UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO:
ESPECIALIZAÇÃO EM JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS

A dinâmica das trajetórias da bola em situações com e sem finalização no Futebol

Davide Manuel da Cruz Esteves

Orientador:

Professor Doutor António Jaime da Eira Sampaio

Co-orientador:

Professor Doutor Ricardo Filipe Lima Duarte

VILA REAL, 2014

Dissertação apresentada à UTAD, como requisito para a conclusão do 2º Ciclo de Estudos e obtenção do grau de Mestre em Ciências do Desporto: Especialização em Jogos Desportivos Coletivos, sob a orientação do Professor António Jaime da Eira Sampaio e co-orientação do Professor Ricardo Filipe Lima Duarte.

Agradecimentos

Apesar da singularidade final do trabalho, este não teria o mesmo valor nem a mesma qualidade sem o enorme contributo de todos aqueles que me acompanharam nesta etapa da minha formação académica.

Ao Professor Doutor António Jaime da Eira Sampaio pela orientação para alargar os meus horizontes, pela exigência e objetividade colocada no meu trabalho, pela constante condução no processo para caminhos mais claros e pela disponibilidade demonstrada.

Ao Professor Doutor Ricardo Filipe Lima Duarte pela proximidade, disponibilidade, partilha de conhecimentos, sugestões, correções, ajuda... pela atenção. Um muito obrigado!

Ao Rodolfo, mais que um treinador, um humano de trabalho incansável, um amigo. Obrigado pela oportunidade de trabalhar contigo, pela forma clara de transmissão de conhecimento (científico). A prova que "a ciência e o campo podem andar de mãos dadas"!

A todos aqueles que estando presentes na minha vida foram determinantes ao longo do processo, com intervenção direta e ajuda em algumas etapas ou simplesmente com palavras de incentivo e constante relembrar da "obrigação".

Aos meus tios Manuel e Adelaide pelo acolhimento, disponibilidade e conforto proporcionados nesta etapa.

À minha irmã, pelos momentos de carinho e amizade que sempre me proporcionou. Serás sempre uma referência!

Por fim, aos meus pais que sempre acreditaram em mim, sempre me permitiram seguir os meus caminhos, as minhas escolhas. Por todo o esforço e sacrifícios que sei que fizeram. Um agradecimento muito especial.

Índice Geral

Agradecimentos I
Índice de Tabelas III
Índice de Figuras IV
Resumo V
Abstract VI
1. Introdução 1
2. Metodologia 4
   2.1. Participantes 4
   2.2. Procedimentos 4
   2.3. Análise de dados 5
3. Resultados 9
   3.1. Díade Bola-Baliza 9
   3.2. Autocorrelação 12
4. Discussão 13
5. Conclusões 18
6. Bibliografia 19

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Variáveis Duração, Nº Passes, Distâncias, Velocidades e %CV de aproximação da bola à baliza. 11

Índice de Figuras

Figura 1 - Díade Bola-Baliza - O gráfico apresenta as variáveis distância e velocidade de aproximação da bola à baliza em duas jogadas distintas e categorizadas como, com finalização e sem finalização..... 9

Figura 2 – Periodograma representativo das Médias dos R's, da distância bola-baliza, para cada lag, em jogadas com e sem finalização. 12

Resumo

Estudos prévios em vários desportos coletivos sugerem que a análise da dinâmica da bola pode discriminar o sucesso ofensivo das equipas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar a dinâmica das trajetórias da bola na aproximação à baliza, em sequências ofensivas terminadas com e sem finalização durante situações de jogo reduzido de Futebol. Foram analisadas três situações de jogo reduzido no formato GR+5x5+GR, disputados por 12 jogadores de elite do escalão de sub-19. A trajetória da bola foi obtida através de filmagem e digitalização com recurso ao software TACTO, e posterior calibração e reconstrução através do procedimento 2D-DLT. Para todas as sequências ofensivas, calculou-se a variação da distância e da velocidade de aproximação da bola à baliza. Com base nestas variáveis foi feita uma análise qualitativa inicial com recurso a gráficos de fase (*phase plots*). Esta análise preliminar sugeriu a existência de diferenças na amplitude da variação da velocidade de aproximação da bola à baliza entre sequências ofensivas com e sem finalização, que posteriormente foram estatisticamente confirmadas. Além disso, as jogadas com finalização demonstraram valores inferiores no número de passes por jogada e na sua duração. A análise da estrutura de autocorrelação demonstrou ainda que as jogadas com finalização evidenciaram maior dependência temporal, sugerindo menor variabilidade e aleatoriedade da trajetória de aproximação da bola à baliza.

Palavras Chave: bola; baliza; distância; velocidade; autocorrelação, finalização.

Abstract

Previous studies on several collective sports suggest that analysis of ball dynamics can dictate the teams' offensive success. Therefore, the goal of this work was to study the dynamics of ball trajectories when approaching the goal area through offensive plays that end with or without shooting during small sided games situations. Three small sided games situations were studied on the GR+5x5+GR format that were played by 12 elite players from the sub-19 tier. The ball trajectory was obtained through films and scans using the TACTO software and, afterwards, through calibration and reconstruction using procedure 2D-DLT. For all game plays it was calculated both the distance and speed variations of the ball when approaching the goal area. These variables were then used as a basis for an initial qualitative analysis through phase plots. This preliminary analysis suggested the existence of differences in the amplitude of the ball's velocity variation when approaching the goal area between plays with and without shooting which, subsequently, was statistically confirmed. Furthermore, plays with shooting shown significantly lower values of number and duration of passes per play. The analysis of the autocorrelation structure revealed that plays with shooting present higher temporal dependence which suggest a lower variation and randomness of the ball's trajectory when approaching the goal area.

Keywords: ball; goal area; distance; velocity; autocorrelation; shooting.

1. Introdução

A análise do desempenho desportivo em desportos coletivos tem sido uma das principais preocupações das ciências do desporto nas últimas décadas (Passos, Lopes, & Milho, 2008). Esta preocupação refletiu-se num incremento exponencial dos níveis de performance desportiva acoplados ao aumento do número de investigações na área (Sarmento, Anguera, Campaniço, & Leitão, 2010). Segundo McGarry (2009), a ciência aplicada aos desportos coletivos tende a concentrar-se, principalmente, na identificação de variáveis de desempenho individuais com o objetivo de apresentar os comportamentos desportivos de forma descritiva, geralmente identificando o tipo de ação, quem a executa, o local do campo onde é observada e quando a ação é executada.

Contudo, o desempenho de uma equipa de futebol durante o jogo é um processo de interação dinâmica em que as ações e reações são tomadas numa tentativa de superar o adversário (Lames & McGarry, 2007). Este pode ser visto como um comportamento coletivo inteligente, não centralizado em qualquer jogador (ou treinador), mas distribuído entre todos os jogadores. Este tipo de inteligência é expresso por comportamentos coletivos das equipas, que emergem das ações coordenadas dos jogadores (Duarte & Frias, 2011). Isto implica que o comportamento produzido não é, sobretudo, a expressão de propriedades individuais estáveis dos jogadores, o comportamento de tomada de decisão, é considerado melhor ao nível da relação jogador-contexto e visto como resultado das interações dos indivíduos com os constrangimentos ambientais ao longo do tempo, orientado para objetivos comportamentais específicos (Araujo, Davids, & Hristovski, 2006).

Nesta interpretação de como a tomada de decisão surge através do contexto, a bola e a sua dinâmica, constituem informações adicionais importantes que influenciam os comportamentos dos jogadores e equipa (McGarry, 2009), isto porque os desportos coletivos

de invasão de campo são caracterizados pela constante interação dos intervenientes pela disputa da posse de bola (Correia, Araújo, Davids, Fernandes, & Fonseca, 2011). Os valores sobre as percentagens de posse de bola, por exemplo, são um dos indicadores mais utilizados nas análises informais. No entanto, as variáveis deste indicador ainda não parecem esclarecer o resultado do jogo de forma clara (McGarry, 2009). Segundo Yue, Broich, Seifriz e Mester (2008) este indicador nem sempre é determinante no resultado final. Estes referem que, num jogo entre equipas de níveis semelhantes, uma equipa com níveis de confiança mais baixos, quer por motivos técnicos ou psicológicos, pode levar a um jogo menos ambicioso e menos objetivo na procura do golo, levando a mais passes para trás e em segurança sem arriscar o ataque rápido e, consequentemente, permitir que a equipa adversária se organize adequadamente para defender. Neste caso, o aumento da posse de bola não aumenta as hipóteses que a equipa tem de vencer.

Já na investigação científica, estão disponíveis estudos recentes que se centram ou abordam a importância da bola e a sua dinâmica (Correia et al., 2011; Travassos, Araújo, Duarte, & McGarry, 2012; Travassos, Araújo, Vilar, & McGarry, 2011). Das suas conclusões destacam-se informações importantes e pertinentes, para avaliar o resultado da performance desportiva em jogos desportivos coletivos. Travassos, Araújo, Vilar e McGarry (2011), estudaram a coordenação entre bola e jogadores no jogo de futsal, mais concretamente em situações de guarda redes avançado, criando situações constantes de 5x4+GR. Recorreram à análise da fase relativa para obter os seus resultados, entre os mais relevantes, verificaram que, na díade bola-defensores existia uma maior coordenação lateral do que longitudinal, encontrando-se assim, a equipa defensora, em constantes ajustes, predominantemente laterais, na mesma direção de deslocamento da bola. Identificaram então, a importância da cinemática da bola no jogo de futsal, e definiram-na como componente integral do jogo que influencia o comportamento dos jogadores. Esta pode influenciar os comportamentos dos jogadores a

vários níveis, desde o indivíduo (jogador) até ao coletivo (equipa), influenciando a dinâmica dos jogadores e equipa e, os mesmos, podem igualmente influenciar a dinâmica da bola (Correia et al., 2011). Já Correia et al. (2011), na modalidade de rugby, focou a sua investigação na dinâmica da bola, associando-a a jogadas de sucesso e insucesso ofensivo. Nas suas análises, uma das preocupações foi perceber o comportamento da bola, ao longo do tempo, em relação à linha de ensaio (distância bola-linha de ensaio), bem como a estrutura de variação dos movimentos da bola (autocorrelação e ApEn). Ainda Yue et al. (2008), procurou analisar detalhadamente os movimentos em 2D dos jogadores e da bola. Focou-se não só nas capacidades individuais dos jogadores, mas também nos comportamentos coletivos da equipa juntamente com a bola. Analisando assim, diversas correlações entre diferentes grupos de jogadores e a bola. Explorou ainda novos conceitos associados à dinâmica da bola, dos quais nos interessa referir a velocidade de ataque. Esta é calculada através da distância entre a bola e o centro da baliza adversária.

Posto isto, sabemos ainda que o treinador procura no jogo, características de desempenho crítico ou indicadores de performance para mudar comportamentos futuros com base em informações recolhidas a partir de performances passadas (McGarry, Anderson, Wallace, Hughes, & Franks, 2002). Segundo Travassos, Duarte, Vilar, Davids, & Araújo (2012), para garantir esta mudança de comportamentos, é necessário garantir a representatividade do exercício de treino. Ou seja, é fundamental manter as condições da tarefa (exercício) semelhantes ao jogo, permitindo aos jogadores agir de forma adaptativa tal como acontece no jogo formal.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica das trajetórias da bola na aproximação à baliza, em jogadas ofensivas terminadas com e sem finalização durante situações de jogo reduzido de Futebol.

2. Metodologia

2.1. Participantes

Participaram neste estudo 12 jovens jogadores de elite (sub-19) do género masculino (idade = 18.0 ± 0.67 anos, massa corporal = 69.7 ± 5.66 kg, altura = 1.79 ± 0.06 m, índice de massa corporal = 21.83 ± 0.98 Kg/m2, FCmax = 193.9 ± 5.0, Média ± DP). Todos os jogadores pertencem à mesma equipa jovem (sub-19) competindo na 1ª divisão Portuguesa. A equipa realiza 5 sessões de treino de 90 minutos por semana e um jogo oficial ao fim de semana. Os jogadores apresentam uma média de 10.20 ± 1.81 anos de experiência (mínimo 7 anos e máximo 12 anos) e 5 destes jogadores já representaram a seleção nacional do seu país. Para além disso, todos os jogadores treinam regularmente com a equipa profissional sénior que joga na 1ª divisão Portuguesa. Todos os jogadores, bem como os seus pais e treinadores foram informados previamente dos procedimentos da pesquisa, requisitos, benefícios e riscos associados. Foi obtido um consentimento por escrito dos mesmos antes do início do estudo.

2.2. Procedimentos

A recolha de dados foi realizada 7 semanas antes do final do período competitivo. O treinador selecionou 12 jogadores com base nas suas posições e no tempo de jogo em competições oficiais (Casamichana & Castellano, 2010).

Antes da sessão de recolha de dados, uma apresentação teórica foi dada a fim de apresentar e discutir os procedimentos com os participantes.

Com o objetivo de registar os movimentos da bola e dos jogadores em vídeo, foi colocada uma câmera digital num dos vértices do campo, esta formava um ângulo de 45º com a linha de fundo.

Após um aquecimento de 20 minutos que consistiu em corrida, alongamentos e um jogo de posse de bola, foi realizado um jogo reduzido envolvendo todos os participantes no estudo com o intuito de estes se familiarizem com os procedimentos e equipamentos de recolha de dados.

Posto isto, foi realizado um jogo reduzido de GR+5x5+GR num terreno de jogo com 34 metros de largura e 44 metros de comprimento garantindo um rácio de 1:25m2 por jogador (Williams & Owen, 2007), em regime intermitente durante 18 minutos (3 partes de seis minutos com 1 minuto de recuperação ativa (rácio trabalho/descanso = 6:1)). Após cada período de 6 minutos as equipas alteravam a direção de ataque. Para o jogo foram usadas balizas com as medidas formais para futebol 11. Quando a bola saía do terreno de jogo era rapidamente reposta pelo guarda redes da equipa com bola. Isto foi possível devido ao elevado número de bolas colocadas dentro das balizas. Não existiam quaisquer restrições ao jogo e a regra de fora de jogo não foi aplicada. O incentivo ou feedback por parte do treinador ou qualquer outro interveniente durante o jogo não foi permitido.

2.3. Análise de dados

Foram selecionados trinta e três (33) segmentos de jogo para análise. Cada segmento de jogo iniciava com o primeiro toque do jogador da equipa a obter posse de bola e terminava: (i) sempre que existia perda de bola para o adversário; (ii) no momento em que era realizado um remate; ou (iii) sempre que a bola saía do terreno de jogo. Considerou-se perda de bola para o adversário e consequente início de posse de bola quando: (a) este conseguiu realizar mais de 2 toques na bola, (b) se efetuou um passe ou, (c) um remate (Garganta, 1997). Com base nestes critérios todos os segmentos de jogo que não se encaixaram neste perfil foram excluídos. Também as jogadas em que existiu trajetória aérea da bola foram excluídas devido às

limitações de utilização do software utilizado para o registo do posicionamento bola (Duarte, Fernandes, Folgado, & Araújo, 2014).

Para cada segmento de jogo as trajetórias de movimento da bola foram digitalizadas em câmera lenta (velocidade do vídeo a metade do normal) utilizando o software TACTO (Fernandes, Folgado, Duarte, & Malta, 2010). A digitalização dos dados foi precedida de um período de treino intensivo por parte do digitalizador com supervisão de um investigador experiente no manuseamento deste software. Foi utilizado um computador portátil com a resolução de écran em 1280x720 pixels. A trajetória da bola foi seguida com o cursor do rato sobre a parte inferior da bola sendo este o local que melhor representa a projeção do seu centro de gravidade no solo (Duarte et al., 2010). Este processo permitiu a obtenção das coordenadas virtuais da bola (em pixels) a duas dimensões, sendo estas posteriormente convertidas em coordenadas cartesianas, utilizando um referencial de calibração com as dimensões do campo, onde o valor (x=0, y=0) foi atribuído ao canto inferior esquerdo do campo. Estes processos de calibração e transformação das coordenadas foi efetuado através do método de transformação linear direta bidimensional (2D-DLT) (Duarte et al., 2010). Os dados foram ainda filtrados para eliminar o ruído proveniente da digitalização manual, através da utilização de um filtro 'Butterworth passa baixo', com uma frequência de corte de 6 Hz (Duarte et al., 2014). Finalmente, a frequência de amostragem das séries temporais finais das coordenadas da bola foi reduzida para 5 Hz. Todos estes procedimentos foram desenvolvidos no software MATLAB2012a® (The MathWorks Inc., Natick, MA, USA).

A preocupação central do trabalho resume-se em perceber as diferenças existentes nas trajetórias da bola em aproximação à baliza, entre jogadas com e sem finalização. Assim, os segmentos de jogo foram divididos em duas categorias distintas: jogadas com finalização (21) e jogadas sem finalização (12). Foram consideradas jogadas com finalização todas aquelas

que terminaram com a ação de remate, independentemente do sucesso ou insucesso desta ação. Todas as outras jogadas sem a ação de remate foram consideradas sem finalização.

Para perceber as diferenças ou similaridades entre estes dois tipos de jogadas, foram selecionadas algumas variáveis que, à partida, podiam ser diferenciadoras e passíveis de ser interpretadas com clareza.

Tendo o posicionamento da bola ao longo do tempo, procurou-se estabelecer a relação que esta tem com a baliza. Calculou-se a distância da bola à baliza em cada instante através da fórmula: distância $= \sqrt{(x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2}$, sendo $(x1, y1)$ as coordenadas da bola, e $(x2, y2)$ as coordenadas de referência ao ponto central da baliza onde se pretendia finalizar. Após esta análise, e a partir dos dados obtidos, calculou-se a velocidade de aproximação da bola à baliza através da fórmula: vel. aprox. = $\frac{d2-d1}{0.2}$, sendo (d) os valores da distância da bola à baliza.

Com base nestas variáveis foi feita uma análise qualitativa inicial com recurso a *phase plots*. Esta análise preliminar sugeriu a existência de diferenças na amplitude da variação da velocidade de aproximação da bola à baliza entre jogadas com e sem finalização. Para confirmar estas diferenças, foram então realizadas análises quantitativas à distância máxima da bola à baliza, distância mínima da bola à baliza, amplitude das distâncias da bola à baliza, velocidades máximas e mínimas de aproximação da bola à baliza, amplitudes da velocidade de aproximação da bola à baliza, % de Coeficiente de Variação (%CV) da distância da bola à baliza e %CV da velocidade de aproximação da bola à baliza. Como complemento foram ainda analisadas as variáveis passe e duração das jogadas.

De forma a aprofundar a análise da dinâmica do comportamento da bola, isto é, a sua estrutura de variação ao longo do tempo, procedeu-se à análise da dependência temporal da distância da bola à baliza através da técnica de autocorrelação. Para comparar essa

dependência temporal das séries entre jogadas com e sem finalização, calculou-se o valor médio de autocorrelação (r) para os diferentes desfasamentos temporais (*lags*) com valor estatisticamente significativo, extraído dos periodogramas. Com estes valores, projetámos ainda, um periodograma representativo das médias dos R's, da distância bola-baliza, para cada lag, em jogadas com e sem finalização. Todas as comparações estatísticas entre jogadas com e sem finalização foram efetuadas através do teste t e do teste Mann-Whitney, tendo em conta a normalidade e homogeneidade das amostras.

O nível de significância foi mantido em 5% para todos os procedimentos estatísticos, tendo-se utilizado o software IBM® SPSS® Statistics 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

3. Resultados

3.1. Díade Bola-Baliza

Numa fase inicial, para analisar a dinâmica das trajetórias da bola na aproximação à baliza, em jogadas terminadas com e sem finalização, procedemos a algumas análises exploratórias. Optamos então por calcular a variação da distância e da velocidade de aproximação da bola à baliza ao longo do tempo, para todas as jogadas selecionadas e, utilizando gráficos de fase (ver exemplo na Figura 1), observámos algumas diferenças que conduziram as pesquisas seguintes.

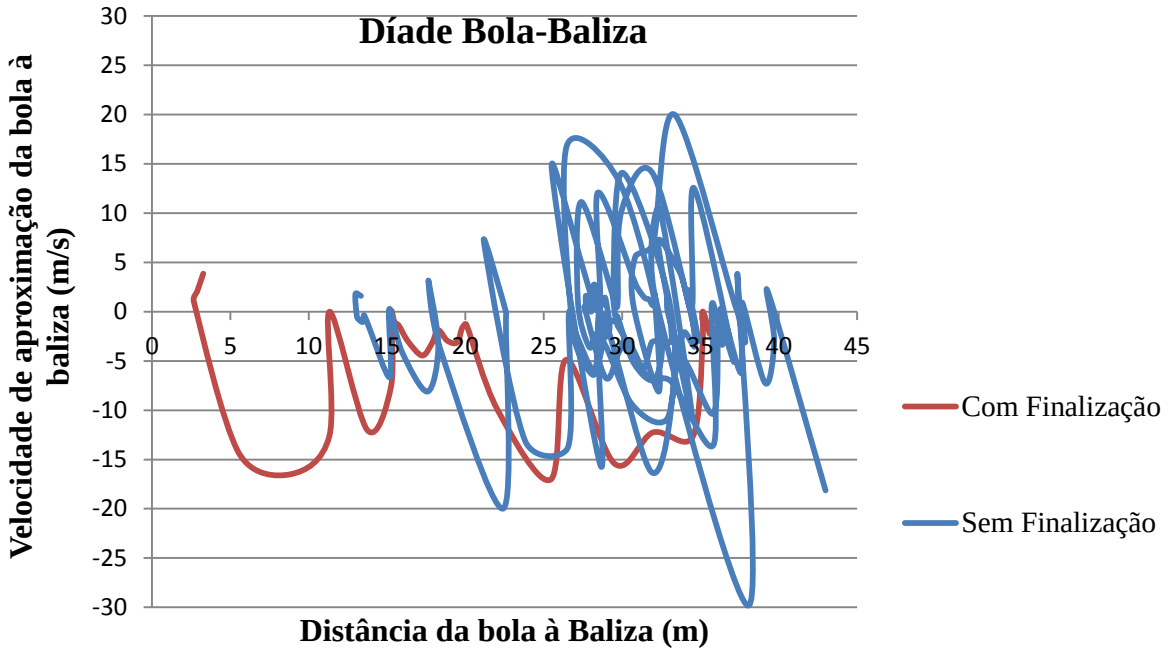

Figura 1 - Díade Bola-Baliza - O gráfico apresenta as variáveis distância e velocidade de aproximação da bola à baliza em duas jogadas distintas e categorizadas como, com finalização e sem finalização.

A inspeção visual dos vários gráficos de fase sugeriu a existência de diferenças entre jogadas com e sem finalização, nomeadamente em termos da magnitude e estrutura de variabilidade inerente à díade bola-baliza. A média da distância da bola à baliza, nestes dois segmentos de

jogo observados, pareceu ser outra variável diferenciadora entre as jogadas. Os valores da velocidade de aproximação da bola à baliza sugeriram também eventuais diferenças entre as jogadas. A jogada com finalização apresenta valores constantemente negativos indicando que esta se encontrou sempre em aproximação da baliza, não existindo qualquer passe ou movimento na direção oposta à baliza. Pelo contrário, a jogada sem finalização alterna constantemente entre valores negativos (aproximação da baliza) e valores positivos (afastamento da baliza). Estes dados sugerem uma menor variabilidade (e maior objetividade) da aproximação da bola à baliza nas jogadas com finalização. A velocidade de aproximação da bola à baliza aponta ainda para uma amplitude de variação maior nas jogadas sem finalização.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise estatística baseada na inspeção visual inicial dos gráficos de fase.

Tabela 1 – Variáveis Duração, Nº Passes, Distâncias, Velocidades e %CV de aproximação da bola à baliza.

	Com Finalização (média ± DP)	**Sem Finalização (média ± DP)**	**Nível de significância (*p*)**
N	21	12	
Duração (s)	9.6 ± 6.9	19.7 ±12.9	0.018
Nº Passes	3.2 ± 2.3	6.3 ± 4.3	0.032
Distância Bola-Baliza (m)	26.6 ± 7.5	30.0 ± 5.2	0.142
Velocidade Aproximação Bola-Baliza (m/s)	-2.6 ± 1.5	-1.5 ± 1.5	0.018
Amplitude da Distância Bola-Baliza (m)	21.3 ± 8.4	22.5 ± 5.9	0.672
Amplitude da Velocidade de Aproximação Bola-Baliza (m/s)	27.3 ± 14.7	38.0 ± 9.6	0.033
%CV da Distância Bola-Baliza (m)	23.7 ± 10. 4	19.1 ± 5.8	0.162
%CV da Velocidade de Aproximação Bola-Baliza (m/s)	-325.3±293.8	32.1±3748.0	0.748

As variáveis duração, número de passes, média e amplitude da velocidade de aproximação da bola à baliza revelaram diferenças estatisticamente significativas. Já a variável da média da distância da bola à baliza e as % CV quer da distância, quer da velocidade da bola à baliza não apresentam diferenças estatisticamente significativas.

3.2. Autocorrelação

Para avaliar a dependência temporal da variação da distância da bola à baliza foram calculados periodogramas para todas as jogadas, e a partir destes, calculados os R's. Posto isto, apresentamos um periodograma com a média dos R's para cada lag (ver Figura 2).

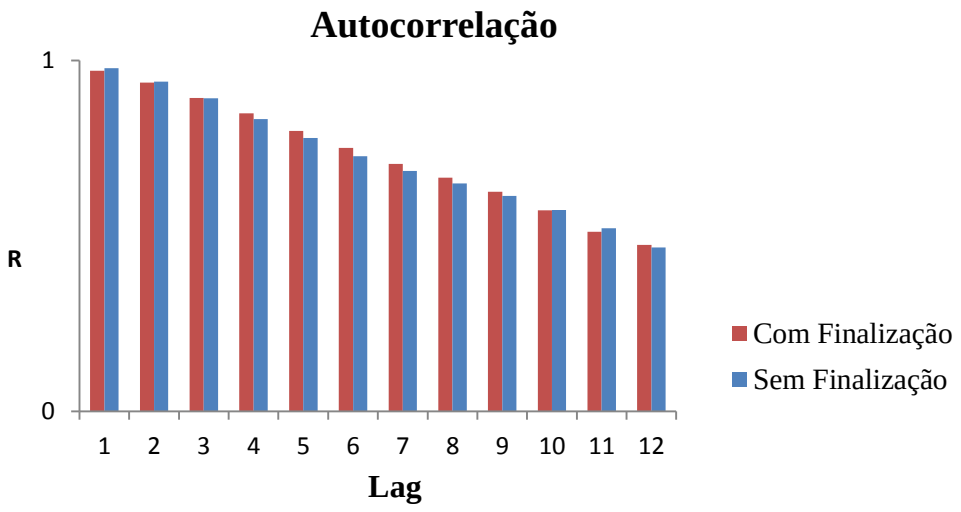

Figura 2 – Periodograma representativo das Médias dos R's, da distância bola-baliza, para cada lag, em jogadas com e sem finalização.

À primeira vista, recorrendo à análise visual do periodograma (Fig. 2), não se verificam diferenças significativas entre jogadas com e sem finalização. Verificamos que os valores das jogadas com e sem finalização, para cada lag, são idênticos, e os seus valores decrescem gradualmente, com o aumento dos desfasamentos temporais. No entanto, análises complementares, revelaram uma maior e significativa dependência temporal da distância da bola à baliza nas jogadas com finalização, comprovada pela comparação da média dos coeficientes de correlação em cada jogada, U (1,32) = -2,021, $p \leq 0{,}043$.

4. Discussão

Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica das trajetórias da bola na aproximação à baliza, em jogadas ofensivas terminadas com e sem finalização durante situações de jogo reduzido de Futebol. Para isso, analisámos as variáveis, duração, número de passes, média e amplitude da distância bola-baliza, média e amplitude da velocidade de aproximação da bola à baliza e %CV da distância bola-baliza e da velocidade de aproximação da bola à baliza.

Numa primeira análise à duração e número de passes das jogadas, verificámos que as jogadas com finalização têm não só uma menor duração, mas também um menor número de passes quando comparadas com as jogadas sem finalização. Sustentando estes resultados, Hughes e Franks (2005), referem que a eficácia ofensiva é perdida quando a equipa aumenta o seu número de ações sobre a bola, isto porque permite que a equipa adversária tenha um maior tempo disponível para se organizar. Podemos então dizer que, tal como no jogo formal, nos jogos reduzidos analisados, as jogadas com finalização caracterizaram-se por serem sequências ofensivas com um número reduzido de passes, isto é, sequências de 4 ou menos passes, estando associadas a um estilo de jogo direto (Castelo, 1994, 1996; Garganta, 1997; Gréhaigne, 1993). Neste, os comportamentos dos jogadores são orientados no sentido de atingir rapidamente a baliza adversária (Hughes & Franks, 2005). Os estilos de jogo, segundo Wrzos (1984), são caracterizados pela tipologia de passe e pela duração do processo. Então, e de acordo com Teodorescu (1984), as nossas jogadas de sucesso, definidas por um limitado número de passes e uma curta duração, podem enquadrar-se em dois métodos de jogo ofensivo, no contra-ataque ou no ataque rápido. Ambos são caracterizados por uma grande velocidade de circulação de bola e dos jogadores, com o intuito de chegar o mais rápido possível à baliza adversária, através de um reduzido número de passes e contatos com a bola (Teodorescu, 1984). A diferença entre estes dois processos é no momento da finalização,

sendo que o contra-ataque procura aproveitar o desequilíbrio defensivo ainda existente na equipa adversária e no ataque rápido a defesa já se encontra organizada (Castelo, 2004).

Quando analisada a díade bola-baliza, verificou-se que a média da distância da bola à baliza não apresenta diferenças significativas entre os dois tipos de jogadas analisados. Assim, a distância da bola à baliza, não se apresenta como fator determinante para a existência de finalização. No entanto, vários estudos referem que localização da bola e da baliza são constrangimentos que influenciam as decisões e a tomada de decisão quer dos defesas quer dos atacantes (Travassos, Araújo, et al., 2012; Travassos, Araújo, Duarte, et al., 2012). Vilar, Araújo, Travassos, e Davids, (2014), acrescentam que nos desportos coletivos, as interações espaço-temporais entre jogadores e algumas características chave do jogo, tais como os locais específicos da bola e baliza, são informações importantes que regulam as interações entre jogadores, sendo estas capazes de influenciar o sucesso das jogadas. Sabemos ainda que, hipoteticamente, uma oportunidade para marcar golo no futebol, pode surgir entre a capacidade do jogador para rematar a bola (constrangimentos individuais) e a distância para a baliza (constrangimentos de tarefas). Porém, apesar dos resultados encontrados em pesquisas anteriores, sugerirem que a distância da bola à baliza é um fator diferenciador do sucesso, a nossa pesquisa revela que, neste jogo reduzido, a distância da bola à baliza não é um fator determinante para se executar o remate. Este facto parece ser facilmente justificável, pois trata-se da análise de jogos reduzidos onde as balizas distanciam apenas 44 metros uma da outra e, onde a distância entre o portador da bola e o defensor, apresentará uma maior relevância nos constrangimentos da tarefa (Travassos et al., 2011; Vilar et al., 2014).

Já a velocidade de aproximação da bola à baliza parece ser uma variável que distingue as jogadas com e sem finalização visto que, os resultados das médias da velocidade da bola em aproximação à baliza, revelam valores superiores, estatisticamente significativos, nas jogadas com finalização. Também Correia et al. (2011), num estudo realizado na modalidade de

rugby, concluiu que nas jogadas sem finalização, a bola apresenta um maior número de movimentos de recuo no terreno comparativamente às jogadas de sucesso. Já as jogadas com finalização são caracterizadas por velocidades de aproximação à baliza mais estáveis e com valores tendencialmente negativos significando uma aproximação constante da zona de finalização. As nossas análises estão em consonância com estas conclusões, que embora sejam extremamente óbvias para o rugby, não o são no caso do futebol. Verificámos então, que uma aproximação constante e mais estável à baliza leva a equipa a obter mais situações de finalização. Já quando a bola apresenta uma maior variabilidade e alternância entre aproximação e afastamento da baliza, e consequentemente maiores valores de amplitude de velocidade, as jogadas tendem a terminar sem finalização. Estes resultados apontam novamente, para uma maior eficácia ofensiva sempre que a equipa procura chegar com a bola à baliza adversária de forma mais rápida e objetiva. Enquadrando aqui, uma vez mais, o ataque rápido ou o contra-ataque como os métodos de jogo mais eficazes para se atingir o respectivo sucesso ofensivo (Castelo, 2004). Consideramos ainda a velocidade da bola, como sendo um importante elemento de quebra de equilíbrios na equipa adversária indo ao encontro do que Garganta (2009) refere como objetivo da equipa: perturbar ou quebrar o equilíbrio do adversário, com a intenção de gerar desordem na sua organização.

As %CV da distância e da velocidade de aproximação da bola à baliza não apresentam diferenças significativas entre os dois tipos de jogadas. Estes dados sugerem que não existem diferenças na aleatoriedade quer dos movimentos quer da velocidade da bola em aproximação à baliza entre jogadas com e sem finalização.

Quando analisada a estrutura de autocorrelação das jogadas, com recurso ao periodograma (Fig.2), representando a média dos R’s da distância bola-baliza, de cada jogada para os diferentes desfasamentos temporais, não se verificam diferenças entre jogadas com e sem finalização. Verifica-se apenas uma decrescente dependência temporal, comum a ambos os

tipos de jogada, à medida que aumentamos os lags. No entanto, quando analisadas as médias dos valores de R de cada tipo de jogada separadamente, verificou-se uma maior dependência temporal, com valores estatisticamente significativos, nas jogadas com finalização. Poderíamos então, considerar estas como mais estáveis e com uma estrutura mais dependente temporalmente. Já as jogadas sem finalização, apresentariam uma "memória comportamental" mais fraca, existindo variações mais imprevisíveis ao longo da jogada. Contudo, percebe-se que estas conclusões não podem ser retiradas do contexto. Estas são fundamentadas apenas pela diferença de duração entre jogadas com e sem finalização. Como verificámos anteriormente, as jogadas com finalização, apresentam uma menor duração, resultando destas, um menor número de lags com valores estatisticamente significativos. Estes conduzem naturalmente, os valores de autocorrelação para valores tendencialmente superiores. Já as jogadas sem finalização, apresentam uma maior duração, levando a maiores desfasamentos temporais, logo a valores médios de R mais baixos. Estes dados são sustentados por Yue et al. (2008), este, nas suas investigações, concluiu que a autocorrelação das trajetórias da bola é mais elevada nos primeiros segundos da jogada caindo abruptamente nos momentos seguintes. Hipoteticamente, a maior duração, e consequente maior amplitude de variação das jogadas sem finalização, leva a que a auto-organização em resposta a mudanças nos elementos que compõem o sistema, ou às mudanças nos constrangimentos que envolvem o sistema (McGarry et al., 2002), seja demasiado complexa e, por conseguinte não conduza ao sucesso ofensivo das equipas.

Uma vez que, nestes jogos reduzidos analisados, foi permitido aos jogadores agir de forma adaptativa, e as condições de tarefa foram mantidas semelhantes ao jogo, a representatividade da tarefa foi então assegurada (Travassos, Duarte, et al., 2012). Assim, com os resultados a apontar no sentido do sucesso nestes jogos reduzidos, ser obtido quase exclusivamente através de situações de ataque rápido ou contra-ataque, consideramos que este exercício de treino

privilegia este tipo de jogo e pode ser considerado útil para quem pretende introduzir ou melhorar este aspecto na sua equipa. Hipoteticamente, para quem procura aumentar a capacidade de posse e circulação da bola em progressão, este não será eventualmente o exercício mais adequado.

Ainda assim, e apesar do interesse dos resultados revelados, os nossos dados podem ser limitados nas suas conclusões, uma vez que, para além do número de séries selecionadas ser reduzido, têm ainda a limitação de não incluírem jogadas com trajetórias aéreas da bola. Este facto deve-se à limitação do software de digitalização da bola que não permite a digitalização destas trajetórias. Também com uma frequência de recolha de dados superior, ou mantida pelo menos a 25Hz, aumentando assim o número de dados por série temporal, outras análises podem ser realizadas para perceber a aleatoriedade das trajetórias da bola, como por exemplo a análise dos dados com recurso à ApEn. Consideramos assim, que ainda muito pode ser investigado no que concerne à análise das trajetórias da bola, apontando novas investigações que incidam não só sobre as trajetórias da bola, mas também no comportamento coletivo das equipas, ou seja, analisar as interações entre dinâmica da bola e jogadores.

5. Conclusões

O objetivo do presente trabalho foi analisar a dinâmica das trajetórias da bola na aproximação à baliza, em jogadas ofensivas terminadas com e sem finalização durante situações de jogo reduzido. Os resultados demonstraram que as jogadas com finalização, quando comparadas com as jogadas sem finalização, tendem a ser de menor duração, com menor número de passes e com valores mais elevados na velocidade média de aproximação da bola à baliza. Já as trajetórias de aproximação da bola à baliza não registam diferenças na sua estrutura de dependência temporal. No entanto, os valores de autocorrelação decrescem gradualmente à medida que aumentamos os desfasamentos temporais, logo, as jogadas sem finalização, como tendem a ser mais longas no tempo, quando analisadas separadamente, verificam uma maior variabilidade e aleatoriedade das trajetórias de aproximação da bola à baliza.

Consideramos então, que o sucesso ofensivo neste jogo reduzido, sem regras adicionais para condicionar o comportamento dos jogadores, é obtido através de situações de ataque rápido ou contra ataque, com um limitado número de ações sobre a bola e com objetividade em relação à baliza adversária. Ao diminuirmos a nossa objetividade e velocidade com que pretendemos chegar à baliza adversária, estaremos, à partida, a facilitar o sucesso defensivo do adversário.

6. Bibliografia

Araujo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, *7*(6), 653–676.

Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, *28*(14), 1615–23.

Castelo, J. (1994). *Modelo Técnico-Táctico do Jogo.* Lisboa: Edições FMH.

Castelo, J. (1996). *Futebol - A organização do Jogo*. Lisboa: Edições FMH.

Castelo, J. (2004). *Futebol - Organização e Dinâmica do Jogo.* Lisboa: Edições FMH.

Correia, V., Araújo, D., Davids, K., Fernandes, O., & Fonseca, S. (2011). Territorial gain dynamics regulates success in attacking sub-phases of team sports. *Psychology of Sport and Exercise*, *12*(6), 662–669.

Duarte, R., Araújo, D., Fernandes, O., Fonseca, C., Correia, V., Gazimba, V., ..., Lopes, J. (2010). Capturing complex human behaviors in representative sports contexts with a single camera. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, *46*(6), 408–14.

Duarte, R., Fernandes, O., Folgado, H., & Araújo, D. (2014). Single camera analyses in studying pattern-forming dynamics of player interactions in team sports. In K. Davids, R. Hristovski, D. Araújo, N. B. Serre, C. Button, & P. Passos (Eds.), *Complex Systems in Sport* (1st ed., pp. 160–174). London and New York: Routledge.

Duarte, R., & Frias, T. (2011). Collective intelligence : An incursion into the tactical performance of football teams. *In Proceedings of the First International Conference in Science and Football* (ed. by M. Jemni, A. Bianco, A. Palma), Palermo, Italy, 2011, 23–28

Fernandes, O., Folgado, H., Duarte, R., & Malta, P. (2010). Validation of the tool for applied and contextual time-series observation. *International Journal of Sport Psychlogy*, *41*(4), 63–64.

Garganta, J. (1997). Modelação táctica do jogo de futebol - Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento. Tese de douturamento. FCDEF-UP. Porto

Garganta, J. (2009). Trends of tactical performance analysis in team sports : bridging the gap between research , training and competition. *Revista Portuguesa de Ciencias Do Desporto*, *9*(1), 81–89.

Gréhaigne, J. F. (1993). *L' organisation du jeu en football.* Paris: Actio.

Hughes, M., & Franks, I. (2005). Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. *Journal of Sports Sciences*, *23*(5), 509–14.

Lames, M., & McGarry, T. (2007). On the search for reliable performance indicators in game sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *7*(1), 62–79.

McGarry, T. (2009). Applied and theoretical perspectives of performance analysis in sport: Scientific issues and challenges. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, *9*, 128–140.

McGarry, T., Anderson, D. I., Wallace, S. a, Hughes, M. D., & Franks, I. M. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sports Sciences*, *20*(10), 771–81.

Passos, P., Lopes, R., & Milho, J. (2008). Análise de padrões de coordenação interpessoal no um-contra-um no Futebol. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, *8*(3), 365–376.

Sarmento, H., Anguera, T., Campaniço, J., & Leitão, J. (2010). Development and validation of a notational system to study the offensive process in football. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, *46*(6), 401–7.

Teodorescu, L. (1984). *Problemas de Teoria e Metodologia nos Jogos Desportivos*. Livros Horizonte.

Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., Vilar, L., Esteves, P., & Vanda, C. (2012). Informational constraints shape emergent functional behaviours during performance of interceptive actions in team sports. *Psychology of Sport and Exercise*, *13*(2), 216–223.

Travassos, B., Araújo, D., Duarte, R., & McGarry, T. (2012). Spatiotemporal coordination behaviors in futsal (indoor football) are guided by informational game constraints. *Human Movement Science*, 932–945.

Travassos, B., Araújo, D., Vilar, L., & McGarry, T. (2011). Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, *30*(6), 1245–59.

Travassos, B., Duarte, R., Vilar, L., Davids, K., & Araújo, D. (2012). Practice task design in team sports : Representativeness enhanced by increasing opportunities for action increasing opportunities for action. *Journal of Sports Science*, (November), 37–41.

Vilar, L., Araújo, D., Travassos, B., & Davids, K. (2014). Coordination tendencies are shaped by attacker and defender interactions with the goal and the ball in futsal. *Human Movement Science*, *33*, 14–24.

Williams, K., & Owen, A. (2007). The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *Sports Science Medicine*, *9*, 100.

Wrzos, J. (1984). *La tactique de l'attaque : théorie et pratique*. Paris: Broodcoorens Michel

Yue, B. Z., Broich, H., Seifriz, F., & Mester, J. (2008). Mathematical Analysis of a Soccer Game . Part II : Energy , Spectral , and Correlation Analyses. *Studies in Applied Mathematics*, 245–261.