 2,08 ^h	13,00 $\pm$ 2,14	13,42 $\pm$ 1,85	13,98 $\pm$ 2,52	13,06 $\pm$ 1,87	0,15
V6 – CMAI (%)	5,67 $\pm$ 1,33 ^{a,b,c,d,e}	7,19 $\pm$ 1,49 ^{g,h,i}	8,29 $\pm$ 1,69	8,69 $\pm$ 1,48	9,14 $\pm$ 1,89	8,61 $\pm$ 1,42	0,37
V7 – SPR (%)	4,97 $\pm$ 2,80 ^{b,c,d,e}	6,56 $\pm$ 2,62 ^{g,h,i}	9,20 $\pm$ 3,40 ^k	10,19 $\pm$ 2,05	12,81 $\pm$ 4,31	10,57 $\pm$ 2,40	0,44
V8 – AAI (%)	10,64 $\pm$ 3,58 ^{b,c,d,e}	13,74 $\pm$ 3,43 ^{f,g,h,i}	17,49 $\pm$ 4,61 ^k	18,89 $\pm$ 2,96	21,95 $\pm$ 5,46	19,18 $\pm$ 3,48	0,48
DT (m)	1881 $\pm$ 251 ^{a,b,c,d,e}	2627 $\pm$ 213 ^{f,g,h,i}	3583 $\pm$ 349 ^{j,k,l}	4785 $\pm$ 393 ^{m,n}	5755 $\pm$ 594 ^o	5274 $\pm$ 466	0,93
V _{média} (m.min ⁻¹)	94,04 $\pm$ 12,55 ^{a,b,c,d,e}	105,10 $\pm$ 8,50 ^{f,g,h,i}	119,45 $\pm$ 11,63	119,63 $\pm$ 9,82	127,88 $\pm$ 13,21 ^o	117,20 $\pm$ 10,36	0,51
MSS (km.h ⁻¹)	28,22 $\pm$ 3,71 ^{c,d,e}	29,07 $\pm$ 2,76 ^{g,h,i}	31 $\pm$ 2,43 ^{k,l}	33,34 $\pm$ 3,20	34,28 $\pm$ 3,43	35,44 $\pm$ 3,24	0,43
N _{MSS70} (u.a.)	7 $\pm$ 4 ^{b,c,d}	11 $\pm$ 6 ^{f,g}	21 $\pm$ 10 ^l	18 $\pm$ 6 ⁿ	16 $\pm$ 7	11 $\pm$ 5	0,35
N _{MSS70} / min	0,34 $\pm$ 0,20 ^b	0,43 $\pm$ 0,22 ^{f,i}	0,69 $\pm$ 0,3 ^{j,k,l}	0,44 $\pm$ 0,15 ⁿ	0,36 $\pm$ 0,16	0,24 $\pm$ 0,11	0,31
DT _{MSS70} / N _{MSS70}	7,94 $\pm$ 2,85 ^d	8,58 $\pm$ 2,01 ^h	7,91 $\pm$ 1,65 ^k	9,47 $\pm$ 1,88 ^m	11,66 $\pm$ 2,48 ^o	8,21 $\pm$ 1,91	0,23
<i>Tático</i>							
Área da equipe (m ²)	780,97 $\pm$ 138,56 ^{b,c,d}	796,44 $\pm$ 125,19 ^{f,g,h}	948,72 $\pm$ 106,35 ^k	960,26 $\pm$ 145,07 ^m	1107,75 $\pm$ 132,87 ^o	883,94 $\pm$ 100,08	0,49
F _{med} (ciclos.min ⁻¹)	0,55 $\pm$ 0,14 ^{a,b,c}	0,82 $\pm$ 0,25 ^{h,i}	0,83 $\pm$ 0,28 ^{k,l}	0,76 $\pm$ 0,09 ^{m,n}	0,62 $\pm$ 0,19 ^o	0,52 $\pm$ 0,02	--
Espalhamento (m)	160,97 $\pm$ 16,39 ^{b,c,d}	160,84 $\pm$ 13,07 ^{f,g,h}	173,83 $\pm$ 10,58	174,61 $\pm$ 12,36	184,10 $\pm$ 13,43 ^o	167,92 $\pm$ 9,04	0,31
F _{med} (ciclos.min ⁻¹)	0,58 $\pm$ 0,18 ^{a,b,c}	0,68 $\pm$ 0,06 ^{f,j,h,i}	0,77 $\pm$ 0,24 ^{k,l}	0,84 $\pm$ 0,02 ^{m,n}	0,57 $\pm$ 0,14	0,54 $\pm$ 0,05	--

Nota: ^a = Sub-11 x Sub-13; ^b = Sub-11 x Sub-15; ^c = Sub-11 x Sub-17; ^d = Sub-11 x Sub-20; ^e = Sub-11 x Profissional; ^f = Sub-13 x Sub-15; ^g = Sub-13 x Sub-17; ^h = Sub-13 x Sub-20; ⁱ = Sub-13 x Profissional; ^j = Sub-15 x Sub-17; ^k = Sub-15 x Sub-20; ^l = Sub-15 x Profissional; ^m = Sub-17 x Sub-20; ⁿ = Sub-17 x Profissional; ^o = Sub-20 x Profissional. **V1:** ^h $P < 0,05$; ^{a,f} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e} $P < 0,001$. **V2:** ^{f,i} $P < 0,05$; ^{a,g} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$; **V3:** ^{g,h,i} $P < 0,05$; ^{b,c,d,e} $P < 0,001$. **V5:** ^{c,h} $P < 0,05$; ^d $P < 0,01$. **V6:** ^{a,g,i} $P < 0,05$; ^h $P < 0,01$; ^{b,c,d,e} $P < 0,001$. **V7:** ^{g,i,k} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$. **V8:** ^f $P < 0,05$; ^{g,i,k} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$. **DT:** ^{m,o} $P < 0,01$; ^{a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,n} $P < 0,001$. **V_{média}:** ^{a,i,o} $P < 0,05$; ^{f,g} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$. **MSS:** ^k $P < 0,01$; ^{c,d,e,g,h,i,l} $P < 0,001$. **N_{MSS70}:** ^{l,n} $P < 0,05$; ^g $P < 0,01$; ^{b,c,d,f} $P < 0,001$. **N_{MSS70} / min:** ^{i,n} $P < 0,05$; ^{f,j} $P < 0,01$; ^{b,k,l} $P < 0,001$. **DT_{MSS70} / N_{MSS70}:** ^m $P < 0,01$; ^{d,h,k,o} $P < 0,001$. **Área da equipe:** ^{f,g,k,m} $P < 0,01$; ^{b,c,d,h,o} $P < 0,001$, **F_{med}:** ^{a,b,h,i,k,l,m,n} (ES large); ^o (ES moderado). **Espalhamento:** ^{b,c,f,g} $P < 0,05$; ^o $P < 0,01$; ^{d,h} $P < 0,001$, **F_{med}:** ^{b,c,j,h,i,k,l,m,n} (ES large); ^{a,f} (ES moderado).

4.4.2. Segundo tempo

Muitas diferenças estatísticas verificadas no primeiro tempo através dos grupos de idade passaram a ser não significantes ou menos pronunciadas (ex. $V_{\text{média}}$, área da equipe, passes completados; $\eta^2 = 0,16\text{--}0,38$). A $V_{\text{média}}$ não apresentou diferenças a partir do sub-13 se comparado às categorias mais velhas (Tabela 4.3; $d = 0,57\text{--}0,75$), exceto sub-20. O AAI e a MSS tendem a manterem-se maiores nos grupos mais velhos, com tamanhos de efeitos *grandes* (%AAI: PRO, ..., sub-15 > sub-13 > sub-11; Sub-20 > sub-15, sub-17 [$d = 0,80\text{--}2,46$]) e *moderados a grandes* (MSS: PRO, sub-20 > sub-17 > sub-15, sub-13 > sub-11 [$d = 0,64\text{--}2,38$]). Enquanto a área da equipe e o espalhamento não apresentam diferenças pronunciadas quando comparado o sub-15 com grupos mais velhos ($d \leq 0,51$), a frequência mediana ainda é maior nos mais jovens, como a da área da equipe que exibe aumento até o sub-15 (sub-15 > sub-11 > sub-13 [$d = 2,60\text{--}3,69$]) seguido de declínios (sub-15 > sub-17 > sub-20, PRO [$d = 0,65\text{--}3,19$]).

A respeito das habilidades técnicas, algumas mudanças foram notadas (Tabela 4.5). As diferenças no percentual de passes completados são agora *unclear* ($d = 0,11\text{--}0,29$) do sub-15 ao profissional, exceto uma *likely* (PRO > sub-17 [$d = 0,49$]). O profissional exibe também similar percentual de duelos vencidos que os outros grupos de idade (*unclear* [$d = 0,21\text{--}0,43$]), exceto uma *very likely* (vs. sub-15 [$d = 0,9$]). O número de duelos parece bastante similar entre os grupos de idade, desde o sub-13 até o profissional (*unclear* a *likely* [$d \leq 0,53$]), e é maior no sub-11 que todos os outros (*unclear* a *very likely* [$d = 0,56\text{--}0,93$]). Para o número de passes, envolvimento com a bola, toques na bola, e toques/envolvimento não houve muitas mudanças.

Tabela 4.3. Comparação das variáveis de desempenho físico e tático entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp; 2º Tempo- $N = 89$).

	Sub 11	Sub 13	Sub 15	Sub 17	Sub 20	Profissional	η^2
<i>Físico</i>							
V1 – parado (%)	0,19 $\pm$ 0,07 ^{a,b,d,e,*}	0,13 $\pm$ 0,05*	0,10 $\pm$ 0,05*	0,15 $\pm$ 0,04*	0,13 $\pm$ 0,06*	0,12 $\pm$ 0,04*	0,26
V2 – andando (%)	9,75 $\pm$ 3,49 ^{a,b,c,d,e}	6,43 $\pm$ 1,64	5,84 $\pm$ 1,47*	5,54 $\pm$ 1,37*	4,71 $\pm$ 1,22*	5,64 $\pm$ 1,29*	0,44
V3 – jogging (%)	43,01 $\pm$ 7,02 ^{c,d,e}	40,55 $\pm$ 4,27	37,24 $\pm$ 5,54	36,06 $\pm$ 5,26	35,41 $\pm$ 5,95	36,04 $\pm$ 5,14	0,21
V4 – CMI (%)	27,21 $\pm$ 5,71	27,35 $\pm$ 4,43	27,37 $\pm$ 4,77*	28,12 $\pm$ 3,34*	24,54 $\pm$ 2,96*	27,77 $\pm$ 3,94	0,08
V5 – CAI (%)	10,43 $\pm$ 3,21 ^d	11,63 $\pm$ 2,79	12,77 $\pm$ 2,27	12,80 $\pm$ 2,09	13,32 $\pm$ 1,92	11,93 $\pm$ 2,15	0,15
V6 – CMAI (%)	5,26 $\pm$ 2,09 ^{b,c,d,e}	6,86 $\pm$ 1,01 ^h	7,94 $\pm$ 1,80	8,23 $\pm$ 1,70	8,97 $\pm$ 1,97	8,08 $\pm$ 1,67	0,35
V7 – SPR (%)	4,14 $\pm$ 2,14 ^{b,c,d,e}	7,05 $\pm$ 2,93 ^h	8,74 $\pm$ 2,24 ^k	9,10 $\pm$ 3,03 ^m	12,93 $\pm$ 4,94	10,43 $\pm$ 3,51	0,44
V8 – AAI (%)	9,40 $\pm$ 3,75 ^{b,c,d,e}	13,91 $\pm$ 3,36 ^h	16,68 $\pm$ 3,58 ^k	17,33 $\pm$ 4,13	21,90 $\pm$ 6,13	18,51 $\pm$ 4,65	0,47
DT (m)	1768 $\pm$ 263 ^{a,b,c,d,e,*}	2535 $\pm$ 226 ^{f,g,h,i}	3267 $\pm$ 341 ^{j,k,l,*}	4267 $\pm$ 374 ^{m,n,*}	5162 $\pm$ 575*	4910 $\pm$ 515*	0,91
V _{média} (m.min ⁻¹)	88,39 $\pm$ 13,13 ^{a,b,c,d,e,*}	101,39 $\pm$ 9,02 ^h	108,91 $\pm$ 11,37*	106,67 $\pm$ 9,36*	114,71 $\pm$ 12,78*	109,12 $\pm$ 11,43*	0,38
MSS (km.h ⁻¹)	25,86 $\pm$ 3,55 ^{b,c,d,e,*}	28,81 $\pm$ 2,22 ^{h,i}	29,40 $\pm$ 2,64 ^{k,l}	31,12 $\pm$ 2,73 ⁿ	34,10 $\pm$ 3,45	35,12 $\pm$ 3,02	0,55
N _{MSS70} (u.a.)	6 $\pm$ 4 ^{b,c,d}	11 $\pm$ 5	16 $\pm$ 5	13 $\pm$ 6	16 $\pm$ 9	11 $\pm$ 5	0,27
N _{MSS70} / min	0,30 $\pm$ 0,18 ^d	0,45 $\pm$ 0,19 ⁱ	0,52 $\pm$ 0,18 ^{j,l}	0,33 $\pm$ 0,14	0,36 $\pm$ 0,21	0,24 $\pm$ 0,12	0,23
DT _{MSS70} / N _{MSS70}	7,75 $\pm$ 2,30 ^d	8,78 $\pm$ 3,11 ^h	9,08 $\pm$ 2,46 ^k	9,42 $\pm$ 2,77 ^m	12,94 $\pm$ 4,05 ^o	8,44 $\pm$ 2,73	0,27
<i>Tático</i>							
Área da equipe (m ²)	679,11 $\pm$ 199,57 ^{a,b,c,d,e}	876,80 $\pm$ 158,34 ^h	1001,29 $\pm$ 114,24	982,98 $\pm$ 149,17	1054,59 $\pm$ 226,95	943,63 $\pm$ 206,16	0,33
F _{med} (ciclos.min ⁻¹)	0,38 $\pm$ 0,11 ^{a,b,c,d}	0,58 $\pm$ 0,03 ^{f,h,i}	0,72 $\pm$ 0,07 ^{j,k,l}	0,60 $\pm$ 0,25 ^{m,n}	0,48 $\pm$ 0,08	0,44 $\pm$ 0,16	--
Espalhamento (m)	153,91 $\pm$ 19,27 ^{b,c,d,e}	167,99 $\pm$ 16,86	179,75 $\pm$ 13,29	180,10 $\pm$ 15,01	179,83 $\pm$ 23,79	176,94 $\pm$ 17,81	0,23
F _{med} (ciclos.min ⁻¹)	0,50 $\pm$ 0,07 ^{a,b,c,d}	0,60 $\pm$ 0,06 ^h	0,62 $\pm$ 0,02 ^k	0,61 $\pm$ 0,23 ^m	0,43 $\pm$ 0,11 ⁿ	0,62 $\pm$ 0,35	--

Nota: ^a = Sub-11 x Sub-13; ^b = Sub-11 x Sub-15; ^c = Sub-11 x Sub-17; ^d = Sub-11 x Sub-20; ^e = Sub-11 x Profissional; ^f = Sub-13 x Sub-15; ^g = Sub-13 x Sub-17; ^h = Sub-13 x Sub-20; ⁱ = Sub-13 x Profissional; ^j = Sub-15 x Sub-17; ^k = Sub-15 x Sub-20; ^l = Sub-15 x Profissional; ^m = Sub-17 x Sub-20; ⁿ = Sub-17 x Profissional; ^o = Sub-20 x Profissional. **V1:** ^a $P < 0,05$; ^{d,e} $P < 0,01$; ^b $P < 0,001$. **V2:** ^{a,b,c,d,e} $P < 0,001$. **V3:** ^{c,e} $P < 0,05$; ^d $P < 0,01$. **V5:** ^d $P < 0,05$. **V6:** ^h $P < 0,05$; ^b $P < 0,01$; ^{c,d,e} $P < 0,001$. **V7:** ^m $P < 0,05$; ^{b,c,k} $P < 0,01$; ^{d,e,h} $P < 0,001$. **V8:** ^{b,c,k} $P < 0,01$; ^{d,e,h} $P < 0,001$. **DT:** ^{a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n} $P < 0,001$. **V_{média}:** ^{a,h} $P < 0,05$; ^{b,c,d,e} $P < 0,001$. **MSS:** ^b $P < 0,05$; ⁿ $P < 0,01$; ^{c,d,e,h,i,k,l} $P < 0,001$. **N_{MSS70}:** ^c $P < 0,05$; ^{b,d} $P < 0,001$. **N_{MSS70} / min:** ^{d,i,j} $P < 0,05$; ^l $P < 0,001$. **DT_{MSS70} / N_{MSS70}:** ^m $P < 0,05$; ^{h,k,o} $P < 0,01$; ^d $P < 0,001$. **Área da equipe:** ^h $P < 0,05$; ^a $P < 0,01$; ^{b,c,d,e} $P < 0,001$, **F_{med}:** ^{a,b,c,d,f,i,k,l} (ES large); ^{j,m,n} (ES moderado). **Espalhamento:** ^e $P < 0,01$; ^{b,c,d} $P < 0,001$, **F_{med}:** ^{a,b,h,k,m} (ES large); ^{c,d,n} (ES moderado). * = diferente do primeiro tempo ($P < 0,05$).

4.4.3. Jogo inteiro

Diferenças detalhadas entre grupos de idade no desempenho de corrida e tática são exibidas na Tabela 4.4. Destaca-se que o AAI aumenta de *likely* a *almost certain* até o sub-20 (sub-20 > PRO, sub-17 > sub-15 > sub-13 > sub-11 [$d = 0,46-3,15$]; Tabela 4.6). A DT_{MSS70}/N_{MSS70} é também é maior no sub-20 que todos os outros grupos (*almost certain* [$d = 1,31-1,87$]), embora não sugira alterações com aumento/diminuição na idade. A $V_{média}$ também é maior no sub-20 do que os demais grupos embora pareça estabilizar-se a partir do sub-15 (*very likely* a *almost certain*; sub-20 > PRO, sub-17, sub-15 > sub-13 > sub-11 [$d = 0,73-2,44$]). N_{MSS70}/min é maior nos grupos mais jovens (*very likely* a *almost certain*; sub-15 > sub-17, sub-20, PRO [$d = 1,02-1,97$]; sub-13 > PRO [$d = 1,27$]). Em contraste, MSS é maior no profissional (PRO > sub-17 > sub-15, sub-13, sub-11 [$d = 1-2,35$]). Área da equipe (*likely* a *almost certain*; PRO, sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13 > sub-11 [$d = 0,50-1,65$]; Tabela 4.8) e espalhamento (PRO, sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11 [$d = 0,53-1,32$]) também aumentam até o sub-15, e são menores no profissional (*possibly* a *almost certain*; sub-15, sub-17, sub-20 > PRO [$d = 0,32-0,96$]), assim como frequências medianas para a área da equipe e espalhamento também são *fortemente* ($d = 0,87-1,99$) e *pequena* a *fortemente* ($d = 0,38-1,41$) maiores nos grupos mais jovens (sub-13, sub-15, sub-17 > sub-20, PRO), respectivamente. Em geral, uma mudança consistente no percentual de passes completados (*likely* a *almost certain*; PRO > sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11 [$d = 0,62-1,54$]), foi verificada com o aumento na idade (Tabela 4.5). Também, toques na bola e toques/envolvimento tendem a aumentar até o sub-15 (*likely* a *almost certain* (Tabela 4.7); PRO,..., sub-15 > sub-13, sub-11 [$d = 0,60-1,60$]). O percentual de duelos vencidos não segue o mesmo, sugerindo que é maior *moderadamente* no sub-15 (vs. PRO, sub-20; *likely* a *very likely* [$d = 0,57-0,78$]). A ocorrência de duelos por minuto

parece ser maior nos grupos mais jovens (*likely a almost certain*; sub-11, sub-13, sub-15 > sub-17, PRO [$d = 0,49-1,16$]). Inversamente, passes (*likely a almost certain*; PRO,..., sub-15 > sub-11; sub-17 > sub-15 [$d = 0,65-1,63$]) e envoltimentos (*likely a almost certain*; sub-20, sub-17, sub-15 > sub-13, sub-11 [$d = 0,71-1,51$]) foram menores nos mais jovens comparados a alguns grupos mais velhos. A frequência de chutes foi baixa para todos e o sub-20 apresentou aparente pior percentual de acertos (*unclear a likely* [$d = 0,56-0,86$]). Outras comparações foram *unclear*.

4.4.4. 1º vs. 2º tempo

Diminuições na $V_{\text{média}}$ e DT foram encontradas em todos os grupos (*likely a almost certain*; $d = 0,42-1,13$) exceto sub-13 (*possibly* [$d = 0,3$]). Também, CMI diminuiu (sub-15 ao sub-20) e inversamente aumentos no percentual da distância parado (todos grupos) e andando (sub-15 ao PRO) também ocorreram (Tabela 4.3). No AAI e $N_{\text{MSS70/min}}$ nenhuma alteração (*unclear a possibly* [$d \leq 0,52$]) e na MSS somente no sub-11 (*likely* [$d = 0,75$]) e *likely* QC no sub-17 ($d = 0,62$) apontaram para diminuições. Tamanhos de efeitos *moderados a grandes* ($d = 0,54-1,41$) indicam diminuições na frequência mediana da área da equipe (todos os grupos) e do espalhamento (todos exceto PRO). Diferenças menos pronunciadas foram encontradas nas habilidades técnicas. Número de passes e passes certos não alteraram em todos os grupos (*unclear a possibly* [$d = 0,02-0,52$]; Tabela 4.5). O mesmo ocorreu para o número de envoltimentos e toques na bola (*unclear a possibly* [$d = 0,08-0,47$]), exceto no Profissional (*likely* [$d = 0,52-0,74$]) e sub-13 (envoltimentos: *likely* [$d = 0,58$]). Aumento no número de toques/envolvimento foram constatados no sub-15 e sub-17 (*likely a very likely* [$d = 0,57-0,86$]) e QC *likely* no sub-13 ($d = 0,57$). Tendências de diminuição foram notadas no número de duelos no sub-13 e sub-15 (*likely* [$d = 0,59-0,70$]). O percentual de duelos vencidos também aumentou no sub-15 (*likely* [$d = 0,76$]).

Tabela 4.4. Comparação das variáveis de desempenho físico e tático entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp; Jogo inteiro– $N = 89$).

	Sub 11	Sub 13	Sub 15	Sub 17	Sub 20	Profissional	η^2
<i>Físico</i>							
V1 – parado (%)	0,17 $\pm$ 0,05 ^{a,b,c,d,e}	0,11 $\pm$ 0,04	0,08 $\pm$ 0,04	0,12 $\pm$ 0,03	0,09 $\pm$ 0,03	0,10 $\pm$ 0,03	0,38
V2 – andando (%)	8,92 $\pm$ 2,91 ^{a,b,c,d,e}	6,27 $\pm$ 1,52 ^h	5,31 $\pm$ 1,34	4,93 $\pm$ 0,87	3,99 $\pm$ 0,94	5,15 $\pm$ 1,15	0,51
V3 – jogging (%)	42,60 $\pm$ 5,84 ^{b,c,d,e}	40,47 $\pm$ 4,09 ^h	36,52 $\pm$ 4,91	35,30 $\pm$ 4,98	34,34 $\pm$ 5,59	35,10 $\pm$ 4,80	0,29
V4 – CMI (%)	27,48 $\pm$ 5,74	27,98 $\pm$ 3,82	28,98 $\pm$ 3,61	28,83 $\pm$ 3,36	25,86 $\pm$ 2,66	28,45 $\pm$ 3,12	0,08
V5 – CAI (%)	10,88 $\pm$ 2,81 ^d	11,60 $\pm$ 1,73 ^h	12,77 $\pm$ 1,79	13,07 $\pm$ 1,93	13,79 $\pm$ 1,97	12,53 $\pm$ 1,81	0,20
V6 – CMAI (%)	5,42 $\pm$ 1,07 ^{a,b,c,d,e}	7,00 $\pm$ 1,17 ^h	7,87 $\pm$ 1,55	8,32 $\pm$ 1,38	9,08 $\pm$ 1,82	8,29 $\pm$ 1,42	0,44
V7 – SPR (%)	4,53 $\pm$ 1,30 ^{b,c,d,e}	6,57 $\pm$ 2,56 ^{h,i}	8,46 $\pm$ 1,55 ^k	9,43 $\pm$ 1,95 ^m	12,85 $\pm$ 4,39	10,38 $\pm$ 2,85	0,52
V8 – AAI (%)	9,95 $\pm$ 1,98 ^{b,c,d,e}	13,56 $\pm$ 3,28 ^{g,h,i}	16,33 $\pm$ 3,21 ^k	17,75 $\pm$ 2,89 ^m	21,93 $\pm$ 5,64	18,97 $\pm$ 3,88	0,55
DT (m)	3649 $\pm$ 49 ^{a,b,c,d,e}	5139 $\pm$ 423 ^{f,g,h,i}	6745 $\pm$ 657 ^{j,k,l}	8956 $\pm$ 651 ^{m,n}	10911 $\pm$ 1107	10147 $\pm$ 971	0,93
V _{média} (m.min ⁻¹)	91,23 $\pm$ 12,27 ^{a,b,c,d,e}	102,79 $\pm$ 8,45 ^h	112,42 $\pm$ 10,95	111,95 $\pm$ 8,13	121,24 $\pm$ 12,30	112,75 $\pm$ 10,79	0,48
MSS (km.h ⁻¹)	29,31 $\pm$ 3,54 ^{c,d,e}	30,37 $\pm$ 2,42 ^{g,h,i}	31,07 $\pm$ 1,94 ^{k,l}	33,79 $\pm$ 2,84	35,49 $\pm$ 3,07	36,67 $\pm$ 2,91	0,50
N _{MSS70} (u.a.)	12 $\pm$ 4 ^{b,c,d}	21 $\pm$ 9 ^{f,h}	34 $\pm$ 13 ^l	29 $\pm$ 8	32 $\pm$ 16	21 $\pm$ 10	0,35
N _{MSS70} / min	0,31 $\pm$ 0,11 ^b	0,42 $\pm$ 0,18 ⁱ	0,56 $\pm$ 0,21 ^{j,k,l}	0,36 $\pm$ 0,11	0,36 $\pm$ 0,18	0,23 $\pm$ 0,11	0,30
DT _{MSS70} / N _{MSS70}	8,38 $\pm$ 1,98 ^d	8,69 $\pm$ 2,25 ^h	7,80 $\pm$ 2,01 ^k	9,32 $\pm$ 1,64 ^m	12,27 $\pm$ 2,72 ^o	8,22 $\pm$ 1,75	0,37
<i>Tático</i>							
Área da equipe (m ²)	730,04 $\pm$ 177,25 ^{a,b,c,d,e}	836,62 $\pm$ 146,65 ^{f,g,h}	975,01 $\pm$ 112,15 ^k	971,62 $\pm$ 145,59 ^m	1081,17 $\pm$ 185,52 ^o	913,78 $\pm$ 162,79	0,34
F _{med} (ciclos.min ⁻¹)	0,46 $\pm$ 0,14 ^{a,b,c,d}	0,70 $\pm$ 0,20 ^{h,i}	0,77 $\pm$ 0,18 ^{k,l}	0,68 $\pm$ 0,18 ^{m,n}	0,55 $\pm$ 0,14 ^o	0,48 $\pm$ 0,10	--
Espalhamento (m)	157,44 $\pm$ 18,02 ^{b,c,d,e}	164,42 $\pm$ 15,32 ^{f,g,h}	176,79 $\pm$ 12,23	177,36 $\pm$ 13,85	181,96 $\pm$ 19,19	172,43 $\pm$ 14,67	0,23
F _{med} (ciclos.min ⁻¹)	0,54 $\pm$ 0,12 ^{a,b,c}	0,64 $\pm$ 0,07 ^{g,h}	0,69 $\pm$ 0,16 ^{k,l}	0,73 $\pm$ 0,19 ^{m,n}	0,50 $\pm$ 0,13	0,58 $\pm$ 0,21	--

Nota: ^a = Sub-11 x Sub-13; ^b = Sub-11 x Sub-15; ^c = Sub-11 x Sub-17; ^d = Sub-11 x Sub-20; ^e = Sub-11 x Profissional; ^f = Sub-13 x Sub-15; ^g = Sub-13 x Sub-17; ^h = Sub-13 x Sub-20; ⁱ = Sub-13 x Profissional; ^j = Sub-15 x Sub-17; ^k = Sub-15 x Sub-20; ^l = Sub-15 x Profissional; ^m = Sub-17 x Sub-20; ⁿ = Sub-17 x Profissional; ^o = Sub-20 x Profissional. **V1:** ^{a,c} $P < 0,01$; ^{b,d,e} $P < 0,001$. **V2:** ^h $P < 0,01$; ^{a,b,c,d,e} $P < 0,001$. **V3:** ^{b,h} $P < 0,05$; ^{c,e} $P < 0,01$; ^d $P < 0,001$. **V5:** ^h $P < 0,05$; ^d $P < 0,01$. **V6:** ^a $P < 0,05$; ^h $P < 0,01$; ^{b,c,d,e} $P < 0,001$. **V7:** ^m $P < 0,05$; ^{b,i} $P < 0,01$; ^{c,d,e,h,k} $P < 0,001$. **V8:** ^{g,m} $P < 0,05$; ^{i,k} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$. **DT:** ⁿ $P < 0,01$; ^{a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m} $P < 0,001$. **V_{média}:** ^a $P < 0,05$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$. **MSS:** ^g $P < 0,05$; ^{c,d,e,h,i,k,l} $P < 0,001$. **N_{MSS70}:** ^{f,h,l} $P < 0,05$; ^{b,c,d} $P < 0,001$. **N_{MSS70} / min:** ^{i,j} $P < 0,05$; ^k $P < 0,01$; ^{b,l} $P < 0,001$. **DT_{MSS70} / N_{MSS70}:** ^m $P < 0,01$; ^{d,h,k,o} $P < 0,001$. **Área da equipe:** ^{a,k,m} $P < 0,05$; ^{f,g} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h,o} $P < 0,001$, **F_{med}:** ^{a,b,c,h,i,k,l,m,n} (ES large); ^{d,o} (ES moderado). **Espalhamento:** ^{f,g} $P < 0,01$; ^{b,c,d,e,h} $P < 0,001$, **F_{med}:** ^{a,b,c,h,k,l,m} (ES large); ^{g,n} (ES moderado).

Tabela 4.5. Comparação das variáveis de desempenho técnico entre os grupos de idade analisados (média $\pm$ dp).

	Sub 11	Sub 13	Sub 15	Sub 17	Sub 20	Profissional	η^2
<i>Técnico</i>							
1º Tempo (N = 120)							
Passes	5.3 $\pm$ 5.2	7.9 $\pm$ 4.8	11.5 $\pm$ 5.3	18.6 $\pm$ 7.2	20.6 $\pm$ 10.6	18 $\pm$ 12.5	--
Passes/min	0.26 $\pm$ 0.26 ^{b2,c3,d2,e2}	0.32 $\pm$ 0.19 ^{g3,h2}	0.38 $\pm$ 0.18	0.46 $\pm$ 0.18	0.46 $\pm$ 0.23	0.40 $\pm$ 0.28	0.10
Passes completados (%)	61.5 $\pm$ 31.9 ^{e2}	69.4 $\pm$ 21.0 ⁱ²	70.7 $\pm$ 17.1 ^{l2}	71 $\pm$ 12.6 ⁿ²	73.2 $\pm$ 18.4	79.4 $\pm$ 15.1	0.07
Envolvimento com bola	7.6 $\pm$ 4.1	10.3 $\pm$ 3.6	15.6 $\pm$ 4.7	21.8 $\pm$ 4.9	24.5 $\pm$ 10.9	21.9 $\pm$ 10.7	--
Envolvimento/min	0.38 $\pm$ 0.21 ^{b3,c3,d3,e2}	0.41 $\pm$ 0.14 ^{f2,g3,h2}	0.52 $\pm$ 0.16	0.54 $\pm$ 0.12	0.54 $\pm$ 0.24	0.49 $\pm$ 0.24	0.11
Toques na bola	14.1 $\pm$ 9.3	19.0 $\pm$ 10.8	33.7 $\pm$ 14.8	49.3 $\pm$ 18.6	54.8 $\pm$ 29.3	48.2 $\pm$ 32.3	--
Toques na bola/min	0.71 $\pm$ 0.46 ^{b3,c4,d3,e2}	0.76 $\pm$ 0.43 ^{f3,g3,h3,i2}	1.12 $\pm$ 0.49	1.23 $\pm$ 0.47	1.22 $\pm$ 0.65	1.07 $\pm$ 0.72	0.13
Toques/envolvimento	1.8 $\pm$ 0.6 ^{b2,c3,d2}	1.8 $\pm$ 0.6 ^{f2,g3,h3}	2.1 $\pm$ 0.5	2.2 $\pm$ 0.5	2.2 $\pm$ 0.4	2 $\pm$ 0.6	0.11
Duelos	4.7 $\pm$ 3.2	5.1 $\pm$ 3.3	6.2 $\pm$ 3.3	4.8 $\pm$ 3.7	5.2 $\pm$ 2.8	6.5 $\pm$ 3.2	--
Duelos/min	0.23 $\pm$ 0.16 ^{c3,d4,e3}	0.20 $\pm$ 0.13 ^{g3,h3,i2}	0.21 $\pm$ 0.11 ^{j3,k4,l3}	0.12 $\pm$ 0.09	0.11 $\pm$ 0.06	0.14 $\pm$ 0.07	0.15
Duelos vencidos (%)	49.4 $\pm$ 33.4	51.2 $\pm$ 30.5	58.8 $\pm$ 30.1 ^{l3}	52.2 $\pm$ 32 ⁿ²	51.8 $\pm$ 31.1 ^{o2}	37 $\pm$ 28	0.05
2º Tempo (N = 89)							
Passes	4.5 $\pm$ 2.2	6.7 $\pm$ 5.1	11.1 $\pm$ 5	18.1 $\pm$ 7.6	17 $\pm$ 6.3	13.3 $\pm$ 5.6	--
Passes/min	0.23 $\pm$ 0.11 ^{b3,c4,d4,e2}	0.27 $\pm$ 0.20 ^{f,5g3,h2}	0.37 $\pm$ 0.17	0.45 $\pm$ 0.19 ⁿ³	0.38 $\pm$ 0.14 ^{o2}	0.30 $\pm$ 0.12	0.20
Passes completados (%)	63.1 $\pm$ 23.6 ^{b2,c5,d2,e2}	61.6 $\pm$ 26.9 ^{f,2g2,h2,i3}	77.2 $\pm$ 14.4	73.6 $\pm$ 10.2	75.7 $\pm$ 13.2	79.9 $\pm$ 13.2	0.16
Envolvimento com bola	7.4 $\pm$ 3.3	8.6 $\pm$ 6.7	13.2 $\pm$ 5.6	20.1 $\pm$ 6.4	20.6 $\pm$ 7.3	15.7 $\pm$ 4.1	--
Envolvimento/min	0.37 $\pm$ 0.16 ^{c3,d3}	0.34 $\pm$ 0.11 ^{f2,g3,h3}	0.44 $\pm$ 0.19 ^{l5}	0.50 $\pm$ 0.16 ⁿ⁴	0.46 $\pm$ 0.16 ^{o3}	0.36 $\pm$ 0.09	0.14
Toques na bola	12.5 $\pm$ 6.7	17.1 $\pm$ 7.7	33.1 $\pm$ 18.8	49.6 $\pm$ 19.9	46.8 $\pm$ 21.3	34.7 $\pm$ 13.7	--

Toques na bola/min	0.63±0.33 ^{b3,c4,d3,e2}	0.69±0.31 ^{f3,g4,h3}	1.10±0.63 ^{l2}	1.24±0.50 ⁿ⁴	1.04±0.47 ^{o2}	0.79±0.31	0.22
Toques/envolvimento	1.7±0.4 ^{a5,b4,c4,d3,e3}	2±0.6 ^{f2,g3}	2.4±0.7	2.5±0.6 ^{m2}	2.2±0.3	2.2±0.6	0.22
Duelos	4.5±2.6	4.2±2.1	5.2±2.1	5±3.3	5.8±4	6.6±4.1	--
Duelos/min	0.23±0.13 ^{a2,b5,c3,d2,e2}	0.17±0.08 ^{g2}	0.17±0.07 ^{j2,k5}	0.13±0.08	0.13±0.09	0.16±0.09	0.13
Duelos vencidos (%)	40.9±15.7 ^{a3,b4,c5}	55.1±34.3 ^{f5}	69±16.2 ^{j5,k4,l3}	59.4±30.1	43.6±24.1	59.8±23.1	0.14

Jogo Inteiro (N = 89)

Passes	9.1±4.9	14.9±8.7	22.4±9.4	38.4±14.2	36.5±16	32.3±17	--
Passes/min	0.23±0.12 ^{b3,c4,d4,e3}	0.30±0.17 ^{g3,h2}	0.37±0.16 ^{j2}	0.48±0.18 ⁿ³	0.41±0.18	0.36±0.19	0.20
Passes completados (%)	61.6±21 ^{b2,c2,d3,e3}	61.7±13.2 ^{f3,g3,h4,i4}	73.2±11.6 ^{l5}	73.5±7.9 ⁿ²	74.8±11.4	80.1±10.8	0.22
Envolvimento com bola	14.6±4.8	19±4.6	28.5±8.6	43±9.5	44.4±17.8	38.3±13.2	--
Envolvimentos/min	0.37±0.12 ^{b3,c4,d3}	0.38±0.09 ^{f2,g4,h3}	0.48±0.14	0.54±0.12 ⁿ⁴	0.49±0.20	0.43±0.15	0.17
Toques na bola	25.7±11.9	35.1±14.5	63.4±30.2	100.7±36.5	99.1±48.8	84.4±42.5	--
Toques na bola/min	0.64±0.30 ^{b3,c4,d4,e3}	0.70±0.29 ^{f3,g4,h3,i2}	1.06±0.50	1.26±0.46 ⁿ³	1.10±0.54	0.94±0.47	0.21
Toques/envolvimento	1.7±0.4 ^{b3,c4,d4,e3}	1.8±0.5 ^{f2,g4,h3,i2}	2.1±0.5	2.3±0.5	2.2±0.3	2.1±0.6	0.20
Duelos	8.8±4	10.1±4.9	12.2±4.2	10.6±5.9	11.1±6	14±5.4	--
Duelos/min	0.22±0.10 ^{c3,d3,e3}	0.20±0.10 ^{g2,h3}	0.20±0.07 ^{j4,k4,l3}	0.13±0.07	0.12±0.07 ^{o5}	0.16±0.06	0.20
Duelos vencidos (%)	47.3±22.1 ^{b2}	52.8±22.4	59.4±15.4 ^{k3,l2}	52±23.3	45.6±19.7	49.7±19	0.05
Chutes	0.7±0.7	1.6±1.6	1.1±1.5	2.4±1.8	1.4±1.4	1.1±1.6	--
Chutes/min	0.02±0.02 ^{c,e}	0.03±0.03 ⁱ	0.02±0.02 ^{j,l}	0.03±0.02 ^{m,n}	0.02±0.02 ^o	0.01±0.02	0.11
Chutes no gol (%)	35±47.9 ^{d2}	35.7±47.6 ^{h5}	39.3±45.3 ^{k2}	24.3±26.9 ^{m5}	9.8±17.8 ^{o5}	27.1±39.8	0.08

Nota: ^a = Sub-11 x Sub-13; ^b = Sub-11 x Sub-15; ^c = Sub-11 x Sub-17; ^d = Sub-11 x Sub-20; ^e = Sub-11 x Professional; ^f = Sub-13 x Sub-15; ^g = Sub-13 x Sub-17; ^h = Sub-13 x Sub-20; ⁱ = Sub-13 x Professional; ^j = Sub-15 x Sub-17; ^k = Sub-15 x Sub-20; ^l = Sub-15 x Professional; ^m = Sub-17 x Sub-20; ⁿ = Sub-17 x Professional; ^o = Sub-20 x Professional (ES $\geq 0,50$ para todos). * = diferente do primeiro tempo ($P < 0,05$). QC = 1 – *possibly*; 2 – *likely*; 3 – *very likely*; 4 – *almost certain*; 5 – *unclear*.

Tabela 4.6. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para as atividades de alta intensidade – AAI, velocidade média – $V_{\text{média}}$ e velocidade máxima – MSS.

	Sub-13	Sub-15	Sub-17	Sub-20	PRO
<i>AAI</i>					
Sub-11	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-13	--	95/4/1 <i>very likely</i>	99/1/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-15		--	77/20/2 <i>likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	99/1/0 <i>very likely</i>
Sub-17			--	99/1/0 <i>very likely</i>	61/30/10 <i>unclear</i>
Sub-20				--	0/4/96 <i>very likely</i>
<i>V_{média}</i>					
Sub-11	97/3/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-13	--	97/2/0 <i>very likely</i>	98/2/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	97/3/1 <i>very likely</i>
Sub-15		--	14/64/23 <i>unclear</i>	98/2/0 <i>very likely</i>	63/61/16 <i>unclear</i>
Sub-17			--	98/2/0 <i>very likely</i>	38/41/21 <i>unclear</i>
Sub-20				--	0/3/97 <i>very likely</i>
<i>MSS</i>					
Sub-11	64/29/8 <i>unclear</i>	84/14/2 <i>likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-13	--	58/3/8 <i>unclear</i>	99/1/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-15		--	99/1/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-17			--	86/11/3 <i>unclear</i>	99/1/0 <i>very likely</i>
Sub-20				--	51/31/18 <i>unclear</i>

Nota: valores referentes aos resultados de jogo inteiro.

Tabela 4.7. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para os passes completados, toques/envolvimento e duelos vencidos.

	Sub-13	Sub-15	Sub-17	Sub-20	PRO
<i>Passes</i>					
Sub-11	38/43/20 <i>unclear</i>	94/6/0 <i>likely</i>	93/7/0 <i>likely</i>	95/4/0 <i>very likely</i>	98/2/0 <i>very likely</i>
Sub-13	--	97/3/0 <i>very likely</i>	99/1/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-15		--	23/61/16 <i>unclear</i>	66/26/8 <i>unclear</i>	81/15/4 <i>unclear</i>
Sub-17			--	76/19/5 <i>unclear</i>	92/7/1 <i>likely</i>
Sub-20				--	57/41/2 <i>possibly</i>
<i>T/E</i>					
Sub-11	61/25/14 <i>unclear</i>	98/1/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	96/3/1 <i>very likely</i>
Sub-13	--	91/8/1 <i>likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	98/2/0 <i>very likely</i>	89/10/1 <i>likely</i>
Sub-15		--	71/24/5 <i>unclear</i>	48/40/12 <i>unclear</i>	28/39/33 <i>unclear</i>
Sub-17			--	9/42/49 <i>unclear</i>	4/24/72 <i>unclear</i>
Sub-20				--	17/22/61 <i>unclear</i>
<i>Duelos</i>					
Sub-11	53/36/11 <i>unclear</i>	86/13/1 <i>likely</i>	49/47/5 <i>unclear</i>	22/55/24 <i>unclear</i>	31/62/7 <i>unclear</i>
Sub-13	--	62/34/4 <i>unclear</i>	25/43/32 <i>unclear</i>	2/40/58 <i>possibly</i>	18/40/42 <i>unclear</i>
Sub-15		--	5/20/76 <i>unclear</i>	0/3/97 <i>very likely</i>	2/12/86 <i>likely</i>
Sub-17			--	7/44/50 <i>unclear</i>	14/52/34 <i>unclear</i>
Sub-20				--	45/34/21 <i>unclear</i>

Nota: T/E = toques por envolvimento. Valores referentes aos resultados de jogo inteiro.

Tabela 4.8. Chances quantitativas (QC) de diferenças verdadeiras entre os grupos de idade analisados para as a área de superfície da equipe e espalhamento.

	Sub-13	Sub-15	Sub-17	Sub-20	PRO
<i>Área</i>					
Sub-11	97/3/0 <i>very likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-13	--	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	90/10/0 <i>likely</i>
Sub-15		--	18/58/25 <i>unclear</i>	99/1/0 <i>very likely</i>	0/7/93 <i>likely</i>
Sub-17			--	98/2/0 <i>very likely</i>	0/17/82 <i>likely</i>
Sub-20				--	0/0/100 <i>almost certain</i>
<i>Espalhamento</i>					
Sub-11	82/18/0 <i>likely</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>
Sub-13	--	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	100/0/0 <i>almost certain</i>	97/3/0 <i>very likely</i>
Sub-15		--	26/59/15 <i>unclear</i>	74/22/3 <i>unclear</i>	1/25/75 <i>possibly</i>
Sub-17			--	69/29/2 <i>possibly</i>	1/24/75 <i>likely</i>
Sub-20				--	0/8/92 <i>likely</i>

Nota: valores referentes aos resultados de jogo inteiro.

4.5. Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar como ocorre o desenvolvimento dos componentes de desempenho de corrida, relacionado a habilidades técnicas, distribuição tática da equipe e dinâmica de movimentos coletivos avaliados simultaneamente durante jogos de futebol em uma competição oficial. Foram investigados participantes desde uma idade em que crianças sub-11 são introduzidas a competições até o nível profissional sênior. O principal achado foi que o desempenho de corrida desenvolve-se mais rapidamente do que as habilidades técnicas, e isso influencia em diferentes dinâmicas da equipe para cada grupo de idade. Além disso, há indícios de que a fadiga

relacionada ao jogo afeta negativamente o desempenho de corrida e tático, mas isso é menos pronunciado nas habilidades técnicas, em praticamente todos os grupos de idade.

Comparando nossos dados com a literatura atual de desempenho em jogo, em primeiro momento restrito aos estudos com Brasileiros, verificamos que um estudo prévio que adotou jogo amistoso no sub-15 em um campo não oficial (90 x 45 m) e usando GPS, apresentou intensidade ($102,3 \pm 9,33 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$) (Fernandes-da-Silva et al., 2016) ligeiramente abaixo do que nossos achados durante jogo oficial. Em outro estudo de 2007 durante jogos oficiais no mesmo campeonato que o avaliado no presente estudo, foram verificados valores no sub-20 ($V_{\text{média}}$: $109 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$; SPR: 6,1%) e no sub-17 ($V_{\text{média}}$: $105 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$; SPR: 5,6%) (Pereira Da Silva et al., 2007) que sugerem menor intensidade do que os nossos, utilizando um método VTM antigo (Withers et al., 1982). Realmente, essa abordagem subestima as distâncias totais percorridas e atividades em alta intensidade (Randers et al., 2010). Possíveis evoluções temporais também poderiam ser contabilizadas (Bradley et al., 2016), sugerindo cautela nas comparações. Os profissionais apresentaram resultados bastante similares aos estudos que utilizaram o mesmo sistema de rastreamento na *Brazilian first Division League*, a respeito da intensidade de jogo [DT = 10012 m; Barros et al. (2007)], área da equipe [773,8–1407,6 m; Moura et al. (2012)] e F_{med} [área: 0,25–0,81 ciclos.min⁻¹; Moura et al. (2013)]. Alguns índices foram maiores que um estudo recente da quarta divisão nacional [DT = 9153 m; MSS: 26,41 km/h; Aquino et al. (2017)]. O próximo parágrafo é dedicado a comparar com estudos Europeus pareados por idade.

Em relação à $V_{\text{média}}$, os resultados estão dentro do esperado [sub-11 (Goto et al., 2015; Seward et al., 2015), sub-13 (Harley et al., 2010), sub-17 (Aslan et al., 2012; Buchheit et al., 2010a)], mas também podem ser interpretados como acima [ex. sub-13 (Atan et al., 2016; Buchheit et al., 2010a), sub-15 (Atan et al., 2016; Goto et al., 2015),

sub17 (Rebelo et al., 2014)] ou menores que alguns estudos [sub-13 (Saward et al., 2015), sub-15 (Harley et al., 2010; Saward et al., 2015), sub-17 (Saward et al., 2015)]. Para a MSS os nossos valores foram maiores (Al Haddad, Simpson, Buchheit, Di Salvo, & Mendez-Villanueva, 2015; Buchheit et al., 2010a; Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, Peltola, & Bourdon, 2011; Waldron & Murphy, 2013). Em referência a AAI, os índices prévios (Buchheit et al., 2010a), também tendem a ser menores do que os apresentados, mesmo aqueles que usaram $>13,0$ km/h como critério (Castagna, D'Ottavio, & Abt, 2003; Castagna et al., 2010; Rebelo et al., 2014). Isso indica que os jovens analisados, jogando no Brasil, não exibem desempenho igual aos Europeus, jogando em suas casas. Consequentemente, o desenvolvimento não seguiu o que previamente estabelecido. Estudos apontaram para resultados opostos na $V_{\text{média}}$ [sub-13 $<$ sub-15 (Harley et al., 2010)], MSS [sub-13 $<$ sub-15; (Buchheit et al., 2010a)], faixas de velocidade [sub-11 = sub-13 em todas intensidades (Goto et al., 2015)] e DT [somente tendência de aumentos sub-13–sub-17; (Mendez-Villanueva et al., 2013)]. Nós recomendamos que os jovens jogadores de futebol sejam vistos de modo diferenciado (ex. prescrição do treinamento, futuras pesquisas) dependendo do local em que estiverem jogando. Entretanto, algumas diferenças podem ter sido devido aos diferentes métodos de pesquisa (aquisição dos dados; configurações do jogo; limiares de velocidade; análise estatística) sugerindo cuidado com generalizações.

Jogadores muito jovens (sub-11, sub-13) apresentaram desempenho de corrida (ex. $V_{\text{média}}$, AAI) em geral inferiores aos jogadores jovens mais velhos púberes (~sub-15) ou pós-púberes (sub-17 e sub-20) e adultos (ver para exemplo Tabela 4.2). Durante um jogo de futebol, a energia é obtida da interação entre o metabolismo anaeróbio e aeróbio. Pré-púberes dependem mais de suprimento aeróbio como um combustível (Riddell, 2008), evidenciado por maior atividade das enzimas do ciclo do ácido tri

carboxílico. Inversamente, o sistema anaeróbio láctico é pouco desenvolvido até o momento (< atividade das enzimas fosfofrutoquinase e lactato desidrogenase) (Ratel, Duche, & Williams, 2006), em adição a reduzidos estoques de glicogênio (Boisseau & Delamarche, 2000) quando comparado a adultos. Durante o período de surto de velocidade de crescimento (sub-15) ocorre uma melhora acentuada em ambos componentes, aeróbio (consumo máximo de oxigênio) (Armstrong & Welsman, 1994) e anaeróbio (enzimas glicolíticas) (Berg, Kim, & Keul, 1986) e de fatores hormonais (síntese de GH) (Boisseau & Delamarche, 2000) que favoreceram a melhora nos parâmetros de desempenho de corrida durante jogo. Nós optamos por limiares de velocidade fixos para todos os grupos. Desde que o principal objetivo foi analisar o desenvolvimento, isso é melhor detectado quando zonas de velocidade absoluta são empregadas independente da idade (Goto et al., 2015), permitindo comparações diretas (Buchheit et al., 2010a).

Nossos resultados sugerem que os aumentos nos índices de desempenho de corrida em jogo (ex. $V_{\text{média}}$, AAI; *very likely* a *almost certain*), influenciaram o simultâneo aumento da área ocupada pela equipe e o espalhamento dos jogadores em campo (*very likely* a *almost certain*) entre sub-11–sub-15. Isso indica que o desempenho de corrida não completamente desenvolvido nos jogadores pré-pubertais restringe a ocupação de grandes porções do campo, em média, e os companheiros de equipe preferem estar mais próximos um do outro durante o jogo. Desde que esse mesmo comportamento é também esperado que ocorresse no time adversário, menor espaço efetivo pode ter refletido no maior número de duelos por minuto nos grupos mais jovens, indicando que estão contestando a posse de bola com maior frequência (*likely* a *almost certain*), e simultaneamente o número de toques/envolvimento é ligeiramente menor (*likely* a *almost certain*), ou seja, parecem transmitir a bola mais diretamente

devido a essa pressão exercida pelo adversário. Esse padrão de jogo sofrerá uma mudança somente após o período puberal sub-15.

Mais além, uma mudança consistente no percentual de passes corretos (*likely a almost certain*) revela que a proficiência nessa tarefa melhora progressivamente até atingir o nível profissional sênior. Diferentes dinâmicas de equipe também foram encontradas nos grupos de idade mais jovens se comparado ao profissional, revelando que nos jogadores mais jovens os movimentos coletivos, representados pela F_{med} da área da equipe e do espalhamento, ocorrem com maior rapidez do que no profissional (ex. $d = 0,87-1,99$). Isso está estritamente relacionado com a proficiência no passe. Maior taxa de insucesso faz com que os jogadores jovens transitem mais entre uma situação com posse de bola para sem posse de bola (i.e. quando erram o passe). Esses eventos se caracterizam por tendências de movimentos coletivos de aumento da área da equipe e espalhamento (i.e. quando com posse da bola, atacando) e inversamente de diminuição da área da equipe e espalhamento (i.e. sem posse da bola, defendendo), respectivamente (Moura et al., 2012). Isso justifica em parte a maior F_{med} nos mais jovens.

De acordo com nossos resultados, embora a $V_{média}$ apresente tendência de estabilização a partir o grupo sub-15, as outras variáveis como AAI e a MSS continuam aumentando até o sub-20 e o profissional, respectivamente (ex. Tabela 4.6). Estes resultados sugerem um pouco de cautela na promoção precoce de jogadores mais jovens talentosos para grupos mais velhos a seguir, principalmente durante o primeiro tempo de jogo. Interessantemente, o sub-20 apresentou valores próximos e até mesmo acima do profissional no que se refere ao desempenho de corrida (*unclear a very likely*), área de ocupação e espalhamento (*likely a almost certain*), principalmente no primeiro tempo. Entretanto, os resultados de habilidades técnicas foram *unclear* (Tabela 4.7) mas *possibly* de que no profissional o percentual de passes é maior. No Brasil, muitas

competições estaduais profissionais envolvem calendário congestionado (2 jogos/semana; intervalo ≤ 72 horas), diferentemente dos grupos jovens. Na Europa esse fator parece não afetar o desempenho de corrida em jogo (ex. Lago-Penas et al., 2011), mas futuros estudos precisam determinar o impacto de um calendário congestionado em jogadores competindo em outras localidades, sobre condições locais de alto stress ambiental (i.e. Brasil), que afetam negativamente o desempenho de corrida de forma aguda, principalmente o AAI (Nassis, Brito, Dvorak, Chalabi, & Racinais, 2015).

Estudos do passado, utilizando testes de campo, verificaram alguns efeitos de idade cronológica, como para o desempenho correndo [YoYo IR1, sub-15 < sub-17 (Markovic & Mikulic, 2011); sprint-30 m, sub-11 < sub-13 < sub-15 (Mujika, Spencer, Santisteban, Goiriena, & Bishop, 2009)] contrastantes com os encontrados durante jogo oficial (mudanças na $V_{\text{média}}$ e MSS, respectivamente). Em referência as habilidades técnicas (ex. percentual de passes certos) outro estudo que utilizou teste de campo (*Loughborough Soccer Passing Test*) sugeriu que a habilidade de passe melhora continuamente com a idade ($P < 0,001$) entre sub-12–sub-19, e entre 10–15 anos é o período em que ocorre a maior melhora (Huijgen, Elferink-Gemser, Ali, & Visscher, 2013). Estes resultados estão apenas parcialmente em acordo com os nossos, já que entre sub-11–sub-13 ($10,8 \pm 0,4$ – $12,9 \pm 0,4$ anos de idade, respectivamente), a taxa de sucesso no passe e mesmo o número de passes não diferiram. Assim, questiona-se o quanto testes de campo podem ser ferramentas que rastreiam as mudanças que ocorrem em função da idade a respeito do real desempenho de jogo.

A fadiga relacionada ao jogo afetou significativamente o desempenho de corrida em todos os grupos (exceto sub-13; *possibly*) e isso não foi uma surpresa em ambos, jovens (Mendez-Villanueva et al., 2013) e profissionais (Barros et al., 2007). Uma frequência considerável de esforços alcançando 70% da MSS ocorreu para todos os

grupos, o que reforça a ideia de propor treinamento com *sprints* longos (Mendez-Villanueva et al., 2011). Por exemplo, no sub-11 aproximadamente 15 m são necessários para atingir 70% da MSS de jogo (≈ 20 km/h) (baseado em Spencer, Pyne, Santisteban, and Mujika (2011)) e no profissional (70% da MSS ≈ 25 km/h) por volta de 30 m são necessários (baseado em Pareja-Blanco, Sanchez-Medina, Suarez-Arrones, and Gonzalez-Badillo (2016)), quando somado o valor de 8 m (i.e. DT_{MSS70} / N_{MSS70}) os *sprints* longos sugeridos são com 23 m no sub-11 e 38 m no profissional, com o volume de repetições N_{MSS70} e intervalo entre esforços definido por N_{MSS70} / min . Embora os achados esclareçam as particularidades de cada grupo de idade e a evolução do jogo desde criança até profissional, futuros estudos com abordagem longitudinal são necessários para confirmar os resultados. Outras duas principais limitações foram: i) em todos os grupos de idade, os jogadores foram agrupados para apresentação dos resultados independente de suas posições táticas. Buchheit et al. (2010a) haviam relatado que em jovens jogadores o desempenho de corrida em jogo é posição-dependente; e ii) diminuído número de participantes no segundo tempo e jogo inteiro, em função da alta taxa de substituições; em adição a reduzido número de amostras de F_{med} —uma para cada meio tempo.

4.6. Aplicações práticas

A partir dos resultados fornecidos pelo presente estudo, que revelaram diferentes perfis de desempenho de corrida, distribuição dos jogadores em campo, dinâmica de movimentos coletivos e habilidades técnicas (execução ou proficiência), é possível elaborar sessões de treinamento específicas para cada grupo de idade dentro da periodização, desde a infância (sub-11) até o nível profissional. Treinadores devem estar cientes dos valores de referência apresentados, para selecionar os conteúdos de treino

(ex. intensidade e volume) a fim de que sejam o mais próximo possível da realidade de jogo (i.e. físico, técnico e tático). Sugerimos que modelos de treino com ênfase nas capacidades técnico-táticas (ex. Aquino et al., 2016) sejam considerados a partir da idade correspondente ao grupo sub-15, desde que o desempenho de corrida parece já estar bem desenvolvido, mas os outros elementos (ex. técnica; percentual de passes certos) ainda necessitam de maior refinamento. Contudo, velocidade máxima e atividades de alta intensidade merecem contínuo treinamento através dos grupos de idade. Além disso, quando treinadores optarem por promoverem jogadores talentosos mais novos para competirem em grupos de idade acima, isso deveria ocorrer somente no segundo tempo, quando diferenças importantes são diminuídas. Jogos com dimensões reduzidas poderiam ser uma forma de treino específico para sub-11 e sub-13, desde que apresentam reduzido espalhamento e ocupam menor área do campo.

4.7. Referências

- Al Haddad, H., Simpson, B. M., Buchheit, M., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2015). Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 888-896. doi: 10.1123/ijsp.2014-0539
- Aquino, R., Munhoz Martins, G. H., Palucci Vieira, L. H., & Menezes, R. P. (2017). Influence Of Match Location, Quality Of Opponents And Match Status On Movement Patterns In Brazilian Professional Football Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Advance online publication. doi: 10.1519/jsc.0000000000001674
- Aquino, R. L. Q. T., Cruz Goncalves, L. G., Palucci Vieira, L. H., Oliveira, L. P., Alves, G. F., Pereira Santiago, P. R., & Puggina, E. F. (2016). Periodization Training Focused on Technical-Tactical Ability in Young Soccer Players Positively Affects Biochemical Markers and Game Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30, 2723-2732. doi: 10.1519/jsc.0000000000001381
- Armstrong, N., & Welsman, J. R. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22, 435-476.
- Aslan, A., Acikada, C., Güvenç, A., Gören, H., Hazir, T., & Özkara, A. (2012). Metabolic Demands of Match Performance in Young Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(1), 170-179.

- Atan, S. A., Foskett, A., & Ali, A. (2016). Motion analysis of match play in New Zealand U13 to U15 age-group soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/jsc.0000000000001336
- Barros, R. M. L., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., . . . Leite, N. J. (2007). Analysis of the Distances Covered by First Division Brazilian Soccer Players Obtained with an Automatic Tracking Method. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6, 233-242.
- Berg, A., Kim, S. S., & Keul, J. (1986). Skeletal muscle enzyme activities in healthy young subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 236-239. doi: 10.1055/s-2008-1025766
- Boisseau, N., & Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Medicine*, 30, 405-422.
- Bradley, P. S., Archer, D. T., Hogg, B., Schuth, G., Bush, M., Carling, C., & Barnes, C. (2016). Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. *Journal of Sports Sciences*, 34, 980-987. doi: 10.1080/02640414.2015.1082614
- Bradley, P. S., & Noakes, T. D. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of Sports Sciences*, 31, 1627-1638. doi: 10.1080/02640414.2013.796062
- Buchheit, M., Allen, A., Poon, T. K., Modonutti, M., Gregson, W., & Di Salvo, V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of Sports Sciences*, 32, 1844-1857. doi: 10.1080/02640414.2014.942687
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010a). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 818-825. doi: 10.1055/s-0030-1262838
- Buchheit, M., Mendez-villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 709-716. doi: 10.1055/s-0030-1261897
- Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 40-48. doi: 10.1055/s-0032-1316363
- Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L., & Figura, F. (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 19, 379-384. doi: 10.1080/026404101300149339
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Medicine*, 38, 839-862.
- Carling, C., & Dupont, G. (2011). Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? *Journal of Sports Sciences*, 29, 63-71. doi: 10.1080/02640414.2010.521945
- Castagna, C., D'Ottavio, S., & Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 775-780.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Barbero Alvarez, J. C. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young

- soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227-3233. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e72709
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Fenner, J. S. J., Iga, J., & Unnithan, V. (2016). The evaluation of small-sided games as a talent identification tool in highly trained prepuberal soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34, 1983-1990. doi: 10.1080/02640414.2016.1149602
- Fernandes-da-Silva, J., Castagna, C., Teixeira, A. S., Carminatti, L. J., & Guglielmo, L. G. (2016). The peak velocity derived from the Carminatti Test is related to physical match performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34, 2238-2245. doi: 10.1080/02640414.2016.1209307
- Figueroa, P. J., Leite, N. J., & Barros, R. M. L. (2006a). Background recovering in outdoor image sequences: An example of soccer players segmentation. *Image and Vision Computing*, 24, 363-374. doi: 10.1016/j.imavis.2005.12.012
- Figueroa, P. J., Leite, N. J., & Barros, R. M. L. (2006b). Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. *Computer Vision and Image Understanding*, 101, 122-135. doi: 10.1016/j.cviu.2005.07.006
- Folgado, H., Lemmink, K. A., Frencken, W., & Sampaio, J. (2014). Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *European Journal of Sport Science*, 14, S487-492. doi: 10.1080/17461391.2012.730060
- Freitas, C. G., Aoki, M. S., Arruda, A. F. S., Franciscon, C., & Moreira, A. (2016). Monitoring Salivary Immunoglobulin A Responses to Official and Simulated Matches In Elite Young Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 53, 107-115. doi: 10.1515/hukin-2016-0015
- Goto, H., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2015). Motion analysis of U11 to U16 elite English Premier League Academy players. *Journal of Sports Sciences*, 33, 1248-1258. doi: 10.1080/02640414.2014.999700
- Harley, J. A., Barnes, C. A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., & Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1391-1397. doi: 10.1080/02640414.2010.510142
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 3-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181818cb278
- Huijgen, B. C., Elferink-Gemser, M. T., Ali, A., & Visscher, C. (2013). Soccer skill development in talented players. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 720-726. doi: 10.1055/s-0032-1323781
- Lago-Penas, C., Rey, E., Lago-Ballesteros, J., Casais, L., & Dominguez, E. (2011). The influence of a congested calendar on physical performance in elite soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2111-2117. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181eccdd2
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C., & Nakamura, F. Y. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33, 2182-2191. doi: 10.1080/02640414.2015.1081394

- Markovic, G., & Mikulic, P. (2011). Discriminative ability of the Yo-Yo intermittent recovery test (level 1) in prospective young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2931-2934. doi: 10.1519/JSC.0b013e318207ed8c
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., & Bourdon, P. C. (2013). Match play intensity distribution in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 101-110. doi: 10.1055/s-0032-1306323
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 2634-2638. doi: 10.1519/JSC.0b013e318201c281
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 689-694
- Moreira, A., Bradley, P., Carling, C., Arruda, A. F., Spigolon, L. M., Franciscon, C., & Aoki, M. S. (2016). Effect of a congested match schedule on immune-endocrine responses, technical performance and session-RPE in elite youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34, 2255-2261. doi: 10.1080/02640414.2016.1205753
- Moura, F. A., Martins, L. E., Anido Rde, O., de Barros, R. M., & Cunha, S. A. (2012). Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. *Sports Biomech*, 11, 85-96. doi: 10.1080/14763141.2011.637123
- Moura, F. A., Martins, L. E., Anido, R. O., Ruffino, P. R., Barros, R. M., & Cunha, S. A. (2013). A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. *Journal of Sports Sciences*, 31, 1568-1577. doi: 10.1080/02640414.2013.789920
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goiriena, J. J., & Bishop, D. (2009). Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1581-1590. doi: 10.1080/02640410903350281
- Nassis, G. P., Brito, J., Dvorak, J., Chalabi, H., & Racinais, S. (2015). The association of environmental heat stress with performance: analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 609-613. doi: 10.1136/bjsports-2014-094449
- Pareja-Blanco, F., Sanchez-Medina, L., Suarez-Arrones, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2016). Effects of Velocity Loss During Resistance Training on Performance in Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Advance online publication. doi: 10.1123/ijspp.2016-0170
- Pereira Da Silva, N., Kirkendall, D. T., & Leite De Barros Neto, T. (2007). Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, 270-275.
- Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., . . . Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: a comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28, 171-182. doi: 10.1080/02640410903428525
- Ratel, S., Duche, P., & Williams, C. A. (2006). Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sports Medicine*, 36, 1031-1065.

- Rebello, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krstrup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, 14, S148-156. doi: 10.1080/17461391.2012.664171
- Riddell, M. C. (2008). The endocrine response and substrate utilization during exercise in children and adolescents. *Journal of Applied Physiology* (1985), 105, 725-733. doi: 10.1152/jappphysiol.00031.2008
- Sanchez-Sanchez, J., Hernandez, D., Casamichana, D., Martinez-Salazar, C., Ramirez-Campillo, R., & Sampaio, J. (2016). Heart Rate, Technical Performance And Session-Rpe In Elite Youth Soccer Small-Sided Games Played With Wildcard Player. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. Advance online publication. doi: 10.1519/jsc.0000000000001736
- Saward, C., Morris, J. G., Nevill, M. E., Nevill, A. M., & Sunderland, C. (2015). Longitudinal development of match-running performance in elite male youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. doi: 10.1111/sms.12534
- Spencer, M., Pyne, D., Santisteban, J., & Mujika, I. (2011). Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 497-508.
- Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 168-174. doi: 10.1249/01.mss.0000106187.05259.96
- Vieira, L. H., Pagnoca, E. A., Milioni, F., Barbieri, R. A., Menezes, R. P., Alvarez, L., . . . Santiago, P. R. (2015). Tracking futsal players with a wide-angle lens camera: accuracy analysis of the radial distortion correction based on an improved Hough transform algorithm. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*. Advance online publication. doi: 10.1080/21681163.2015.1072055
- Waldron, M., & Murphy, A. (2013). A comparison of physical abilities and match performance characteristics among elite and subelite under-14 soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 25, 423-434.
- Withers, R., Maricic, Z., Wasilewski, S., & Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159-176.

Capítulo 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal achado do primeiro artigo original apresentado ($N = 366$) foi que todas as idades são bons períodos para treinamento visando melhora do desempenho chutando, com desenvolvimento praticamente linear em alguns componentes, embora com algumas exceções (ex. entre sub-15 e sub-17 ocorreram pequenos ganhos em termos de velocidade da bola e do pé e comprimento do último passo). Ainda, o período que antecede e durante o surto de velocidade do crescimento podem ter efeitos negativos sobre o desempenho no chute em termos de acurácia, o que exige alguma cautela e possível ênfase no treinamento desse parâmetro de desempenho dentro desse período da vida. Além disso, a longa exposição à prática do futebol melhora a qualidade de impacto pé-bola, um dos principais responsável pelo aumento da velocidade da bola desde a infância até idade adulta.

No segundo estudo, que foi complementar ao primeiro, foram incluídas muitas outras variáveis, como velocidades lineares, deslocamento e velocidades angulares articulares ($N = 105$). A taxa de desenvolvimento do desempenho no chute durante a juventude diferiu entre as idades sub-11 até sub-20 em jogadores provenientes de uma academia de formação de jovens (selecionados) e que competem em alto nível. Pequenos ganhos ocorreram entre sub-11 e sub-13. Entretanto, a idade sub-15 parece um período crítico para a continuidade no futebol e um bom período para o treinamento do chute de potência emerge. Finalmente, neste estudo foi visto que a idade para o pico de velocidade do crescimento (iPVC) não deveria ser assumido como um indicador relacionado ao sucesso chutando.

No último manuscrito, pela primeira vez, valores de referência são apresentados para o desempenho de corrida, métricas táticas e habilidades técnicas durante jogos

oficiais dos grupos de idade sub-11 ao sub-20 ($N = 120$) competindo no Brasil, durante o Campeonato Paulista de Futebol, que é considerado o principal torneio de nível estadual do país. Os dados foram obtidos com um método nacional consagrado de rastreamento o programa DVIDEOWTM (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006; BARROS et al., 2007; BARROS et al., 2011; VIEIRA et al., 2016b). Acredita-se que treinadores de futebol e cientistas do esporte possam se beneficiar dos resultados originais apresentados, conclusões e principalmente questionamentos sobre o atual estado da arte e as aplicações práticas alcançadas.

Em suma, respondendo o questionamento central da presente dissertação, alguns componentes de desempenho no chute (ex.: velocidade da bola – Estudo 2) apresentaram desenvolvimento similar ao desempenho de corrida durante jogos oficiais (ex.: velocidade média – Estudo 3). Entretanto, sugere-se que futuros estudos com abordagem longitudinal sejam realizados, como forma de confirmar os resultados que foram apresentados. Adicionalmente, futuros estudos abrangentes no futebol deveriam verificar as associações entre o desempenho no chute em condições experimentais e o desempenho no chute em jogo. Isso tendo em vistas o crescimento do número de críticas recebidas pelos testes de laboratório e de campo desenvolvidos para avaliar habilidades técnicas, em relação às evidências que suportam a validade de constructo dessas ferramentas, i.e., quanto ao potencial para discriminar o real desempenho em jogo (ver para exemplo: *Loughborough Soccer Passing Test*; SERPIELLO et al., 2017).

6. REFERÊNCIAS

ABRANTES, C. I.; NUNES, M. I.; MACAS, V. M.; LEITE, N. M.; SAMPAIO, J. E. Effects of the number of players and game type constraints on heart rate, rating of perceived exertion, and technical actions of small-sided soccer games. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 4, p. 976-981, 2012.

AL HADDAD, H.; SIMPSON, B. M.; BUCHHEIT, M.; DI SALVO, V.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 7, p. 888-896, 2015.

ALI, A.; WILLIAMS, C.; HULSE, M.; STRUDWICK, A.; REDDIN, J.; HOWARTH, L.; ELDRED, J.; HIRST, M.; MCGREGOR, S. Reliability and validity of two tests of soccer skill. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 13, p. 1461-1470, 2007.

AMIRI-KHORASANI, M.; KELLIS, E. Static vs. Dynamic Acute Stretching Effect on Quadriceps Muscle Activity during Soccer Instep Kicking. **Journal of Human Kinetics**, v. 39, n., p. 37-47, 2013.

ANDERSEN, T. B.; DÖRGE, H. C.; THOMSEN, F. I. Collisions in soccer kicking. **Sports Engineering**, v. 2, p. 121-125, 1999.

ANDERSEN, T. B.; KRISTENSEN, L.; SØRENSEN, H. Coefficient of Restitution (COR) in Toe and Instep Soccer Kicks. In: Reilly, T.; Cabri, J., Araújo, D. (Eds.) Proceedings of the Fifth World Congress on Sports Science and Football. **Science and Football V**. Abingdon: Routledge, 2005, p. 73-77.

ANDERSON, D. I.; SIDAWAY, B. Coordination changes associated with practice of a soccer kick. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 65, n. 2, p. 93-99, 1994.

APRIANTONO, T.; NUNOME, H.; IKEGAMI, Y.; SANO, S. The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 9, p. 951-960, 2006.

AQUINO, R.; MARTINS, G. H. M.; PALUCCI VIEIRA, L. H.; MENEZES, R. P. Influence of match location, quality of opponents and match status on movement patterns in Brazilian professional football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. [Epub ahead of print] 2017. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001674

AQUINO, R. L.; GONCALVES, L. G.; VIEIRA, L. H.; OLIVEIRA, L. P.; ALVES, G. F.; SANTIAGO, P. R.; PUGGINA, E. F. Biochemical, physical and tactical analysis of

a simulated game in young soccer players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 12, p. 1554-1561, 2016a.

AQUINO, R. L. Q. T.; CRUZ GONCALVES, L. G.; PALUCCI VIEIRA, L. H.; OLIVEIRA, L. P.; ALVES, G. F.; PEREIRA SANTIAGO, P. R.; PUGGINA, E. F. Periodization Training Focused on Technical-Tactical Ability in Young Soccer Players Positively Affects Biochemical Markers and Game Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 10, p. 2723-2732, 2016b.

ASAMI, T.; NOLTE, V. Analysis of powerful ball kicking. In: Matsui, H.; Kobayashi, K. (Eds.) *Proceedings of the VIIIth Congress of the International Society of Biomechanics. Biomechanics VIII-B*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1983, p. 965-970.

ASLAN, A.; ACIKADA, C.; GUVENC, A.; GOREN, H.; HAZIR, T.; OZKARA, A. Metabolic demands of match performance in young soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 11, n. 1, p. 170-179, 2012.

ASTRAND, P. O. Children and adolescents: performance, measurements, education. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 6, n. 2, p. 59-68, 1992.

ATAN, S. A.; FOSKETT, A.; ALI, A. Motion analysis of match play in New Zealand U13 to U15 age-group soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 9, p. 2416-2423, 2016.

BANGSBO, J. Energy demands in competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 12 Spec No, p. S5-12, 1994.

BARBERO-ALVAREZ, J. C.; LOPEZ, M. G.; CASTAGNA, C.; BARBERO-ALVAREZ, V.; ROMERO, D. V.; BLANCHFIELD, A. W.; NAKAMURA, F. Y. Game demands of 7-a-side soccer in young players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [Epub ahead of print] 2015. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001356

BARBIERI, F. A.; SANTIAGO, P. R. P.; GOBBI, L. T. B.; CUNHA, S. A. Diferenças entre o chute realizado com o membro dominante e não-dominante no futsal: variabilidade, velocidade linear das articulações, velocidade da bola e desempenho. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 29, n. 2, p., 2008.

BARBIERI, F. A.; GOBBI, L. T.; SANTIAGO, P. R.; CUNHA, S. A. Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. **Sports Biomechanics**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2010.

BARBIERI, F. A.; GOBBI, L. T.; SANTIAGO, P. R.; CUNHA, S. A. Dominant-non-dominant asymmetry of kicking a stationary and rolling ball in a futsal context. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 13, p. 1411-1419, 2015.

BARFIELD, W. R. The biomechanics of kicking in soccer. **Clinics in Sports Medicine**, v. 17, n. 4, p. 711-728, 1998.

BARFIELD, W. R.; KIRKENDALL, D. T.; YU, B. Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 1, n. 3, p. 72-79, 2002.

BARNABE, L.; VOLOSISOVITCH, A.; DUARTE, R.; FERREIRA, A. P.; DAVIDS, K. Age-related effects of practice experience on collective behaviours of football players in small-sided games. **Human Movement Science**, v. 48, p. 74-81, 2016.

BARROS, R. M.; MENEZES, R. P.; RUSSOMANNO, T. G.; MISUTA, M. S.; BRANDAO, B. C.; FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; GOLDENSTEIN, S. K. Measuring handball players trajectories using an automatically trained boosting algorithm. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v. 14, n. 1, p. 53-63, 2011.

BARROS, R. M. L.; MISUTA, M. S.; MENEZES, R. P.; FIGUEROA, P. J.; MOURA, F. A.; CUNHA, S. A.; ANIDO, R.; LEITE, N. J. Analysis of the Distances Covered by First Division Brazilian Soccer Players Obtained with an Automatic Tracking Method. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 6, n. 2, p. 233-242, 2007.

BAXTER-JONES, A. D.; HELMS, P.; MAFFULLI, N.; BAINES-PREECE, J. C.; PREECE, M. Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. **Annals of Human Biology**, v. 22, n. 5, p. 381-394, 1995.

BELLISTRI, G.; MARZORATI, M.; SODERO, L.; SFORZA, C.; BRADLEY, P. S.; PORCELLI, S. Match running performance and physical capacity profiles of U8 and U10 soccer players. **Sport Sciences for Health**, [Ahead of print] 2016. Doi: 10.1007/s11332-016-0328-3

BERJAN BACVAREVIC, B.; PAZIN, N.; BOZIC, P. R.; MIRKOV, D.; KUKOLJ, M.; JARIC, S. Evaluation of a composite test of kicking performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 7, p. 1945-1952, 2012.

BLOOMFIELD, J.; ELLIOT, B.; DAVIES, C. Development of the punt kick: A cinematographical analysis. **Journal of human movement studies**, v. 6, n., p. 142-150, 1979.

BLOOMFIELD, J.; POLMAN, R.; O'DONOGHUE, P. Reliability of the Bloomfield movement classification. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 7, n. 1, p. 20-27, 2007.

BRADLEY, P. S.; SHELDON, W.; WOOSTER, B.; OLSEN, P.; BOANAS, P.; KRUSTRUP, P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 2, p. 159-168, 2009.

BRADLEY, P. S.; ARCHER, D. T.; HOGG, B.; SCHUTH, G.; BUSH, M.; CARLING, C.; BARNES, C. Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 10, p. 980-987, 2016.

BROPHY, R. H.; BACKUS, S.; KRASZEWSKI, A. P.; STEELE, B. C.; MA, Y.; OSEI, D.; WILLIAMS, R. J. Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation during soccer kick. **Journal of Bone & Joint Surgery. American volume**, v. 92, n. 11, p. 2050-2058, 2010.

BUCHHEIT, M.; DELHOMEL, G.; AHMAIDI, S. Time-motion analysis of elite young French soccer players. **Coach & Sport Science Journal**, v. 3, n. 2, p. 21, 2008.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; SIMPSON, B. M.; BOURDON, P. C. Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 709-716, 2010a.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; SIMPSON, B. M.; BOURDON, P. C. Match running performance and fitness in youth soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 818-825, 2010b.

BUCHHEIT, M.; SIMPSON, B. M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 40-48, 2013.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Effects of age, maturity and body dimensions on match running performance in highly trained under-15 soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 13, p. 1271-1278, 2014.

BUCHHEIT, M.; ALLEN, A.; POON, T. K.; MODONUTTI, M.; GREGSON, W.; DI SALVO, V. Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 20, p. 1844-1857, 2014.

BUSH, M.; ARCHER, D. T.; BARNES, C.; HOGG, B.; BRADLEY, P. S. Longitudinal match performance characteristics of UK and non-UK players in the English Premier League. **Science and Medicine in Football**, v. 1, n. 1, p. 2-9, 2017.

CAPRANICA, L.; TESSITORE, A.; GUIDETTI, L.; FIGURA, F. Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 19, n. 6, p. 379-384, 2001.

CARLING, C.; BLOOMFIELD, J.; NELSEN, L.; REILLY, T. The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. **Sports Medicine**, v. 38, n. 10, p. 839-862, 2008.

CARLING, C.; DUPONT, G. Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 1, p. 63-71, 2011.

CARLING, C. Influence of opposition team formation on physical and skill-related performance in a professional soccer team. **European Journal of Sport Science**, v. 11, n. 3, p. 155-164, 2011.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; ABT, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 775-780, 2003.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.; CECCHINI, E.; RAMPININI, E.; ALVAREZ, J. C. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1954-1959, 2009.

CASTAGNA, C.; MANZI, V.; IMPELLIZZERI, F.; WESTON, M.; BARBERO ALVAREZ, J. C. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3227-3233, 2010.

CASTELLANO, J.; SILVA, P.; USABIAGA, O.; BARREIRA, D. The influence of scoring targets and outer-floaters on attacking and defending team dispersion, shape and creation of space during small-sided soccer games. **Journal of Human Kinetics**, v. 51, p. 153-163, 2016.

CERRAH, A. O.; ŞİMŞEK, D.; SOYLU, A. R.; ERTAN, H.; NUNOME, H. Developmental differences of kinematic and muscular activation patterns in instep soccer kick. In: Colloud, F.; Domalain, M.; Monnet, T. **Proceedings of the 33rd International Conference on Biomechanics in Sports**. Poitiers, France: ISBS, 2015, p. 828-831.

CHRISTOPHER, J.; BEATO, M.; HULTON, A. T. Manipulation of exercise to rest ratio within set duration on physical and technical outcomes during small-sided games in elite youth soccer players. **Human Movement Science**, v. 48, p. 1-6, 2016.

COELHO, E. S. M. J.; FIGUEIREDO, A. J.; SIMOES, F.; SEABRA, A.; NATAL, A.; VAEYENS, R.; PHILIPPAERTS, R.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Discrimination of u-14 soccer players by level and position. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 790-796, 2010.

COMETTI, G.; TYRODE, B.; POUSSON, M. The influence of a strength training programme on the physical and kick performances of young soccer players. In: Rodano, R.; Ferrigno, G.; Santambrogio, G. C. (Eds.). **Proceedings of the 10th International Symposium on Biomechanics in Sports**. Milan: ISBS-Conference Proceedings Archive, 1992, p. 186-189.

COMETTI, G.; MAFFIULETTI, N.; POUSSON, M.; CHATARD, J.; MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 1, p. 45-51, 2001.

CURRELL, K.; CONWAY, S.; JEUKENDRUP, A. E. Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 19, n. 1, p. 34-46, 2009.

DA SILVA, C. D.; IMPELLIZZERI, F. M.; NATALI, A. J.; DE LIMA, J. R.; BARA-FILHO, M. G.; SILAMI-GARCIA, E.; MARINS, J. C. Exercise intensity and technical demands of small-sided games in young Brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 10, p. 2746-2751, 2011.

DAVIDS, K.; LEES, A.; BURWITZ, L. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: Implications for talent identification and skill acquisition. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 703-714, 2000.

DE WITT, J. K.; HINRICHS, R. N. Mechanical factors associated with the development of high ball velocity during an instep soccer kick. **Sports Biomechanics**, v. 11, n. 3, p. 382-390, 2012.

DELLAL, A.; CHAMARI, K.; WONG, D. P.; AHMAIDI, S.; KELLER, D.; BARROS, R.; BISCIOTTI, G. N.; CARLING, C. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. **European Journal of Sport Science**, v. 11, n. 1, p. 51-59, 2011.

DEPREZ, D.; VALENTE-DOS-SANTOS, J.; COELHO, E. S. M. J.; LENOIR, M.; PHILIPPAERTS, R.; VAEYENS, R. Longitudinal Development of Explosive Leg Power from Childhood to Adulthood in Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 672-679, 2015.

DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MONTERO, F. J.; BACHL, N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 222-227, 2007.

DONCASTER, G.; MARWOOD, S.; IGA, J.; UNNITHAN, V. Influence of oxygen uptake kinetics on physical performance in youth soccer. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 9, p. 1781-1794, 2016.

DORGE, H. C.; ANDERSON, T. B.; SORENSEN, H.; SIMONSEN, E. B. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 4, p. 293-299, 2002.

EGAN, C. D.; VERHEUL, M. H.; SAVELSBERGH, G. J. Effects of experience on the coordination of internally and externally timed soccer kicks. **Journal of Motor Behavior**, v. 39, n. 5, p. 423-432, 2007.

ELLIOTT, B. C.; BLOOMFIELD, J.; DAVIES, C. M. Development of the punt kick: A cinematographical analysis. **Journal of human movement studies**, v. 6, p. 142-150, 1980.

FAUDE, O.; KOCH, T.; MEYER, T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 7, p. 625-631, 2012.

FENNER, J. S. J.; IGA, J.; UNNITHAN, V. The evaluation of small-sided games as a talent identification tool in highly trained prepubertal soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 20, p. 1983-1990, 2016.

FERNANDES-DA-SILVA, J.; CASTAGNA, C.; TEIXEIRA, A. S.; CARMINATTI, L. J.; GUGLIELMO, L. G. The peak velocity derived from the Carminatti Test is related to physical match performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2238-2245, 2016.

FERNANDEZ-GONZALO, R.; DE SOUZA-TEIXEIRA, F.; BRESCIANI, G.; GARCIA-LOPEZ, D.; HERNANDEZ-MURUA, J. A.; JIMENEZ-JIMENEZ, R.; DE PAZ, J. A. Comparison of technical and physiological characteristics of prepubescent soccer players of different ages. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1790-1798, 2010.

FERRAZ, R.; VAN DEN TILLAAR, R.; MARQUES, M. C. The Effect of Fatigue on Kicking Velocity in Soccer Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 35, n., p. 97-107, 2012.

FIGUEIREDO, A. J.; GONCALVES, C. E.; COELHO, E. S. M. J.; MALINA, R. M. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 101, n. 2, p. 122-135, 2006.

FOLGADO, H.; LEMMINK, K. A.; FRENCKEN, W.; SAMPAIO, J. Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. Suppl 1, p. S487-492, 2014a.

FOLGADO, H.; DUARTE, R.; FERNANDES, O.; SAMPAIO, J. Competing with Lower Level Opponents Decreases Intra-Team Movement Synchronization and Time-Motion Demands during Pre-Season Soccer Matches. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, p. e97145, 2014b.

FREITAS, C. G.; AOKI, M. S.; ARRUDA, A. F. S.; FRANCISCON, C.; MOREIRA, A. Monitoring Salivary Immunoglobulin A Responses to Official and Simulated Matches In Elite Young Soccer Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 53, n., p. 107-115, 2016.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C.; GOODWAY, J. D. **Compreendendo o Desenvolvimento Motor:- Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2013. 488p. ISBN 9788580551815

GARCIA-PINILLOS, F.; MARTINEZ-AMAT, A.; HITA-CONTRERAS, F.; MARTINEZ-LOPEZ, E. J.; LATORRE-ROMAN, P. A. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 9, p. 2452-2460, 2014.

GARGANTA, J. M. **Modelação táctica do jogo de futebol: Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento**. 318f. 1997. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 1997.

GOTO, H.; MORRIS, J. G.; NEVILL, M. E. Motion analysis of U11 to U16 elite English Premier League Academy players. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 12, p. 1248-1258, 2015a.

GOTO, H.; MORRIS, J. G.; NEVILL, M. E. Match analysis of U9 and U10 english premier league academy soccer players using a global positioning system: relevance for talent identification and development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 954-963, 2015b.

GRAY, A. J.; JENKINS, D.; ANDREWS, M. H.; TAAFFE, D. R.; GLOVER, M. L. Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 12, p. 1319-1325, 2010.

HARLEY, J. A.; BARNES, C. A.; PORTAS, M.; LOVELL, R.; BARRETT, S.; PAUL, D.; WESTON, M. Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 13, p. 1391-1397, 2010.

HAYWOOD, K.; GETCHELL, N. **Life Span Motor Development**. Champaign, IL: Human Kinetics, 6th Edition. 448p. 2014. ISBN-13: 9781450456999

HUIJGEN, B. C.; ELFERINK-GEMSER, M. T.; POST, W.; VISSCHER, C. Development of dribbling in talented youth soccer players aged 12-19 years: a longitudinal study. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 7, p. 689-698, 2010.

HUIJGEN, B. C.; ELFERINK-GEMSER, M. T.; ALI, A.; VISSCHER, C. Soccer skill development in talented players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 8, p. 720-726, 2013.

HUIJGEN, B. C. H.; ELFERINK-GEMSER, M. T.; LEMMINK, K. A. P. M.; VISSCHER, C. Multidimensional performance characteristics in selected and deselected talented soccer players. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 2-10, 2014.

HUNTER, F.; BRAY, J.; TOWLSON, C.; SMITH, M.; BARRETT, S.; MADDEN, J.; ABT, G.; LOVELL, R. Individualisation of time-motion analysis: a method comparison and case report series. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 1, p. 41-48, 2015.

HUSSAIN, I.; ARSHAD BARI, M. Biomechanical evaluation of ankle force during instep kicking. **Indian Streams Research Journal**, v. 2, n. 1, p. 225, 2013.

ISOKAWA, M.; LEES, A. A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. In: Reilly, T.; Lees, A.; Davids, K.; Murphy, W.J. (Eds.). *Proceedings of the*

first World Congress on Science and Football. **Science and football**. London: E & FN Spon, 1988, p. 449-455.

JOO, C. H.; HWANG-BO, K.; JEE, H. Technical and Physical Activities of Small-Sided Games in Young Korean Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 8, p. 2164-2173, 2016.

JUAREZ, D.; LOPEZ DE SUBIJANA, C.; MALLO, J.; NAVARRO, E. Acute effects of endurance exercise on jumping and kicking performance in top-class young soccer players. **European Journal of Sport Science**, v. 11, n. 3, p. 191-196, 2011a.

JUAREZ, D.; MALLO, J.; DE SUBIJANA, C.; NAVARRO, E. Kinematic analysis of kicking in young top-class soccer players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 51, n. 3, p. 366-373, 2011b.

KALVA-FILHO, C. A.; LOURES, J. P.; FRANCO, V. H.; KAMINAGAKURA, E. I.; ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M. Comparação da potência anaeróbia mensurada pelo teste de RAST em diferentes condições de calçado e superfícies. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 2, p. 139-142, 2013.

KAPIDZIC, A.; HUREMOVIC, T.; BIBEROVIC, A. Kinematic analysis of the instep kick in youth soccer players. **Journal of Human Kinetics**, v. 42, p. 81-90, 2014.

KATIS, A.; KELLIS, E. Three-dimensional kinematics and ground reaction forces during the instep and outstep soccer kicks in pubertal players. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 11, p. 1233-1241, 2010.

KATIS, A.; KELLIS, E. Is soccer kick performance better after a "faking" (cutting) maneuver task? **Sports Biomechanics**, v. 10, n. 1, p. 35-45, 2011.

KATIS, A.; KELLIS, E.; LEES, A. Age and gender differences in kinematics of powerful instep kicks in soccer. **Sports Biomechanics**, v. 14, n. 3, p. 287-299, 2015.

KAWAMOTO, R.; MIYAGI, O.; OHASHI, J.; FUKASHIRO, S. Kinetic comparison of a side-foot soccer kick between experienced and inexperienced players. **Sports Biomechanics**, v. 6, n. 2, p. 187-198, 2007.

KELLIS, E.; KATIS, A.; GISSIS, I. Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from three angles of approach. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1017-1028, 2004.

KELLIS, E.; KATIS, A.; VRABAS, I. S. Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 16, n. 5, p. 334-344, 2006.

KELLIS, E.; KATIS, A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 6, n. 2, p. 154-165, 2007.

LAGO-PENAS, C.; REY, E.; LAGO-BALLESTEROS, J.; CASAIS, L.; DOMINGUEZ, E. The influence of a congested calendar on physical performance in elite soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 8, p. 2111-2117, 2011.

LE MOAL, E.; RUE, O.; AJMOL, A.; ABDERRAHMAN, A. B.; HAMMAMI, M. A.; OUNIS, O. B.; KEBSI, W.; ZOUHAL, H. Validation of the Loughborough Soccer Passing Test in young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 5, p. 1418-1426, 2014.

LEES, A.; NOLAN, L. The biomechanics of soccer: a review. **Journal of Sports Sciences**, v. 16, n. 3, p. 211-234, 1998.

LEES, A.; KERSHAW, L.; MOURA, F. The three-dimensional nature of the maximal instep kick in soccer. In: Reilly, T.; Cabri, J.; Araújo, D. (Eds.). *Proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football V*. London: Routledge, 2005, p. 65-70.

LEES, A.; ASAI, T.; ANDERSEN, T. B.; NUNOME, H.; STERZING, T. The biomechanics of kicking in soccer: a review. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 8, p. 805-817, 2010.

LEES, A.; OWENS, L. Early visual cues associated with a directional place kick in soccer. **Sports Biomechanics**, v. 10, n. 2, p. 125-134, 2011.

LEVANON, J.; DAPENA, J. Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 6, p. 917-927, 1998.

LIMA JÚNIOR, R. S. **Identificação dos ângulos do tornozelo do membro de suporte, distância entre o pé de apoio e a bola e velocidade de saída da bola em cobranças de pênalti no futebol**. 2007. 78 f. Dissertação (mestrado em Ciências da Motricidade) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007

LOPES, J. E.; ARAUJO, D.; DAVIDS, K. Investigative trends in understanding penalty-kick performance in association football: an ecological dynamics perspective. **Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 1-7, 2014.

LOPEZ-SEGOVIA, M.; PAREJA-BLANCO, F.; JIMENEZ-REYES, P.; GONZALEZ-BADILLO, J. J. Determinant factors of repeat sprint sequences in young soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 130-136, 2015.

LOTURCO, I.; PEREIRA, L. A.; KOBAL, R.; ZANETTI, V.; KITAMURA, K.; ABAD, C. C.; NAKAMURA, F. Y. Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 20, p. 2182-2191, 2015.

LUHTANEN, P. Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In: Reilly, T.; Lees, A.; Davids, K.; Murphy, W.J. (Eds.). Proceedings of the first World Congress on Science and Football. **Science and football**. London: E & FN Spon, 1988, p. 441-448.

MALCATA, R. M.; HOPKINS, W. G.; RICHARDSON, S. Modelling the Progression of Competitive Performance of an Academy's Soccer Teams. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 11, n. 3, p. 533-536, 2012.

MALINA, R. M.; EISENMANN, J. C.; CUMMING, S. P.; RIBEIRO, B.; AROSO, J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 5-6, p. 555-562, 2004.

MALINA, R. M.; CUMMING, S. P.; KONTOS, A. P.; EISENMANN, J. C.; RIBEIRO, B.; AROSO, J. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13-15 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 5, p. 515-522, 2005.

MALINA, R. M.; RIBEIRO, B.; AROSO, J.; CUMMING, S. P. Characteristics of youth soccer players aged 13-15 years classified by skill level. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 5, p. 290-295, 2007.

MANOLOPOULOS, E.; PAPADOPOULOS, C.; SALONIKIDIS, K.; KATARTZI, E.; POLUHA, S. Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics in young amateur soccer players during preseason. **Perceptual and Motor Skills**, v. 99, n. 2, p. 701-710, 2004.

MANOLOPOULOS, E.; KATIS, A.; MANOLOPOULOS, K.; KALAPOTHARAKOS, V.; KELLIS, E. Effects of a 10-week resistance exercise program on soccer kick biomechanics and muscle strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 12, p. 3391-3401, 2013.

MARKOVIC, G.; DIZDAR, D.; JARIC, S. Evaluation of tests of maximum kicking performance. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 46, n. 2, p. 215-220, 2006.

MARQUÉS-BRUNA, P.; LEES, A.; SCOTT, M. Development of technique in soccer. **International Journal of Coaching Science**, v. 1, n. 2, p. 51-62, 2007.

MARQUÉS-BRUNA, P.; LEES, A.; GRIMSHAW, P. Structural principal components analysis of the kinematics of the soccer kick using different types of rating scales. **International Journal of Sports Science and Coaching**, v. 3, n. 1, p. 73-85, 2008.

MARQUES, M. C.; PEREIRA, F.; MARINHO, D. A.; REIS, M.; CRETU, M.; VAN DEN TILLAAR, R. A comparison of ball velocity in different kicking positions with dominant and non-dominant leg in junior soccer players. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 11, n. 2, p. 159, 2011.

MARTONE, D.; GIACOBBE, M.; CAPOBIANCO, A.; IMPERLINI, E.; MANCINI, A.; CAPASSO, M.; BUONO, P.; ORRU, S. Exercise intensity and technical demands of small-sided soccer games for under-12 and under-14 players: effect of area per player. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [Epub ahead of print] 2016. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001615

MCLEAN, B. D.; TUMILTY, D. M. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. **British Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 4, p. 260-262, 1993.

MEMMERT, D.; LEMMINK, K. A.; SAMPAIO, J. Current Approaches to Tactical Performance Analyses in Soccer Using Position Data. **Sports Medicine**, v. 47, n. 1, p. 1-10, 2017.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; KUITUNEN, S.; DOUGLAS, A.; PELTOLA, E.; BOURDON, P. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 5, p. 477-484, 2011a.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; SIMPSON, B.; PELTOLA, E.; BOURDON, P. Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 9, p. 2634-2638, 2011b.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; SIMPSON, B.; BOURDON, P. C. Match play intensity distribution in youth soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 2, p. 101-110, 2013.

MIRANDA, R.; ANTUNES, H.; PAULI, J.; PUGGINA, E.; DA SILVA, A. Effects of 10-week soccer training program on anthropometric, psychological, technical skills and specific performance parameters in youth soccer players. **Science & Sports**, v. 28, n. 2, p. 81-87, 2013.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, n. 7, p. 519-528, 2003.

MOREIRA, A.; BRADLEY, P.; CARLING, C.; ARRUDA, A. F.; SPIGOLON, L. M.; FRANCISCON, C.; AOKI, M. S. Effect of a congested match schedule on immune-endocrine responses, technical performance and session-RPE in elite youth soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2255-2261, 2016.

MOURA, F. A.; MARTINS, L. E.; ANIDO RDE, O.; DE BARROS, R. M.; CUNHA, S. A. Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. **Sports Biomechanics**, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2012.

MOURA, F. A.; MARTINS, L. E.; ANIDO, R. O.; RUFFINO, P. R.; BARROS, R. M.; CUNHA, S. A. A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 14, p. 1568-1577, 2013.

MOURA, F. A.; VAN EMMERIK, R. E.; SANTANA, J. E.; MARTINS, L. E.; BARROS, R. M.; CUNHA, S. A. Coordination analysis of players' distribution in football using cross-correlation and vector coding techniques. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2224-2232, 2016.

NASER, N.; ALI, A. A descriptive-comparative study of performance characteristics in futsal players of different levels. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 18, p. 1707-1715, 2016.

NASSIS, G. P.; BRITO, J.; DVORAK, J.; CHALABI, H.; RACINAIS, S. The association of environmental heat stress with performance: analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 9, p. 609-613, 2015.

NAVARRO, M.; VAN DER KAMP, J.; RANVAUD, R.; SAVELSBERGH, G. J. The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 9, p. 921-929, 2013.

NILSSON, M.; HAGGLUND, M.; EKSTRAND, J.; WALDEN, M. Head and neck injuries in professional soccer. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 23, n. 4, p. 255-260, 2013.

NUNOME, H.; ASAI, T.; IKEGAMI, Y.; SAKURAI, S. Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 12, p. 2028-2036, 2002.

NUNOME, H.; IKEGAMI, Y.; KOZAKAI, R.; APRIANTONO, T.; SANO, S. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 5, p. 529-541, 2006.

OLIVEIRA, A. S. C.; BARBIERI, F. A.; GONÇALVES, M. Flexibility, torque and kick performance in soccer: Effect of dominance. **Science & Sports**, v. 28, n. 3, p. e67-e70, 2013.

OLTHOF, S. B.; FRENCKEN, W. G.; LEMMINK, K. A. The older, the wider: On-field tactical behavior of elite-standard youth soccer players in small-sided games. **Human Movement Science**, v. 41, p. 92-102, 2015.

ORLOFF, H.; SUMIDA, B.; CHOW, J.; HABIBI, L.; FUJINO, A.; KRAMER, B. Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. **Sports Biomechanics**, v. 7, n. 2, p. 238-247, 2008.

PEREIRA DA SILVA, N.; KIRKENDALL, D. T.; LEITE DE BARROS NETO, T. Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 47, n. 3, p. 270-275, 2007.

PEREIRA SANTIAGO, P. R.; PALUCCI VIEIRA, L. H.; BARBIERI, F. A.; MOURA, F. A.; EXEL SANTANA, J.; DE ANDRADE, V. L.; DE SOUZA BEDO, B. L.; CUNHA, S. A. Comparison of the Kinematic Patterns of Kick Between Brazilian and Japanese Young Soccer Players. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 7, n. 2, p. e33645, 2016.

PERRONI, F.; VETRANO, M.; CAMOLESE, G.; GUIDETTI, L.; BALDARI, C. Anthropometric and Somatotype Characteristics of Young Soccer Players: Differences Among Categories, Subcategories, and Playing Position. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 8, p. 2097-2104, 2015.

PLAGENHOEF, S. **Patterns of human motion: a cinematographic analysis**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 224p. 1971. ISBN-13: 978-0136541783

PORTAS, M. D.; RUSH, C. J.; BARNES, C. A.; BATTERHAM, A. M. Method comparison of linear distance and velocity measurements with global positioning satellite (GPS) and the timing gate techniques. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 6, n. 10, p. 7-8, 2007.

POVOAS, S. C.; CASTAGNA, C.; SOARES, J. M.; SILVA, P. M.; LOPES, M. V.; KRUSTRUP, P. Reliability and validity of Yo-Yo tests in 9- to 16-year-old football players and matched non-sports active schoolboys. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 7, p. 755-763, 2015.

RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORA, S. M.; FERRARI BRAVO, D.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F. M. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 228-235, 2007.

RAMPININI, E.; IMPELLIZZERI, F. M.; CASTAGNA, C.; COUTTS, A. J.; WISLOFF, U. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 1, p. 227-233, 2009.

RANDERS, M. B.; ANDERSEN, T. B.; RASMUSSEN, L. S.; LARSEN, M. N.; KRUSTRUP, P. Effect of game format on heart rate, activity profile, and player involvement in elite and recreational youth players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 24, Suppl 1, p. 17-26, 2014.

RE, A. H.; CORREA, U. C.; BOHME, M. T. Anthropometric characteristics and motor skills in talent selection and development in indoor soccer. **Perceptual and Motor Skills**, v. 110, n. 3 Pt 1, p. 916-930, 2010.

RÉ, A. H.; CATTUZZO, M. T.; SANTOS, F.; MONTEIRO, C. Anthropometric characteristics, field test scores and match-related technical performance in youth indoor soccer players with different playing status. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 14, n. 2, p. 482-492, 2014.

REBELO, A.; BRITO, J.; SEABRA, A.; OLIVEIRA, J.; KRUSTRUP, P. Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. **European Journal of Sport Science**, v. 14, Suppl 1, p. S148-156, 2014.

RODANO, R.; TAVANA, R.; REILLY, T.; CLARYS, J.; STIBBE, A. Three dimensional analysis of the instep kick in professional soccer players. In: Reilly, T.; Clarys, J.P.; Stibbe, A. (Eds.). *Proceedings of the Second World Congress on Science and Football. Science and football II*. London: Taylor & Francis, 1993. p. 357-361.

RODRÍGUEZ-LORENZO, L.; FERNANDEZ-DEL-OLMO, M.; MARTÍN-ACERO, R. A Critical Review of the Technique Parameters and Sample Features of Maximal Kicking Velocity in Soccer. **Strength & Conditioning Journal**, v. 37, n. 5, p. 26-39, 2015.

RODRÍGUEZ-LORENZO, L.; FERNANDEZ-DEL-OLMO, M.; A., S.-M. J.; R., M.-A. Role of vertical jumps and anthropometric variables in maximal kicking ball velocities in elite soccer players. **Journal of Human Kinetics**, v. 53, n., p. 11, 2016.

RÖSCH, D.; HODGSON, R.; PETERSON, L.; GRAF-BAUMANN, T.; JUNGE, A.; CHOMIAK, J.; DVORAK, J. Assessment and evaluation of football performance. **American Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. suppl 5, p. S-29-S-39, 2000.

RUSSELL, M.; BENTON, D.; KINGSLEY, M. Reliability and construct validity of soccer skills tests that measure passing, shooting, and dribbling. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 13, p. 1399-1408, 2010.

RUSSELL, M.; BENTON, D.; KINGSLEY, M. The effects of fatigue on soccer skills performed during a soccer match simulation. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 2, p. 221-233, 2011.

SANCHEZ-SANCHEZ, J.; HERNANDEZ, D.; CASAMICHANA, D.; MARTINEZ-SALAZAR, C.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; SAMPAIO, J. Heart Rate, Technical Performance And Session-Rpe In Elite Youth Soccer Small-Sided Games Played With Wildcard Player. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [Epub ahead of print] 2016. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001736

SANTIAGO, P. R. P. **Comparação dos padrões cinemáticos de chutes realizados por sujeitos de 13 e 20 anos de idade**. (Monografia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, Brasil, 2002.

SANTIAGO, P. R. P.; MOURA, F. A.; BARBIERI, F. A.; LIMA JUNIOR, R. D. S.; CUNHA, S. A. Relação do padrão cinemático de movimento com desempenho do chute em cobranças de falta no futebol. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 8, n. 15, p. 54-60, 2008.

SASADAI, J.; URABE, Y.; MAEDA, N.; SHINOHARA, H.; FUJII, E. The Effect of Ankle Taping to Restrict Plantar Flexion on Ball and Foot Velocity During an Instep Kick in Soccer. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 24, n. 3, p. 261-267, 2015.

SAWARD, C.; MORRIS, J. G.; NEVILL, M. E.; NEVILL, A. M.; SUNDERLAND, C. Longitudinal development of match-running performance in elite male youth soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 26, n. 8, p. 933-942, 2015.

SCOTT, M. A.; WILLIAMS, M. A.; HORN, R. R. The co-ordination of kicking techniques in children. In: Savelsbergh, G., Davids, K., *et al* (Ed.). **Development of**

Movement Co-ordination in Children: Applications in the Field of Ergonomics, Health Sciences, and Sport. London: Routledge, 2003, p. 241-250.

SERPIELLO, F. R.; COX, A.; OPPICI, L.; HOPKINS, W. G.; VARLEY, M. C. The Loughborough Soccer Passing Test has impractical criterion validity in elite youth football. **Science and Medicine in Football**, v. 1, n. 1, p. 60-64, 2017.

SHINKAI, H.; NUNOME, H.; ISOKAWA, M.; IKEGAMI, Y. Ball impact dynamics of instep soccer kicking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 4, p. 889-897, 2009.

SILVA, B.; GARGANTA, J.; SANTOS, R.; TEOLDO, I. Comparing Tactical Behaviour of Soccer Players in 3 vs. 3 and 6 vs. 6 Small-Sided Games. **Journal of Human Kinetics**, v. 41, p. 191-202, 2014.

SINCLAIR, J.; FEWTRELL, D.; TAYLOR, P. J.; BOTTOMS, L.; ATKINS, S.; HOBBS, S. J. Three-dimensional kinematic correlates of ball velocity during maximal instep soccer kicking in males. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 8, p. 799-805, 2014.

SOUSA, P.; GARGANTA, J.; GARGANTA, R. Estatuto posicional, força explosiva dos membros inferiores e velocidade imprimida à bola no remate em Futebol. Um estudo com jovens praticantes do escalão sub-17. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 3, p. 27-35, 2003.

SPENCER, M.; PYNE, D.; SANTISTEBAN, J.; MUJICA, I. Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 4, p. 497-508, 2011.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005.

STROYER, J.; HANSEN, L.; KLAUSEN, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 1, p. 168-174, 2004.

TEIXEIRA, M. C.; TEIXEIRA, L. A. Leg preference and interlateral performance asymmetry in soccer player children. **Developmental Psychobiology**, v. 50, n. 8, p. 799-806, 2008.

TOMÁŠ, M.; FRANTIŠEK, Z.; LUCIA, M.; JAROSLAV, T. Profile, Correlation and Structure of Speed in Youth Elite Soccer Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 40, p. 149-159, 2014.

TORREBLANCA-MARTINEZ, V.; OTERO-SABORIDO, F. M.; GONZALEZ-JURADO, J. A. Effects of Muscle Fatigue Induced by CMJ on Efficacy Parameters of Instep Ball Kicking in Soccer. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 33, n. 2, p. 105-111, 2017.

UNNITHAN, V.; WHITE, J.; GEORGIU, A.; IGA, J.; DRUST, B. Talent identification in youth soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 15, p. 1719-1726, 2012.

VAEYENS, R.; MALINA, R. M.; JANSSENS, M.; VAN RENTERGHEM, B.; BOURGOIS, J.; VRIJENS, J.; PHILIPPAERTS, R. M. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 11, p. 928-934, 2006.

VALENTE-DOS-SANTOS, J.; COELHO-E-SILVA, M. J.; SIMÕES, F.; FIGUEIREDO, A. J.; LEITE, N.; ELFERINK-GEMSER, M. T.; MALINA, R. M.; SHERAR, L. Modeling developmental changes in functional capacities and soccer-specific skills in male players aged 11-17 years. **Pediatric Exercise Science**, v. 24, n. 4, p. 603, 2012.

VAN DEN TILLAAR, R.; ULVIK, A. Influence of instruction on velocity and accuracy in soccer kicking of experienced soccer players. **Journal of Motor Behavior**, v. 46, n. 5, p. 287-291, 2014.

VARLEY, M. C.; GREGSON, W.; MCMILLAN, K.; BONNANO, D.; STAFFORD, K.; MODONUTTI, M.; DI SALVO, V. Physical and technical performance of elite youth soccer players during international tournaments: influence of playing position and team success and opponent quality. **Science and Medicine in Football**, v. 1, n. 1, p. 18-29, 2017.

VIEIRA, L. H.; DE SOUZA SERENZA, F.; DE ANDRADE, V. L.; DE PAULA OLIVEIRA, L.; MARIANO, F. P.; SANTANA, J. E.; SANTIAGO, P. R. Kicking Performance and Muscular Strength Parameters With Dominant and Non-Dominant Lower Limbs in Brazilian Elite Professional Futsal Players. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 32, n. 6, p. 578-585, 2016a.

VIEIRA, L. H.; PAGNOCA, E. A.; MILIONI, F.; BARBIERI, R. A.; MENEZES, R. P.; ALVAREZ, L.; DÉNIZ, L. G.; SANTANA-CEDRÉS, D.; SANTIAGO, P. R. Tracking futsal players with a wide-angle lens camera: accuracy analysis of the radial distortion correction based on an improved Hough transform algorithm. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization**, v. 5, n. 3, p. 221-231, 2017a.

VIEIRA, L. H.; DE ANDRADE, V. L.; AQUINO, R. L.; MORAES, R.; BARBIERI, F. A.; CUNHA, S. A.; BEDO, B. L.; SANTIAGO, P. R. Construct validity of tests that measure kick performance for young soccer players based on cluster analysis: exploring the relationship between coaches rating and actual measures. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [Epub ahead of print] 2017b. Doi: 10.23736/S0022-4707.16.06863-8

VIEIRA, L. H. P. **Alterações no desempenho de chutes de finalização associados a padrões de deslocamentos durante partidas de futsal**. (Monografia). 85f. Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2014.

VIEIRA, L. H. P.; MILIONI, F.; BARBIERI, R. A.; RODRIGUES, C. M.; CALSANI, E. P.; TOURINHO FILHO, H.; SANTIAGO, P. R. P. Rastreamento de jogadores de futsal: uma revisão de literatura. **Revista Mineira de Educacao Fisica (UFV)**, v. 24, n. 1, p. 70-107, 2016b.

WALDRON, M.; WORSFOLD, P. Differences in the Game Specific Skills of Elite and Sub-Elite Youth Football Players: Implications for Talent Identification. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 10, n. 1, p. 9-24, 2010.

WALDRON, M.; MURPHY, A. A comparison of physical abilities and match performance characteristics among elite and subelite under-14 soccer players. **Pediatric Exercise Science**, v. 25, n. 3, p. 423-434, 2013.

WEINECK, J. **Fußballtraining. Teil 1: Konditionstraining des Fussballspielers**. Perimed: Spitta Verlag. (In German), 1997.

WEINECK, J. **Biologia do esporte**. São Paulo: Manole, 2005. ISBN 9788520414002

WICKSTROM, R. L. Developmental kinesiology: maturation of basic motor patterns. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 3, n. 1, p. 163-192, 1975.

WITHERS, R.; MARICIC, Z.; WASILEWSKI, S.; KELLY, L. Match analysis of Australian professional soccer players. **Journal of Human Movement Studies**, v. 8, p. 159-176, 1982.

WONG, P. L.; CHAMARI, K.; DELLAL, A.; WISLOFF, U. Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1204-1210, 2009.

YOUNG, W. B.; RATH, D. A. Enhancing foot velocity in football kicking: the role of strength training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 561-566, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO PAULO - UNIFESP/
HOSPITAL SÃO PAULO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Elaboração de estratégias de aprendizagem explícita e implícita no desempenho visual e motor em processos decisórios e não-decisórios sob situações de estresse

Pesquisador: Martina Navarro

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 20722613.2.0000.5505

Instituição Proponente: Departamento de Oftalmologia

Patrocinador Principal: FUNDACAO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SAO PAULO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 733.155

Data da Relatoria: 30/07/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de emenda ao projeto original com carta do pesquisador detalhando as alterações solicitadas

Objetivo da Pesquisa:

EMENDA AO PROJETO

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

NÃO EXISTEM RISCOS ASSOCIADOS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

EMENDA AO PROTOCOLO

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Esse pedido de emenda, se justifica por:

1. expandir o escopo da proposta original ao investigar a relação entre desenvolvimento motor uni ou multilateral e preferência por estratégias de aprendizagem motora;
2. aproveitar uma oportunidade única de coleta de dados com uma amostra de quase 700 crianças em local de infra-estrutura apropriada oferecida pelo projeto de extensão: Copa do Mundo Brasil 2014: Futebol, catalisador para intercâmbio cultural, científico e

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

Bairro: VILA CLEMENTINO

CEP: 04.023-061

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5539-7162

Fax: (11)5571-1062

E-mail: cepunifesp@unifesp.br

Continuação do Parecer: 733.155

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO PAULO - UNIFESP/
HOSPITAL SÃO PAULO**

tecnológico. Esse projeto oferecerá clínicas de futebol que incluem diversas atividades esportivas oferecidas para quase 700 crianças em 4 cidades do estado de São Paulo. Foi oferecido a diversos pesquisadores, a oportunidade de aproveitar o evento para não só coletar dados de pesquisa, mas também popularizar ciência e tecnologia junto a um público que encontra-se distante do mundo acadêmico.

****** Em resposta ao primeiro parecer dessa Emenda, qual solicita-se esclarecimento quanto a disparidade de nomes entre o projeto que se solicita CEP, o projeto Elaboração de estratégias de aprendizagem explícita e implícita no desempenho visual e motor em processos decisórios e não-decisórios sob situações de estresse faz parte do conjunto de atividades de cultura e extensão Copa do Mundo Brasil 2014: Futebol, catalisador para intercâmbio cultural, científico e tecnológico oferecido a amostra de 700 crianças. O último nome havia sido mantido para maior esclarecimento e não confusão por parte de pais e crianças, mas o correto é mencionar o nome da pesquisa e esclarecer que este ocorrerá dentro do programa de atividades no dia. Tanto o TCLE quanto o termo de assentimento do menor foram corrigidos, incluindo tais informações. Toda metodologia do projeto original será mantida. Essa proposta de emenda é para uma expansão que consiste em:

- Aumentar a amostra de voluntários ao incluir 672 crianças de 10 a 17 anos;
- Para essa amostra adicional, replicar o protocolo de cobrança de pênalti com pequena alteração na estratégia de treinamento;
- Fazer dois testes adicionais necessários para comprovar ou não a hipótese do projeto da emenda.

Recomendações:

SEM RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

SEM PENDENCIAS ADICIONAIS

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

Bairro: VILA CLEMENTINO

CEP: 04.023-061

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5539-7162

Fax: (11)5571-1062

E-mail: cepunifesp@unifesp.br

Continuação do Parecer: 733.155

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO PAULO - UNIFESP/
HOSPITAL SÃO PAULO

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer acatado

SAO PAULO, 30 de Julho de 2014

Assinado por:
Leonor do Espirito Santo de Almeida Pinto
(Coordenador)

8. ANEXO II – Carta de Aceite do Comitê de Ética em Pesquisa para os estudos 2-3.

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

DECLARAÇÃO

Declaramos que o trabalho intitulado: "ANÁLISE DO CHUTE NO FUTEBOL EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: ASSOCIAÇÃO ENTRE CINEMÁTICA DOS MEMBROS INFERIORES E DESEMPENHO, CAAE: 38720314.9.0000.5659, do pesquisador **Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago**, foi **APROVADO** pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão, em sua 9ª reunião do dia 27/05/2015.

Ribeirão Preto, 30 de junho de 2015.

Carlos Roberto Bueno Júnior
Prof. Dr. Carlos Roberto Bueno Júnior
Coordenador do CEP/EEFERP