

FERNANDO SANTANA ZISKIND

**MODELO PARA ANÁLISE
DO ATAQUE NO FUTEBOL**

***A MODEL TO ANALYZE
SOCCER OFFENSIVE PHASE***

Campinas
2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

FERNANDO SANTANA ZISKIND

**MODELO PARA ANÁLISE
DO ATAQUE NO FUTEBOL**

Orientador: Sergio Augusto Cunha

***A MODEL TO ANALYZE
SOCCER OFFENSIVE PHASE***

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física, área de concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte.

Dissertation presented to the PostGraduation Programme of the School of Physical Education of State University of Campinas to obtain the Master's degree in Physical Education. Concentration area: Biodynamic Movement and Sport.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO FERNANDO SANTANA ZISKIND, E ORIENTADO PELO PROF. DR. SERGIO AUGUSTO CUNHA.



Assinatura do orientador

Campinas, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA UNICAMP

Z69m Ziskind, Fernando Santana, 1984 -
Modelo para análise do ataque no futebol / Fernando Santana
Ziskind. - Campinas, SP: [s.n], 2012.

Orientador: Sergio Augusto Cunha
Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física,
Universidade Estadual de Campinas.

1. Futebol. 2. Futebol - Ataque. 3. Futebol – Aspectos
Metodológicos. I. Cunha, Sergio Augusto. II. Universidade Estadual
de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital:

Título em inglês: A model to analyze soccer offensive phase.

Palavras-chaves em inglês:

Soccer

Attack speed

Goal progression

Offensive sequences

Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte

Titulação: Mestrado em Educação Física.

Banca Examinadora:

Sergio Augusto Cunha [orientador]

Maria Cristina de Castro Cunha

Luiz Eduardo Barreto Martins

Data da defesa: 28-05-2012

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA



Sergio Augusto Cunha
Orientador



Maria Cristina de Castro Cunha



Luiz Eduardo Barreto Martins

*Dedico este trabalho à toda
minha família, em especial
aos meus avós Alberto, Lea,
David e Eva.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, prof. Dr. Sergio Augusto Cunha, pela amizade, pelo apoio, pelo tempo de dedicação e pela paciência nos momentos difíceis. Poucas pessoas teriam compreendido meus objetivos profissionais e acadêmicos e ajudado a alcançá-los como fez meu orientador.

Também gostaria de agradecer à Ana Lorena, Felipe e Juliana, pelos conselhos, ajuda e pela amizade. Este trabalho não teria sido o mesmo sem vocês. Ao Milton, que me orientou aos primeiros passos no Laboratório de Instrumentação para Biomecânica, deixo um agradecimento especial. Também agradeço à todos os colegas e amigos do LIB, que direta ou indiretamente foram essenciais na construção deste trabalho.

Agradeço ao Rodrigo Leitão pela amizade e pelos anos de trabalho, e por todo auxílio dado para que eu pudesse conquistar objetivos profissionais e acadêmicos.

Agradeço à Thais, que me apoiou e incentivou mais do que eu mesmo poderia esperar, me surpreendeu e conquistou com a sua graça e ficou ao meu lado durante a etapa mais difícil deste trabalho.

Por fim, e ainda mais importante, agradeço à minha família. Aos meus pais, Ana e Hélio, que sempre me aconselharam e apostaram em minhas decisões. À minha irmã, Carô, que não poderia ser mais carinhosa, além de ser meu maior exemplo na luta por meus sonhos e desejos. À minha tia Laura, simplesmente especial, tios Beto, tia Lucy e meus queridos primos Ivan e Xande, agradeço por serem mais do que família, pois são também meus grandes amigos. Agradeço ao meu avô Alberto, que talvez não tenha consciência da admiração que tenho por ele. À Lea, pela gentileza e sutileza eternas. Ao David, pela alegria de viver e pelo grande exemplo na forma de lidar com pessoas. À Eva, pela preocupação de querer sempre o melhor.

Obrigado!

Ziskind, Fernando Santana. **Modelo para análise do ataque no futebol**. 2012. 59f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RESUMO

A análise de jogos de futebol apresenta uma vasta gama de possibilidades que podem estar relacionadas ao desempenho dos atletas e ao resultado do jogo. Em relação a aplicações de análises matemáticas no futebol, a principal forma para analisar a velocidade do ataque na literatura foi apresentada por Yue et al. (2008). O objetivo deste trabalho foi propor um modelo de análise da velocidade de progressão da bola ao gol no futebol e apresentar os resultados de dez jogos da elite do futebol brasileiro. Os jogos foram filmados com quatro a seis câmeras digitais (7,5 a 30 Hz) e as coordenadas bidimensionais dos jogadores durante a partida foram obtidas pelo software Dvideo (Figuerola, Leite e Barros, 2006a; b). As ações técnicas também foram registradas pelo software Dvideo, conforme Moura (2006). Foram levadas em consideração na análise todas as sequências ofensivas do jogo com pelo menos quatro ações técnicas. Em cada sequência ofensiva, para cada par de ações sequenciais (a_i e a_{i+1}), os vetores **VPG** foram calculados obedecendo a seguinte equação: $\mathbf{VPG} = (\mathbf{vm} \cdot \mathbf{g_u})\mathbf{g_u}$ onde $\mathbf{g_u}$ é o vetor unitário de $\mathbf{g}$, definido pelo ponto médio entre as duas ações a_i e a_{i+1} (ponto M) e o ponto médio do gol (G); $\mathbf{vm}$ tem direção e sentido definidos pela diferença da posição das ações a_i e a_{i+1} , origem no ponto M e módulo igual à velocidade média da bola. Nos casos em que $\|\mathbf{VPG}\|$ for diferente de zero, houve progressão ou afastamento da bola em relação ao gol. Sempre que a distância euclidiana entre a ação a_{i+1} e o gol for menor do que a distância euclidiana entre a ação a_i e o gol, isso representará progressão da bola ao gol. Caso contrário, terá ocorrido afastamento. Foram considerados na análise apenas os casos de progressão ao gol. Os resultados para 10 jogos foram apresentados por média e desvio padrão dos valores de $\|\mathbf{VPG}\|$. As equipes 5, 13, 17 e 19 obtiveram valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ significativamente maiores na faixa 1 (próxima ao gol) em comparação com a faixa 2 (longe do gol) da mesma equipe. Equipes que venceram obtiveram valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ significativamente maiores na faixa 2 do que equipes que perderam. Além disso, os vetores **VPG** foram apresentados graficamente para 17 gols analisados e para todas as sequências ofensivas terminadas em finalização de cada equipe. Concluiu-se que, além de ter sido possível caracterizar o ataque das equipes com base na velocidade de progressão da bola ao gol, a análise das sequências ofensivas no futebol por meio do modelo proposto apresentou particularidades das sequências ofensivas das equipes que não foram encontrados em outros estudos na literatura e que podem auxiliar na análise de desempenho no futebol.

Palavras-Chaves: Futebol; Futebol - Ataque; Futebol - Aspectos Metodológicos.

Ziskind, Fernando Santana. **A Model to Analyze Soccer Offensive Phase**. 2012. 59f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

ABSTRACT

Studies related to game analysis in soccer have shown many different variables that might be related to the athlete's performance and match result. Along the mathematical approaches of the soccer game, the main form to analyze the attack speed was presented by Yue et al. (2008). The aim of the present study was to elaborate a model to analyze the ball speed towards the goal in soccer and to show the results from 10 soccer games of Brazilian elite teams. The games were recorded with four to six cameras (7.5 to 30 Hz) and de bidimensional coordinates were obtained using the Dvideo software (Figueroa, Leite e Barros, 2006a; b). Technical actions were also registered using the Dvideo software, as shown in Moura (2006). All offensive sequences with at least four technical actions were considered in the analysis. In each offensive sequence, for every pair of sequential technical actions (a_i and a_{i+1}), the vectors **VPG** were calculated following this equation: $\mathbf{VPG} = (\mathbf{vm} \cdot \mathbf{g_u})\mathbf{g_u}$ where $\mathbf{g_u}$ is the unit vector of $\mathbf{g}$, defined by the middle point between the actions a_i and a_{i+1} (point M) and the middle point of the target goal (G); $\mathbf{vm}$ has direction defined by the difference of the position of the actions a_i and a_{i+1} , magnitude as the average speed of the ball and origin in the point M. When $\|\mathbf{VPG}\| \neq 0$, it means that there were progression or regression in relation to the goal. When the Euclidian distance between the action a_{i+1} and the goal is minor than the Euclidian distance between the action a_i and the target, goal progression will have happened. Otherwise, the action will have moved the ball away from the goal. Only the cases that progression to the goal occurred were considered in the analysis. The results of ten games were presented by mean and standard deviation of $\|\mathbf{VPG}\|$. Teams 5, 13, 17 and 19 showed values of $\|\mathbf{VPG}\|$ significantly higher near the goal than far away from the goal, when comparing different sectors of the same team. Teams that won the game showed higher values of $\|\mathbf{VPG}\|$ far from the goal than teams that lost the games, when comparing the same sector. Also, **VPG** vectors were presented graphically for 17 goals and all offensive sequences ended in shots for every team. It was possible to characterize the offensive phase of the teams based on the ball speed towards the goal. In conclusion, the model proposed showed many aspects of the offensive sequences of each team that have not been presented by other studies in the literature and can be useful to analyze match performance in soccer.

Keywords: Soccer, Attack speed, goal progression, Offensive sequences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cálculo da Velocidade Média do Ataque (YUE et al., 2008).	15
Figura 2: Exemplo de uma sequência ofensiva (YUE et al., 2008). A bola é recuperada por um jogador da equipe A na posição 1 e então passada para jogadores da mesma equipe nas posições 2, 3, 4, 5 e 6, na qual a posse de bola é perdida. Na posição 4, a bola atinge a menor distância até o centro do gol da equipe B.	15
Figura 3. Exemplo da diferença entre o método de registro do local de início da jogada, apresentado na literatura e o método proposto por Moura (2006).	16
Figura 4. Exemplo de enquadramento adotado pelas câmeras durante a coleta de dados (MOURA, 2011).	24
Figura 5. Interface do software Dvideo utilizada para identificação das ações técnicas realizadas pelos jogadores e outros eventos que ocorriam durante a partida (MOURA, 2011).	25
Figura 6 . Vetores bt , g , vm e VPG (exemplo hipotético).	28
Figura 7 . Exemplos de vetores VPG nulos.	29
Figura 8. Vetores bt e VPG do Gol 1.	31
Figura 9. Vetores bt e VPG do Gol 2.	31
Figura 10. Vetores bt e VPG do Gol 3.	31
Figura 11. Vetores bt e VPG do Gol 4.	31
Figura 12. Vetores bt e VPG do Gol 5.	32
Figura 13. Vetores bt e VPG do Gol 6.	32
Figura 14. Vetores bt e VPG do Gol 7.	32
Figura 15. Vetores bt e VPG do Gol 8.	32
Figura 16. Vetores bt e VPG do Gol 9.	32
Figura 17. Vetores bt e VPG do Gol 10.	32
Figura 18. Vetores bt e VPG do Gol 11.	33
Figura 19. Vetores bt e VPG do Gol 12.	33
Figura 20. Vetores bt e VPG do Gol 13.	33
Figura 21. Vetores bt e VPG do Gol 14.	33

Figura 22. Vetores bt e VPG do Gol 15.....	33
Figura 23. Vetores bt e VPG do Gol 16.....	33
Figura 24. Vetores bt e VPG do Gol 17.....	34
Figura 25. Jogo 1 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 1 (azul) e 2 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	35
Figura 26. Jogo 2 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 3 (azul) e 4 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	35
Figura 27. Jogo 3 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 5 (azul) e 6 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	36
Figura 28. Jogo 4 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 7 (azul) e 8 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	37
Figura 29. Jogo 5 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 9 (azul) e 10 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	37
Figura 30. Jogo 6 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 11 (azul) e 12 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	38
Figura 31. Jogo 7 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 13 (azul) e 14 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	39
Figura 32. Jogo 8 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 15 (azul) e 16 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	39
Figura 33. Jogo 9 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 17 (azul) e 18 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	40
Figura 34. Jogo 10 – Valores de $\ \mathbf{VPG}\ $ das equipes 19 (azul) e 20 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.	41
Figura 35. Vetores VPG da equipe 1 durante o jogo todo.	44
Figura 36. Vetores VPG da equipe 2 durante o jogo todo.	44
Figura 37. Vetores VPG da equipe 3 durante o jogo todo.	45
Figura 38. Vetores VPG da equipe 4 durante o jogo todo.	45
Figura 39. Vetores VPG da equipe 5 durante o jogo todo.	45
Figura 40. Vetores VPG da equipe 6 durante o jogo todo.	45
Figura 41. Vetores VPG da equipe 7 durante o jogo todo.	46
Figura 42. Vetores VPG da equipe 8 durante o jogo todo.	46

Figura 43. Vetores VPG da equipe 9 durante o jogo todo.	46
Figura 44. Vetores VPG da equipe 10 durante o jogo todo.	46
Figura 45. Vetores VPG da equipe 11 durante o jogo todo.	47
Figura 46. Vetores VPG da equipe 12 durante o jogo todo.	47
Figura 47. Vetores VPG da equipe 13 durante o jogo todo.	47
Figura 48. Vetores VPG da equipe 14 durante o jogo todo.	47
Figura 49. Vetores VPG da equipe 15 durante o jogo todo.	48
Figura 50. Vetores VPG da equipe 16 durante o jogo todo.	48
Figura 51. Vetores VPG da equipe 17 durante o jogo todo.	48
Figura 52. Vetores VPG da equipe 18 durante o jogo todo.	48
Figura 53. Vetores VPG da equipe 19 durante o jogo todo.	49
Figura 54. Vetores VPG da equipe 20 durante o jogo todo.	49
Figura 55. Exemplos de progressão ao alvo e afastamento.	57
Figura 56. Situação 1. Exemplo da Influência de $\ \mathbf{vm}\ $ no vetor VPG	58
Figura 57. Situação 2 – Exemplo da Influência de $\ \mathbf{vm}\ $	58
Figura 58. Situação 1. Exemplo da Influência da direção de $\mathbf{vm}$ em VPG	59
Figura 59. Situação 1. Exemplo da Influência da direção de $\mathbf{vm}$ em VPG	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição do tamanho de cada campo e resultados das partidas.	23
Tabela 2. Número de Sequências Ofensivas com 4 ou mais ações por equipe.	26
Tabela 3. $\ VPG\ $ de todas as Sequências durante todo o jogo. Comparação dos resultados por faixas.	42
Tabela 4. $\ VPG\ $ de todas as Sequências – Comparação entre equipes que venceram e perderam.	43
Tabela 5. $\ VPG\ $ de todas as Sequências. Classificação pela forma de término da sequência. ...	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3	OBJETIVOS	21
4	JUSTIFICATIVA	22
5	MÉTODOS	23
5.1	Método de Análise Cinemática	23
5.2	Identificação e Registro das Ações Técnicas	25
5.3	Cálculo da Velocidade de Progressão ao Gol (VPG)	27
5.4	Forma de Análise dos Resultados.....	29
6	RESULTADOS	31
6.1	Dinâmica do VPG ao longo da partida.....	34
6.2	Valores de VPG por faixa no campo e resultado na partida	41
6.3	Valores de VPG por forma de término da sequência ofensiva	43
7	DISCUSSÃO.....	50
8	CONCLUSÃO.....	54
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
10	APÊNDICE	57
10.1	Exemplos de Situações Hipotéticas	57

1 INTRODUÇÃO

A análise de jogos de futebol apresenta uma vasta gama de possibilidades que podem estar relacionadas ao desempenho dos atletas e ao resultado do jogo. Por este motivo, pesquisadores, técnicos, treinadores e profissionais de diversas áreas buscam criar e aperfeiçoar procedimentos metodológicos capazes de detectar e codificar o maior número de informações disponíveis durante uma partida ou competição (MOURA, 2006).

Métodos baseados na utilização de aparelhos de GPS - Sistema Global de Posicionamento (HILL-HAAS et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010) ou na análise cinemática por videogrametria (BARROS et al., 2007; DI SALVO et al., 2009; RAMPININI et al., 2009) já foram utilizados para obter a posição, a distância percorrida e a velocidade dos jogadores durante a partida.

Além disso, a partir de sistemas notacionais¹, diversos autores buscaram analisar a fase ofensiva das equipes durante partidas de futebol para compreender as formas mais eficientes em se obter resultados positivos (REEP E BENJAMIN, 1968; BATE, 1988; HUGHES, ROBERTSON E NICHOLSON, 1988; GARGANTA, 1997; OLSEN E LARSEN, 1997; LEITÃO, 2004; HUGHES E FRANKS, 2005; TENGA et al., 2009; TENGA et al., 2010a; b).

Entende-se por ataque ou fase ofensiva uma sequência de ações realizadas pela equipe em posse de bola. No presente estudo, será adotado o termo sequência ofensiva. Segundo Reep e Benjamin (1968), a sequência ofensiva é iniciada quando um jogador de uma equipe, tendo acabado de recuperar a posse de bola, inicia uma série de passes entre membros de sua equipe, até que ocorra uma finalização ao gol, a bola saia dos limites do jogo, ocorra uma infração na regra ou a jogada seja interrompida por uma ação do adversário.

Pollard, Reep e Harly (1988) fizeram uma adaptação da definição de Reep e Benjamin (1968), na qual a sequência ofensiva é iniciada quando o jogador ganha a posse

¹ Sistemas notacionais são ferramentas de registro das informações do jogo, podendo ser manuais ou computadorizados (HUGHES E FRANKS, 1997).

de bola por qualquer meio, exceto por um jogador da mesma equipe. O jogador deve ter controle suficiente sobre a bola para continuar com uma série de passes entre jogadores da mesma equipe. A fase ofensiva termina imediatamente quando um dos eventos ocorrer: a) a bola for para fora dos limites do jogo; a bola for tocada por um jogador adversário (um toque momentâneo que não modificar significativamente a trajetória da bola é excluído); ou b) acontecer uma infração das regras do jogo (falta ou impedimento, por exemplo).

Existem diversas tentativas em identificar e descrever padrões ou estilos diferentes de jogar futebol. Segundo Pollard, Reep e Harly (1988), podem ser definidos dois estilos de jogo diferentes: o jogo elaborado, o qual é formado por sequências de vários passes consecutivos; e o jogo direto, que utiliza passes longos e para frente de maneira predominante.

Segundo Tenga et al. (2009), o jogo direto busca realizar passes atrás dos jogadores adversários, visando sempre progredir em direção ao gol adversário imediatamente após a recuperação da posse de bola. Ainda, o jogo direto encoraja um grande número de corridas em altas velocidades ao ataque, assim como passes longos. O mesmo autor coloca que, no jogo elaborado, os jogadores optam frequentemente por passes seguros e conduções tanto para o lado quanto para trás. Ao mesmo tempo, o jogo elaborado frequentemente utiliza os espaços nos arredores do campo, além de construir a maior parte de seus ataques usando passes curtos.

Outra vertente de pesquisa relacionada ao estilo de ataque foi defendida por Garganta (1997) e Leitão (2004). Os ataques foram classificados em rápidos, contra-ataques, ataques posicionais e mistos. Cada estilo é caracterizado pela análise subjetiva do equilíbrio e desequilíbrio defensivo e ofensivo das equipes, pela velocidade de transição da bola do setor de recuperação para o setor de finalização, pelas atitudes e comportamentos individuais e coletivos dos jogadores, pelo número de passes e jogadores participantes, entre outros aspectos.

Essencialmente, os métodos citados buscam analisar o ataque pela velocidade ou duração da sequência ofensiva. Nota-se, entretanto, a necessidade do julgamento subjetivo de um observador para a análise das partidas. Porém, existem aplicações matemáticas na análise de aspectos táticos do futebol, as quais são objetivas e

com elevado grau de reprodutibilidade, independentemente de interpretação de um observador ou do nível das equipes analisadas.

Neste âmbito, a principal forma para analisar a velocidade do ataque foi apresentada por Yue et al. (2008), que analisaram um jogo entre duas equipes de alto nível da Alemanha. O cálculo da velocidade do ataque foi realizado baseado na diferença das distâncias do início da sequência até o gol e na distância da ação mais próxima da meta até o gol e no tempo decorrido (figura 1).

$$V_{ATT} = \begin{cases} (d_1 - d_s)/(t_s - t_1) & \text{if } t_s > t_1 \\ 0 & \text{if } t_s = t_1. \end{cases}$$

Figura 1. Cálculo da Velocidade Média do Ataque (YUE et al., 2008).

Onde d_1 é a distância do local da ação inicial até o centro da meta e d_s é a distância da ação mais próxima da meta até o centro do gol, com tempos t_1 e t_s , respectivamente (figura 2). As ações que ocorreram depois da ação mais perto da meta são desconsideradas da análise. Porém, a metodologia proposta por Yue et al. (2008) calcula a velocidade média do ataque, desconsiderando as diferentes influências que cada ação faz na progressão ao alvo durante o ataque.

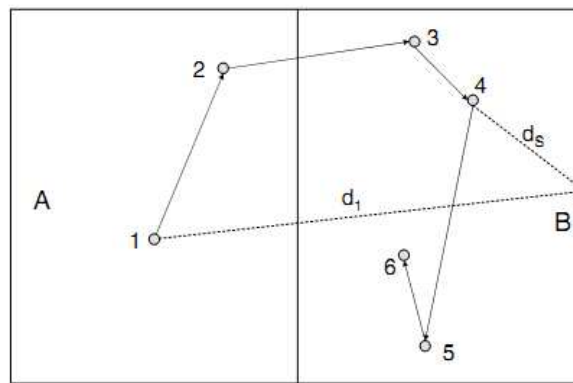


Figura 2: Exemplo de uma sequência ofensiva (YUE et al., 2008). A bola é recuperada por um jogador da equipe A na posição 1 e então passada para jogadores da mesma equipe nas posições 2, 3, 4, 5 e 6, na qual a posse de bola é perdida. Na posição 4, a bola atinge a menor distância até o centro do gol da equipe B.

Porém, segundo Moura (2006), existe um problema na caracterização do início da sequência ofensiva em todos os trabalhos apresentados acima. Ainda segundo o autor, foi por meio de sequências que contém interrupções do adversário (com desarmes ou faltas) que muitas finalizações ocorreram, seja por cobranças de faltas ou por recuperação da posse de bola imediatamente após o desarme do adversário. Moura (2006) colocou que em muitas ocasiões os jogadores não conseguem completar suas sequências de ações, permitindo interrupções do adversário, mas criando importantes situações de finalização. De acordo com as definições de Reep e Benjamin (1968) e Pollard, Reep e Harly (1988), a sequência de passes anterior à interrupção do adversário seria desconsiderada na análise. Assim, as sequências tendem a serem consideradas mais curtas do que realmente são, já que boa parte de sua construção inicial não é levada em consideração.

Assim, Moura (2006) propõe uma nova definição de sequência ofensiva, ilustrada na figura 3. A definição proposta pelo autor assume que a sequência pode conter interrupções do adversário, desde que sejam incompletas, ou seja, ações que não recuperem a posse de bola para a equipe que defende (i.e. desarmes incompletos ou faltas cometidas).

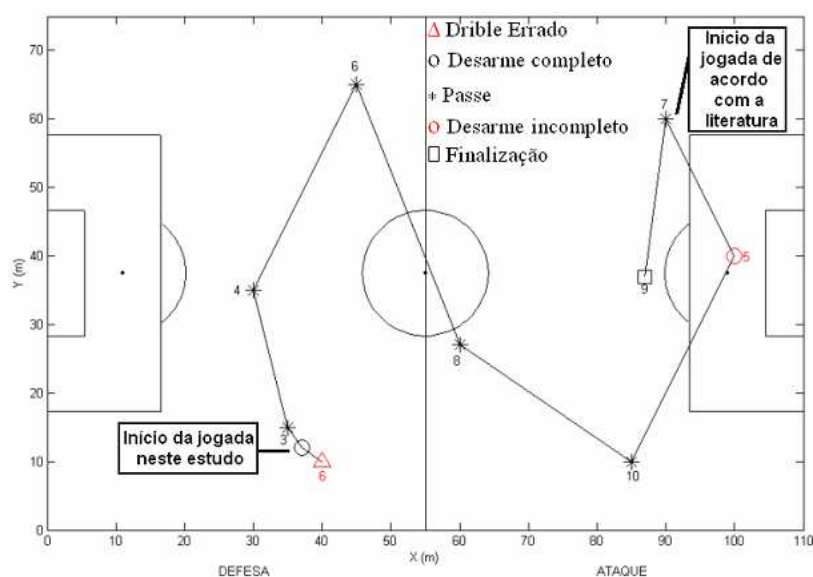


Figura 3. Exemplo da diferença entre o método de registro do local de início da jogada, apresentado na literatura e o método proposto por Moura (2006).

A diferença no método proposto por Moura (2006) na identificação do início da sequência ofensiva, assim como os métodos utilizados para análise do ataque na literatura deixam questões a serem pesquisadas. Neste sentido, como pode ser avaliada de forma objetiva a velocidade de cada ação durante o ataque no futebol? Como levar em conta, ao mesmo tempo, o comprimento do passe, o tempo decorrido, a direção e o sentido de cada ação técnica realizada pelos jogadores na análise da velocidade do ataque? A velocidade média do ataque é a melhor maneira para estudar o fenômeno? A classificação do ataque em apenas duas categorias – jogo direto ou elaborado – é uma simplificação excessiva do fenômeno?

Com o objetivo de discutir e responder estas questões, o presente trabalho apresenta um modelo para análise da velocidade de progressão da bola ao gol. Serão apresentados os resultados de dez jogos da elite do futebol brasileiro coletados entre 2001 e 2008. Diferentemente da maioria dos trabalhos na literatura, as sequências ofensivas não serão classificadas em jogo apoiado ou jogo direto, mas sim analisadas por meio da velocidade de progressão da bola em direção ao gol.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Pesquisas relacionadas às características e à eficiência do estilo de jogo das equipes estão concentradas, principalmente, em como os gols foram marcados e em comparações entre equipes bem e malsucedidas. Além da análise a partir da avaliação do estilo de jogo mais eficiente (OLSEN e LARSEN, 1997; TENGA et al., 2010a; b), as características do ataque já foram estudadas com base no tempo decorrido no ataque, do número de jogadores, ações técnicas e toques na bola realizados pelos jogadores (REEP e BENJAMIN, 1968; BATE, 1988; HUGHES, ROBERTSON e NICHOLSON, 1988; HUGHES e FRANKS, 2005).

O trabalho de Reep e Benjamin (1968) é um dos precursores em análise de desempenho no futebol. A pesquisa foi baseada na análise de dados coletados de 3213 partidas ocorridas entre 1953 e 1968. Os autores pesquisaram a relação do tamanho da sequência de passes com o sucesso em realizar o gol. Encontraram que 80% dos gols resultaram em uma sequência de três passes ou menos; e um gol é marcado a cada 10 finalizações, entre outros resultados.

Os resultados de Reep e Benjamin (1968) foram apoiados por Bate (1988), o qual concluiu que para aumentar as chances de fazer um gol, uma equipe deve jogar a bola em direção ao ataque sempre que possível, reduzir ao mínimo o número de passes laterais e para trás, aumentar o número de passes longos e para frente, além de conduções de bola em direção ao ataque.

Segundo Franks e McGarry (1996), a utilização destas recomendações por treinadores de futebol na Inglaterra foi responsável pelo estilo de ataque que se tornou conhecido como jogo direto. Diversos autores defendem o jogo direto como o estilo de jogo mais eficiente (REEP e BENJAMIN, 1968; BATE, 1988; TENGA et al., 2010a; b).

Por outro lado, MCGARRY e FRANKS (2003) colocaram que a relação entre alto desempenho e jogo direto não é bem compreendida. A literatura também apresenta resultados divergentes, com trabalhos que corroboram com o jogo elaborado (HUGHES, ROBERTSON e NICHOLSON, 1988; HUGHES e CHURCHILL, 2004; HUGHES e FRANKS, 2005)

Em defesa ao jogo elaborado, Hughes, Robertson e Nicholson (1988) encontraram que equipes bem sucedidas usaram mais toques na bola por posse de bola que equipes malsucedidas nas finais da Copa do Mundo de 1986. Esses resultados foram apoiados por Hughes e Churchill (2004), que encontraram que equipes bem sucedidas na Copa América de 2001 mantiveram a bola por mais tempo e criaram finalizações após sequências ofensivas com duração superior a 20 segundos com maior frequência. Ainda neste âmbito, Hughes e Franks (2005) mostraram que relativamente mais gols foram marcados a partir de longas sequências de passes do que em sequências curtas, pois sequências longas de passes ocorrem com menor frequência do que as sequências curtas.

Visando relacionar as características de jogo de uma equipe e a interação com a marcação do adversário, Olsen e Larsen (1997) encontraram que contra-ataques iniciados quando a defesa adversária estava desequilibrada possibilitaram mais oportunidades e gols do que quando a defesa adversária encontrava-se equilibrada.

Tenga et al. (2010b) analisaram 1891 sequências ofensivas, das quais 203 resultaram em gols e 1688 foram escolhidas aleatoriamente para serem utilizadas como grupo controle. A proporção de gols realizados em contra-ataques (52%) foi maior do que em ataques elaborados (48%), enquanto no grupo controle a proporção de ataques elaborados (59%) foi maior do que a de contra-ataques (41%). Além disso, apenas 2,5% dos gols foram marcados contra uma defesa equilibrada.

Entretanto, com exceção dos estudos de Olsen e Larsen (1997) e Tenga et al. (2010b), todos os trabalhos apresentados anteriormente usaram o número de passes (sequências curtas ou longas) ou a duração da sequência para definir jogo direto ou jogo elaborado, o que pode ser problemático, pois exclui outras características essenciais destes estilos de ataque (TENGA et al., 2009).

Apesar de considerarem mais variáveis para definir os métodos de ataque (e não apenas o número de passes na sequência), os trabalhos de Olsen e Larsen (1997) e Tenga et al. (2010a) compartilham um problema em comum: dependem do julgamento subjetivo do observador para caracterizar o ataque e, segundo Tenga et al. (2010a), algumas destas variáveis tem baixa reprodutibilidade inter-observador.

Uma das formas objetivas de analisar as características do ataque de forma objetiva foi apresentada por Yue et al. (2008). Foram apresentados os resultados de duas

equipes de elite da Alemanha durante o primeiro tempo de uma partida. A média da velocidade dos ataques foi de 4,16 m/s e 4,28 m/s para cada uma das equipes. Também foram calculadas outras variáveis, como a eficiência do ataque (número de finalizações/número de sequências ofensivas), entre outros resultados.

A classificação das sequências ofensivas em jogo direto ou elaborado e a relação destes estilos com o sucesso em partidas de futebol é bastante controversa. Os resultados do presente trabalho serão utilizados para verificar a hipótese de que o método apresentado descreve de forma mais detalhada e objetiva a velocidade do ataque no futebol do que as classificações em jogo direto ou elaborado conhecidas na literatura.

3 OBJETIVOS

- Propor um modelo de análise do ataque no futebol baseado na velocidade de progressão da bola ao gol.
- Analisar e descrever as principais características de velocidade de progressão da bola ao gol das sequências ofensivas de dez jogos da elite do futebol brasileiro.

4 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de modelos para análise de jogos de futebol é essencial para que treinadores, assistentes e preparadores físicos tenham ferramentas que auxiliem no entendimento do jogo e na busca pelo resultado.

No que diz respeito à velocidade do ataque no futebol, os trabalhos existentes na literatura dependem do julgamento subjetivo de um observador (GARGANTA, 1997; LEITÃO, 2004; TENGA et al., 2010b) ou classificam o estilo de jogo usando apenas o número de ações técnicas ou a duração da sequência ofensiva (REEP e BENJAMIN, 1968; BATE, 1988; HUGHES e FRANKS, 2005). Foi encontrado apenas um método de análise da velocidade do ataque na literatura por meio de aplicações matemáticas (YUE et al., 2008), o qual contempla apenas a velocidade média do ataque, descartando a importância de cada ação separadamente.

Neste sentido, o presente estudo apresentará um modelo matemático de fácil reprodutibilidade para descrição e análise da velocidade de progressão da bola ao gol no futebol, assunto pouco trabalhado na literatura científica.

5 MÉTODOS

5.1 Método de Análise Cinemática

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista aprovou esta pesquisa. Foram analisados dez jogos da primeira divisão do Campeonato Brasileiro de Futebol profissional, realizados entre os anos de 2001 a 2008. Os dados coletados pertencem ao Laboratório de Instrumentação para Biomecânica, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Cada jogo foi rotulado como jogo 1, jogo 2..., jogo 10 e as equipes envolvidas como equipe 1, equipe 2..., equipe 20 (tabela 1). Os jogos foram filmados por até seis câmeras digitais com frequência de aquisição de 30 Hz, colocadas nos pontos altos do estádio. As câmeras foram posicionadas de forma que cada câmera enquadrava aproximadamente um quarto do campo, com regiões de sobreposição. A figura 4 apresenta um exemplo de enquadramento utilizado na coleta de dados (MOURA, 2011).

Tabela 1. Descrição do tamanho de cada campo e resultados das partidas.

Jogo	Equipes	Estádio em que o jogo foi realizado	Dimensões do campo (m)
Jogo 1	Equipe 1 x Equipe 2	Urbano Caldeira (Vila Belmiro)	106 x 72
Jogo 2	Equipe 3 x Equipe 4	Paulo M. de Carvalho (Pacaembu)	104 x 70,5
Jogo 3	Equipe 5 x Equipe 6	Cícero P. de Toledo (Morumbi)	107 x 73
Jogo 4	Equipe 7 x Equipe 8	Cícero P. de Toledo (Morumbi)	107 x 73
Jogo 5	Equipe 9 x Equipe 10	Cícero P. de Toledo (Morumbi)	107 x 73
Jogo 6	Equipe 11 x Equipe 12	Brinco de Ouro da Princesa	111 x 80
Jogo 7	Equipe 13 x Equipe 14	Joaquim A. Guimarães (Arena da Baixada)	105 x 68
Jogo 8	Equipe 15 x Equipe 16	Joaquim A. Guimarães (Arena da Baixada)	105 x 68
Jogo 9	Equipe 17 x Equipe 18	Joaquim A. Guimarães (Arena da Baixada)	105 x 68
Jogo 10	Equipe 19 x Equipe 20	Joaquim A. Guimarães (Arena da Baixada)	105 x 68



Figura 4. Exemplo de enquadramento adotado pelas câmeras durante a coleta de dados (MOURA, 2011).

Após os jogos, as sequências de imagens foram transferidas para computadores a uma frequência de 7,5 Hz em seis jogos e a 30 Hz em quatro jogos. A diferença no procedimento de transferência foi resultado dos diferentes períodos no qual os jogos foram coletados (2001 a 2008), mas não interferiram nos resultados do estudo. Os arquivos foram salvos no formato *Audio Video Interleaved* (AVI). A sincronização das câmeras foi realizada a partir de eventos de alta velocidade (como um chute ou o quique da bola), ocorridos nas regiões de sobreposição das imagens.

Nos 10 jogos analisados, participaram 277 jogadores. Para a obtenção das coordenadas bidimensionais dos jogadores durante o jogo, os processos de segmentação e rastreamento foram realizados por meio do *software* Dvideo (FIGUEROA, LEITE e BARROS, 2006a; b). Situações não resolvidas automaticamente² foram corrigidas manualmente. Após terem sido medidas as posições dos jogadores nas sequências de vídeo, as coordenadas bidimensionais foram obtidas em relação ao sistema de coordenadas do

² Situações não resolvidas automaticamente são, predominantemente, causadas por oclusões de jogadores, ou seja, situações onde um jogador fica na frente do outro na filmagem.

campo. Os dados obtidos foram suavizados pelo filtro Buttherworth passa-baixa de terceira ordem com frequência de corte de 0,4 Hz no *software* Matlab®.

5.2 Identificação e Registro das Ações Técnicas

As ações técnicas realizadas pelos jogadores – passes, domínios, conduções, dribles, finalizações e desarmes, assim como indicadores de regras (tiro de meta, escanteio, lateral, faltas recebidas e cometidas, impedimento, interrupção do árbitro e gols contra e a favor) – foram registradas em outra interface do *software* Dvideo, conforme explicitado por Moura (2006) e apresentado na figura 5. Para ambas as equipes e para cada jogador foram registrados os instantes e locais em que cada ação foi realizada.



Figura 5. Interface do software Dvideo utilizada para identificação das ações técnicas realizadas pelos jogadores e outros eventos que ocorriam durante a partida (MOURA, 2011).

No presente trabalho, o início e término das sequências ofensivas foram definidos conforme Moura (2006). Todas as ações técnicas realizadas pelos jogadores de uma equipe desde o momento da recuperação até a perda da posse de bola formam uma sequência ofensiva. Ações isoladas realizadas pelo adversário (desarmes incompletos ou faltas cometidas) não foram consideradas como recuperação da posse de bola e, portanto, não terminam a sequência. Assim, cada sequência ofensiva é composta por uma sequência de ações técnicas de uma mesma equipe, podendo conter interferências do adversário sem que haja recuperação da posse de bola. Durante o jogo, cada equipe constrói diversas sequências ofensivas.

Com objetivo de analisar a construção de jogadas pelas equipes e não apenas ações isoladas realizadas pelos jogadores, foram consideradas para análise as sequências com pelo menos quatro ações técnicas realizadas por cada equipe nos 10 jogos. A tabela 2 apresenta o número de sequências ofensivas analisadas de cada equipe.

Tabela 2. Número de Sequências Ofensivas com 4 ou mais ações por equipe.

Equipe	1º Tempo	2º Tempo	Total
1	47	41	88
2	43	36	79
3	51	38	89
4	35	43	78
5	48	42	90
6	38	37	75
7	50	38	88
8	36	37	73
9	35	41	76
10	46	30	76
11	42	48	90
12	32	28	60
13	49	45	94
14	36	36	72
15	41	36	77
16	42	37	79
17	39	39	78
18	41	41	82
19	32	24	56
20	32	40	72

5.3 Cálculo da Velocidade de Progressão ao Gol (VPG)

Todos os cálculos a seguir foram realizados em ambiente Matlab®. Calculados os vetores (figura 6):

$$\begin{aligned} \mathbf{bt} &= a_{i+1} - a_i \\ \mathbf{bt}_u &= \frac{\mathbf{bt}}{\|\mathbf{bt}\|} \end{aligned}$$

Onde a representa o vetor posição da ação i . Assim, a_{i+1} representa o vetor posição da ação seguinte da mesma equipe na sequência ofensiva. Conforme demonstrado, $\mathbf{bt}_u$ é o vetor unitário de $\mathbf{bt}$.

$$\begin{aligned} \mathbf{g} &= G - M \\ \mathbf{g}_u &= \frac{\mathbf{g}}{\|\mathbf{g}\|} \end{aligned}$$

Onde $G = (t_2 + t_1)/2$, sendo t_1 e t_2 os pontos que representam as posições das traves do gol adversário; e $M = (a_{i+1} + a_i)/2$, ou seja, o ponto médio entre as duas ações em questão. Além disso, $\mathbf{g}_u$ é o vetor unitário de $\mathbf{g}$.

$$\mathbf{vm} = \mathbf{bt}_u \cdot V$$

Onde $V = \|\mathbf{bt}\|/(t_{i+1} - t_i)$ e t representa o tempo nas ações i e $i+1$.

Por fim, definimos o vetor **VPG** por:

$$\mathbf{VPG} = (\mathbf{vm} \cdot \mathbf{g}_u) \mathbf{g}_u$$

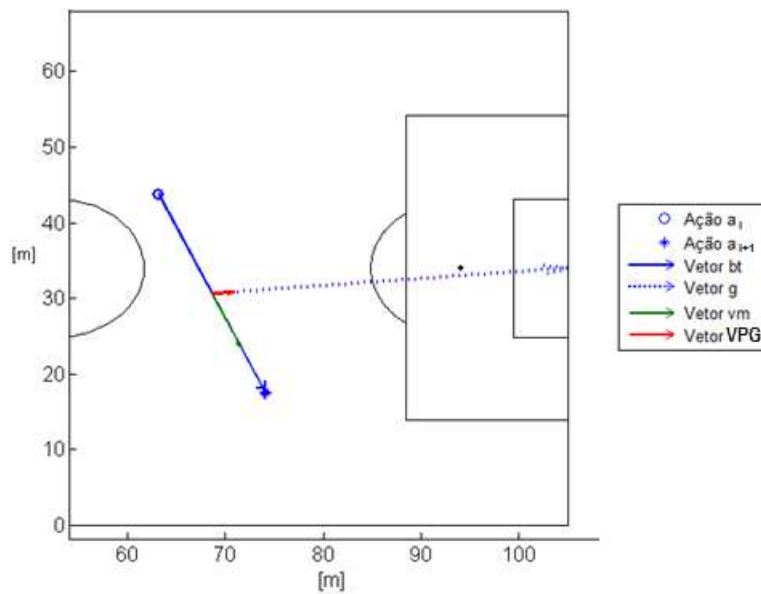


Figura 6 . Vetores bt , g , vm e VPG (exemplo hipotético).

Nos casos em que $\|VPG\|$ for diferente de zero, houve progressão ou afastamento da bola em relação ao gol. Sempre que a distância euclidiana entre a ação a_{i+1} e o gol for menor do que a distância euclidiana entre a ação a_i e o gol, isso representará progressão da bola ao gol. Caso contrário, terá ocorrido afastamento. Em outras palavras, terá ocorrido progressão ao alvo quando VPG tiver a mesma direção e sentido de g e afastamento quando tiverem a mesma direção, mas com sentido contrário.

Sempre que VPG for nulo, a distância euclidiana entre a ação a_i e o gol será igual à distância euclidiana entre a ação a_{i+1} e o gol, ou seja, não houve progressão nem afastamento em relação ao gol. Em todas estas situações, os vetores bt e vm serão, necessariamente, perpendiculares ao vetor g (figura 7). Exemplos hipotéticos destes e outros casos estão apresentados no anexo 1.

No presente estudo, foram considerados na análise apenas os casos de progressão ao gol. Todos os vetores VPG nulos e também com sentido contrário a g foram desconsiderados da análise. Este procedimento foi realizado com o objetivo de analisar apenas as ações de progressão ao gol, sendo descartadas as ações que levaram a afastamento.

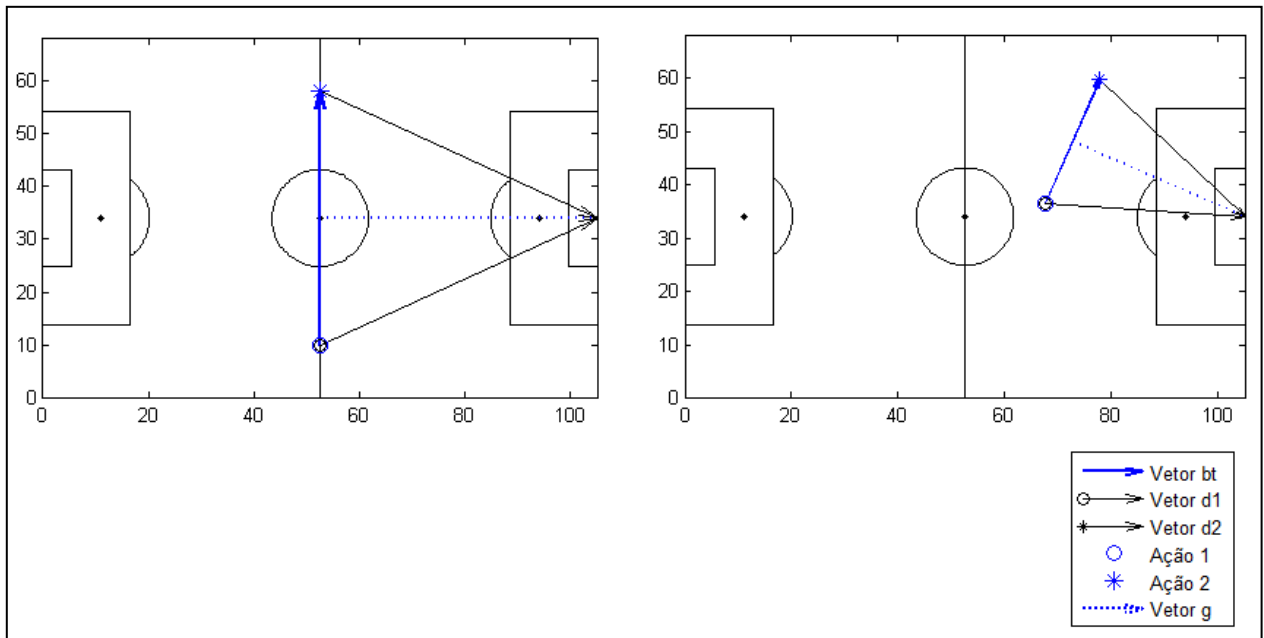


Figura 7 . Exemplos de vetores **VPG** nulos.

5.4 Forma de Análise dos Resultados

Os resultados de $\|\text{VPG}\|$ serão apresentados em média e desvio padrão para todas as ações analisadas, para faixas 1 e 2 e para o campo todo, para equipes vitoriosas e derrotadas, assim como para sequências terminadas em finalização ou perda da posse de bola.

Para cada campo de jogo, foi calculada a maior distância possível entre um ponto no campo e o gol ($d_{\max}$), dada pela distância da origem do sistema de coordenadas (escanteio no campo de defesa) até o alvo (G). Os vetores **VPG** foram classificados em duas categorias, as quais serão utilizadas para análise e comparação dos resultados:

- **Faixa 1**, onde a origem normalizada do vetor **VPG** está entre 0 e $\frac{D_{\max}}{2}$.
- **Faixa 2**, onde a origem normalizada do vetor **VPG** está entre $\frac{D_{\max}}{2}$ e $D_{\max}$.

Para a análise da normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Lilliefors*. Diante da normalidade, a comparação dos resultados foi realizada pelo *Teste T para amostras independentes (Two-sample T-test)*. Quando pelo menos um dos conjuntos de dados não apresentou normalidade, foi utilizado o *Teste de Soma de Postos de Wilcoxon (Wilcoxon rank sum test)* para a comparação dos resultados. Em todos os casos, o valor adotado para significância foi $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados e comparados com o objetivo de compreender melhor as características de cada equipe em sequências ofensivas durante as partidas analisadas. Primeiramente, serão apresentados os resultados de 17 gols analisados, todos com pelo menos 4 ações técnicas (figuras 8 a 24). Como foram colocadas todas as ações da sequência, estão representados todos os vetores **VPG**, mesmo que tenha ocorrido afastamento em relação ao gol adversário. Os vetores vermelhos representam o **VPG**; os azuis os vetores **bt**; as linhas pontilhadas indicam as interrupções incompletas do adversário.

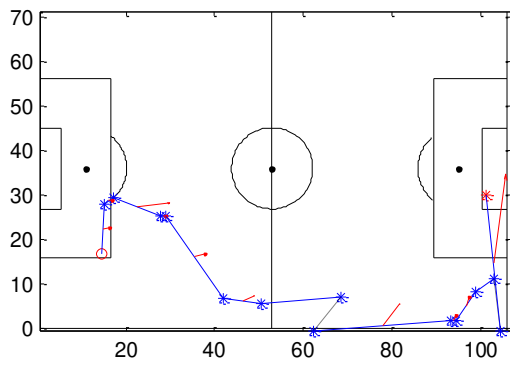


Figura 8. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 1.

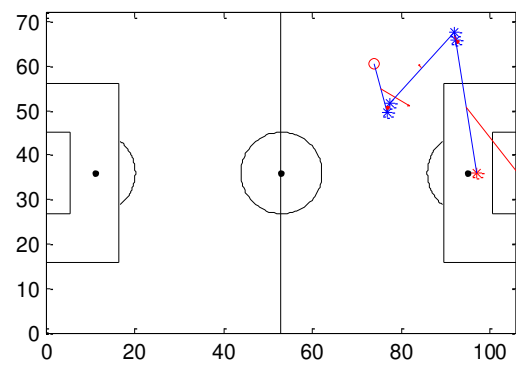


Figura 9. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 2.

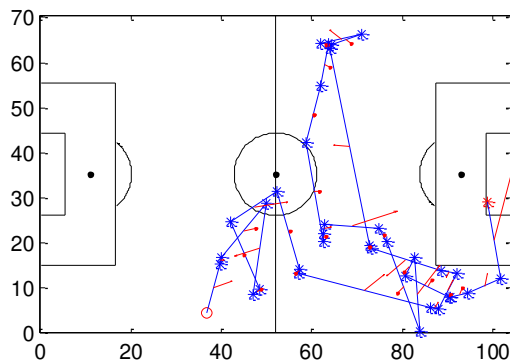


Figura 10. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 3.

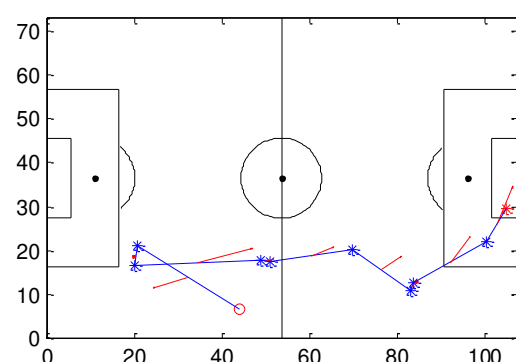


Figura 11. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 4.

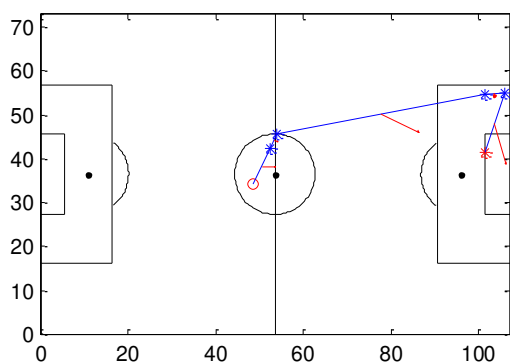


Figura 12. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 5.

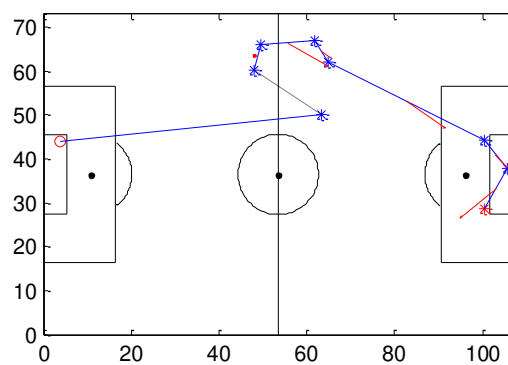


Figura 13. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 6.

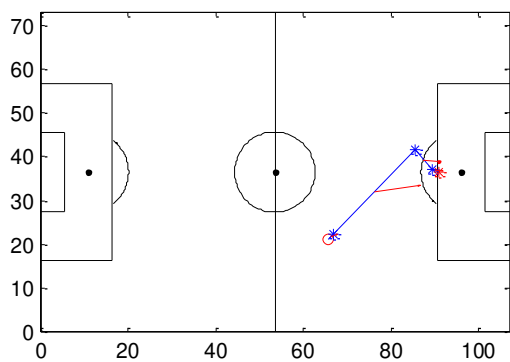


Figura 14. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 7.

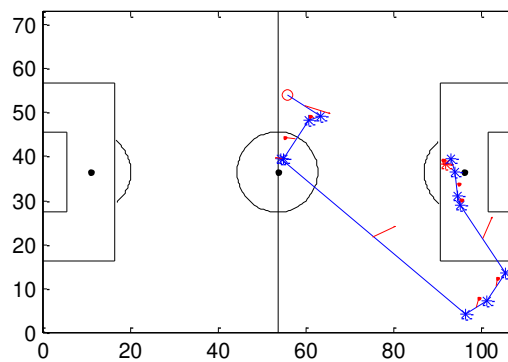


Figura 15. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 8.

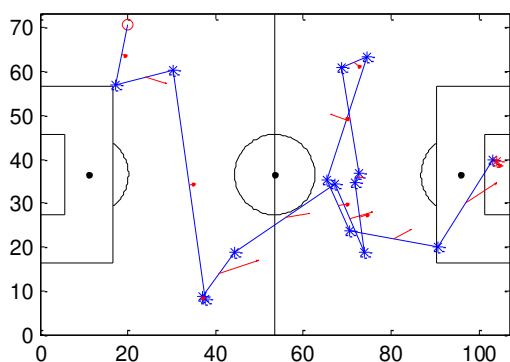


Figura 16. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 9.

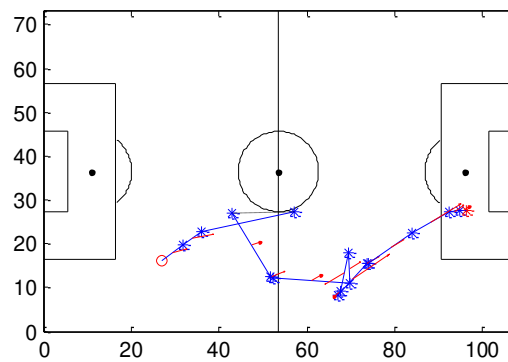


Figura 17. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 10.

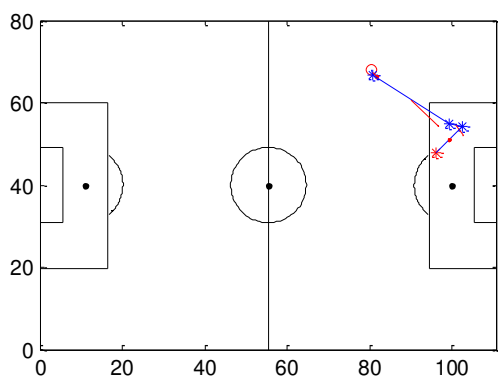


Figura 18. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 11.

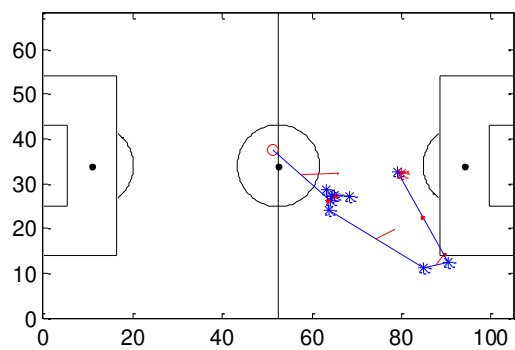


Figura 19. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 12.

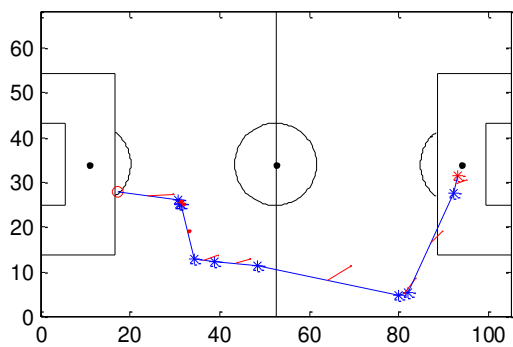


Figura 20. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 13.

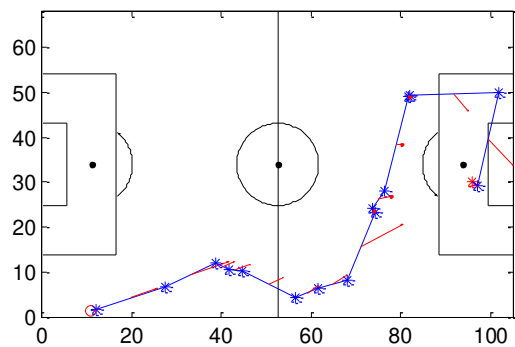


Figura 21. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 14.

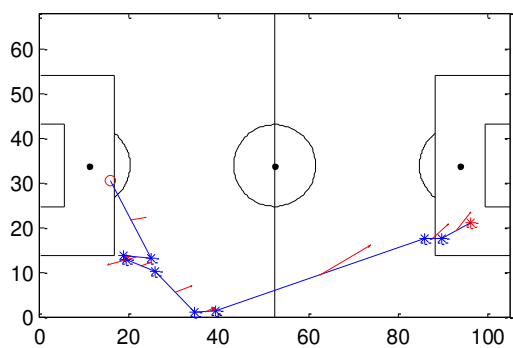


Figura 22. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 15.

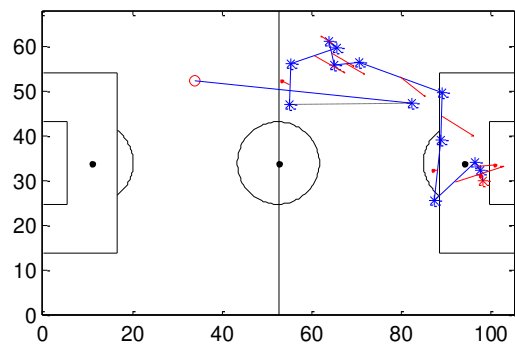


Figura 23. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 16.

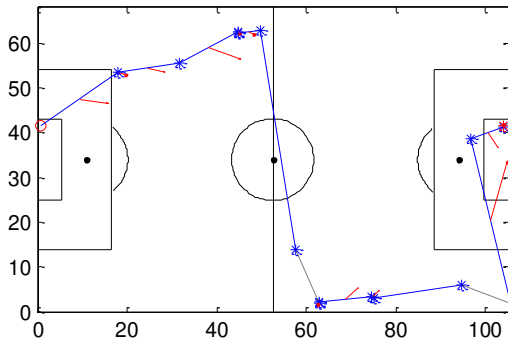


Figura 24. Vetores **bt** e **VPG** do Gol 17.

Abaixo serão apresentados os resultados obtidos pela análise da velocidade de progressão ao gol das 20 equipes que fizeram parte deste estudo. É importante ressaltar que, por se tratar de apenas 10 jogos, os resultados não representam padrões esperados para o futebol, mas sim características específicas das partidas analisadas.

6.1 Dinâmica do $\|\mathbf{VPG}\|$ ao longo da partida

Visando analisar a velocidade de progressão ao gol de forma bastante ampla em cada jogo, as figuras 25 a 34 apresentam a dinâmica dos valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ ao longo do primeiro e segundo tempo de jogo de cada partida. Foram consideradas apenas as ações que progrediram ao gol, sendo desconsideradas aquelas que levaram a afastamento, conforme discutido anteriormente. Cada ponto no gráfico indica um valor de $\|\mathbf{VPG}\|$. Pontos interligados indicam ações sequenciais. Pontos isolados indicam ações que sofreram interrupções do adversário.

Ao analisar de forma descritiva a figura 25, podemos perceber que as equipes 1 (azul) e 2 (vermelha) apresentam algumas diferenças na dinâmica dos valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ ao longo da partida. É possível perceber que a equipe 2 possui picos de velocidade maiores do que a equipe 1, principalmente no primeiro tempo.

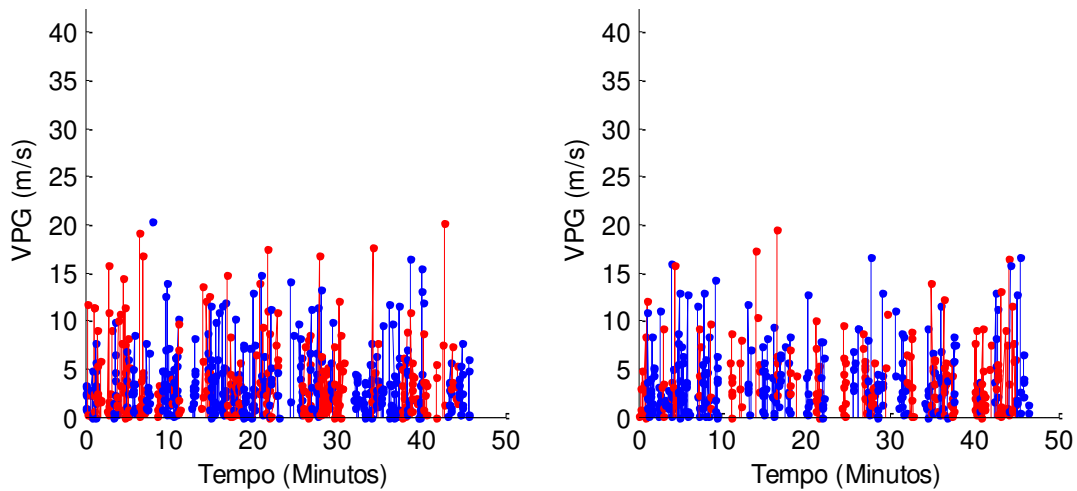


Figura 25. Jogo 1 – Valores de $\|\text{VPG}\|$ das equipes 1 (azul) e 2 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

A dinâmica dos valores de $\|\text{VPG}\|$ das equipes 3 e 4 foi apresentada na figura 26. Nota-se que, no primeiro tempo, a equipe 3 (azul) teve picos e sequências de $\|\text{VPG}\|$ maiores e com maior frequência do que a equipe adversária. A partir dos 40 minutos da primeira etapa também existe uma concentração de ações de progressão.

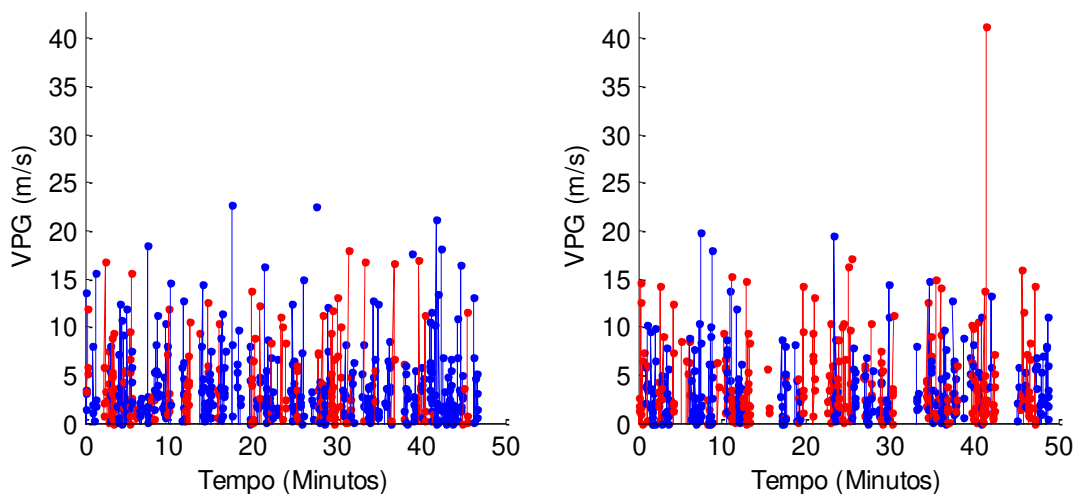


Figura 26. Jogo 2 – Valores de $\|\text{VPG}\|$ das equipes 3 (azul) e 4 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

A figura 27 apresenta os valores de $\|\text{VPG}\|$ das equipes 5 (azul) e 6 (vermelha) ao longo da partida. Pode-se perceber que os picos de velocidade da equipe 5

são, de forma geral, maiores do que os picos da equipe 6. Porém, nota-se uma grande alternância entre sequências de cada equipe. Diferentemente dos jogos anteriores, não é possível observar a predominância de sequências de uma equipe sobre a outra. Ambas as equipes apresentam picos isolados de velocidade, principalmente no segundo tempo.

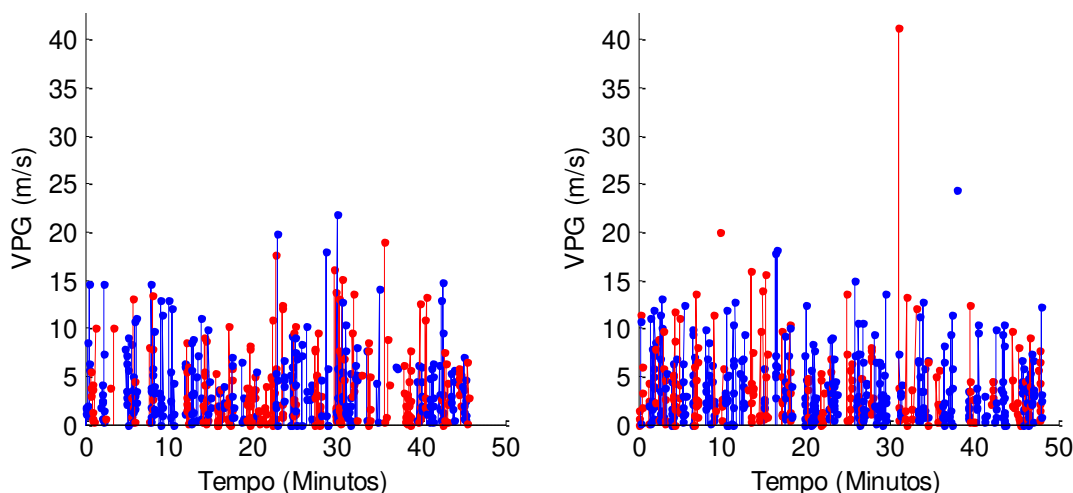


Figura 27. Jogo 3 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 5 (azul) e 6 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

O jogo 4, apresentado na figura 28. Assim como no jogo 1, pode-se perceber a grande quantidade de picos de $\|\mathbf{VPG}\|$ da equipe 7 (azul), principalmente no primeiro tempo. Apesar da equipe 8 (vermelha) apresentar valores altos de $\|\mathbf{VPG}\|$ no início do jogo, são apenas valores isolados. Já no segundo tempo, parece ter existido maior equilíbrio e existe uma grande alternância de sequências das equipes 7 e 8.

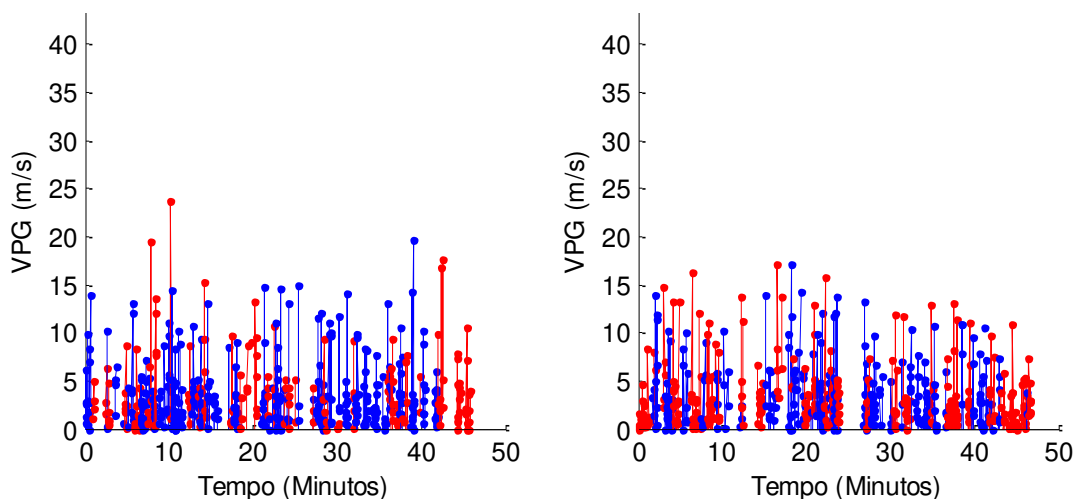


Figura 28. Jogo 4 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 7 (azul) e 8 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

O primeiro tempo do jogo 5, cujo os valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ foram apresentados na figura 29, possui algumas peculiaridades. É bastante claro o predomínio de sequências da equipe 10 (vermelha) nos 25 minutos iniciais da partida, com sequências de $\|\mathbf{VPG}\|$. Esta situação se inverte a partir dos 25 minutos do primeiro tempo e até o final da partida.

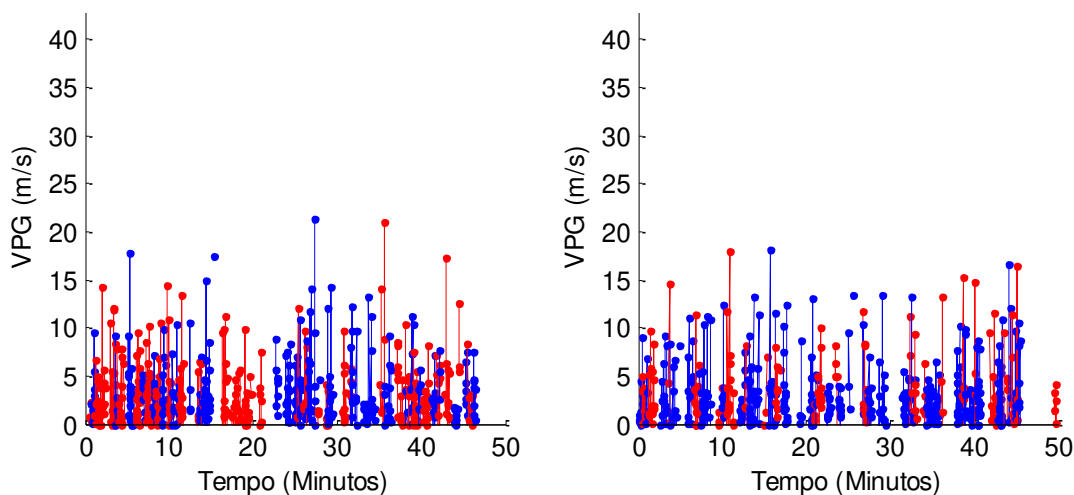


Figura 29. Jogo 5 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 9 (azul) e 10 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

A figura 30 mostra os valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 11 (azul) e 12 (vermelha). Nota-se uma grande alternância entre sequências de $\|\mathbf{VPG}\|$ de cada equipe ao longo da partida, tanto no primeiro quanto no segundo tempo de jogo.

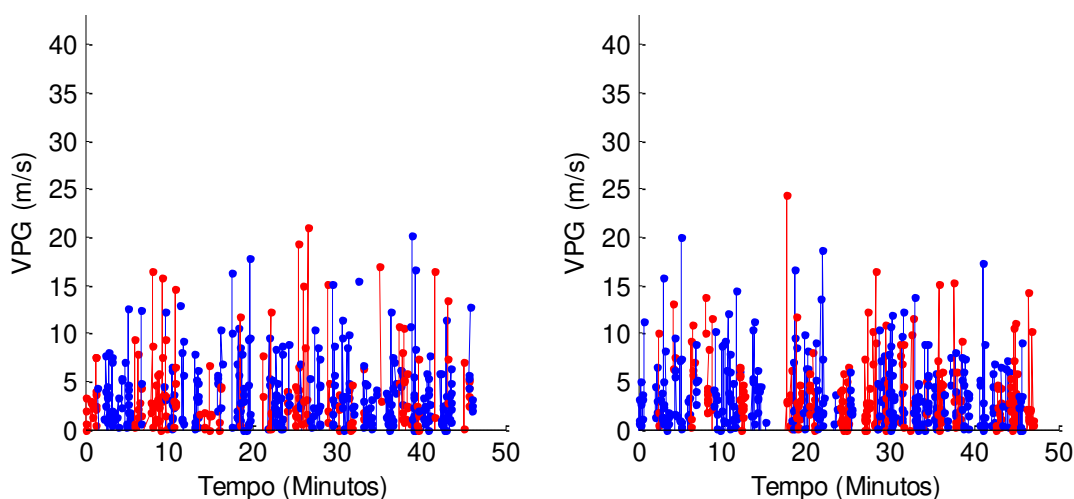


Figura 30. Jogo 6 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 11 (azul) e 12 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

No início do jogo 7 (figura 31), pode-se perceber valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ com grande magnitude, tanto para a equipe 13 (azul), quanto para equipe 14 (vermelha). A partir dos 20 minutos da primeira etapa, nota-se uma leve predominância de sequências da equipe 13, o que segue até aproximadamente os 15 minutos do segundo tempo. Dos 15 aos 35 minutos da segunda etapa, existe predominância de sequências da equipe 14.

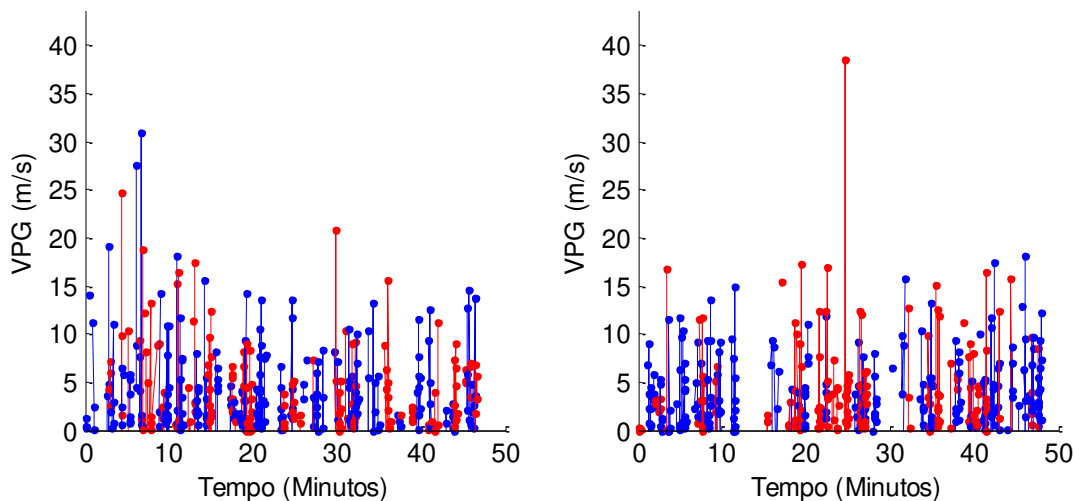


Figura 31. Jogo 7 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 13 (azul) e 14 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

Em relação aos valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ durante o jogo 8 (figura 32), nota-se uma grande sequência de $\|\mathbf{VPG}\|$ da equipe 15 (azul) até os 25 minutos, aproximadamente. Deste momento até o final da primeira etapa, aparece um predomínio de ações de progressão ao gol da equipe 16 (vermelha). No segundo tempo, também podemos perceber predomínio de picos de velocidade da equipe 15, com exceção dos 15 aos 25 minutos de jogo.

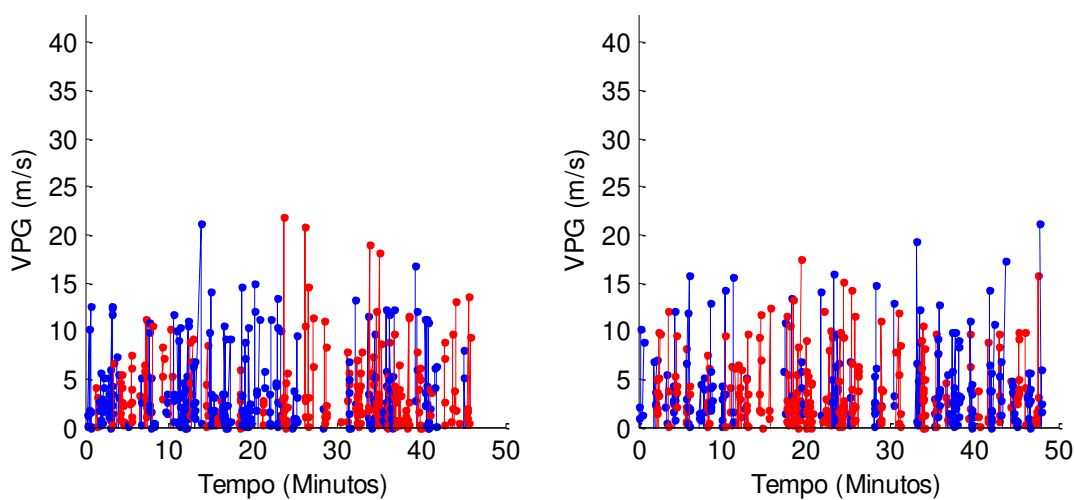


Figura 32. Jogo 8 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 15 (azul) e 16 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

No jogo 9 (figura 33) é bastante claro a predominância de picos de velocidade e sequências de valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ da equipe 18 (vermelha) em relação à equipe 17 no primeiro tempo. No segundo tempo, o mesmo padrão se repete, com exceção dos 25 aos 35 minutos, aproximadamente.

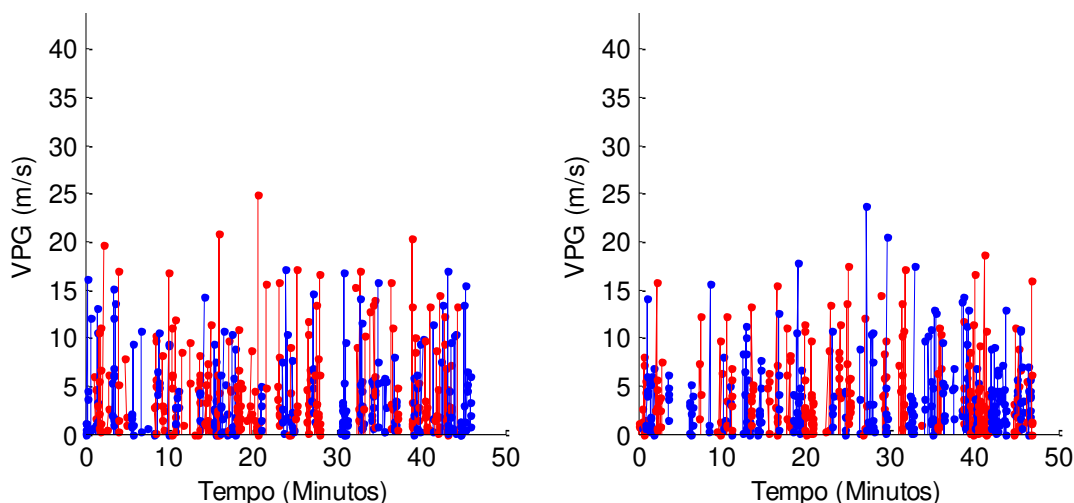


Figura 33. Jogo 9 – Valores de $\|\mathbf{VPG}\|$ das equipes 17 (azul) e 18 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

Por fim, no jogo 10 (figura 34), nota-se picos de $\|\mathbf{VPG}\|$ da equipe 20 (vermelha) até os 30 minutos do primeiro tempo. No segundo tempo o padrão se repete, com exceção dos 10 aos 15 minutos do segundo tempo, aproximadamente, quando aparecem sequências de $\|\mathbf{VPG}\|$ da equipe 19 (azul).

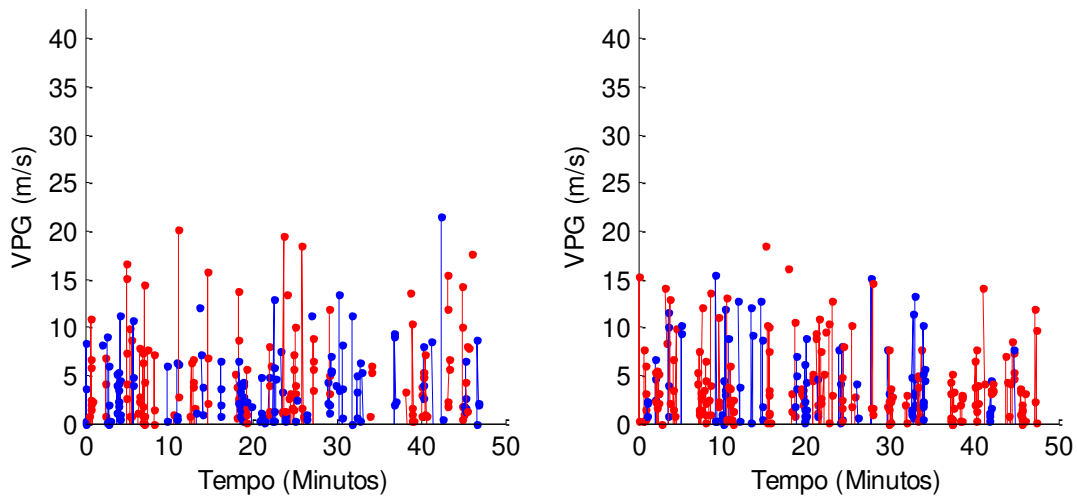


Figura 34. Jogo 10 – Valores de $\|VPG\|$ das equipes 19 (azul) e 20 (vermelha) ao longo da partida. Primeiro (esquerda) e segundo tempo (direita) de jogo.

6.2 Valores de $\|VPG\|$ por faixa no campo e resultado na partida

A partir de agora, serão apresentados os valores médios e desvio padrão de $\|VPG\|$ de cada equipe, considerando todas as sequências ofensivas das equipes em cada faixa de jogo (tabela 3). Conforme descrito anteriormente, a faixa 1 representa ações realizadas mais próximas do alvo e a faixa 2 ações mais distantes (tabela 3). Os resultados foram comparados dentro da mesma equipe, ou seja, visando analisar a velocidade de uma mesma equipe em cada setor do campo.

As equipes 5, 13, 17 e 19 apresentaram valores significativamente maiores na faixa 1 quando comparados aos valores de $\|VPG\|$ na faixa 2 da própria equipe.

Tabela 3. ||VPG|| de todas as Sequências durante todo o jogo. Comparação dos resultados por faixas.

Equipe	Resultado	Faixa 1	Faixa 2
1	Vitória	4,02 ($\pm 3,77$)	3,29 ($\pm 2,84$)
2	Derrota	4,35 ($\pm 4,07$)	3,67 ($\pm 3,54$)
3	Vitória	3,81 ($\pm 3,95$)	3,74 ($\pm 3,21$)
4	Derrota	4,31 ($\pm 4,65$)	4,00 ($\pm 3,96$)
5	Empate	4,48 ($\pm 4,03$) *	3,48 ($\pm 3,08$) *
6	Empate	3,87 ($\pm 3,93$)	3,79 ($\pm 4,23$)
7	Vitória	3,93 ($\pm 3,64$)	3,59 ($\pm 3,28$)
8	Derrota	3,31 ($\pm 3,15$)	3,70 ($\pm 3,93$)
9	Derrota	3,99 ($\pm 3,88$)	3,40 ($\pm 2,87$)
10	Vitória	3,75 ($\pm 3,42$)	3,69 ($\pm 3,43$)
11	Derrota	3,87 ($\pm 3,60$)	3,57 ($\pm 3,34$)
12	Vitória	3,70 ($\pm 3,76$)	4,22 ($\pm 4,24$)
13	Derrota	4,55 ($\pm 3,99$) °	3,90 ($\pm 4,31$) °
14	Vitória	3,88 ($\pm 3,75$)	5,11 ($\pm 5,73$)
15	Empate	4,05 ($\pm 4,09$)	3,77 ($\pm 3,89$)
16	Empate	3,97 ($\pm 3,82$)	3,76 ($\pm 3,67$)
17	Derrota	4,42 ($\pm 4,19$) +	3,50 ($\pm 4,07$) +
18	Vitória	4,77 ($\pm 4,93$)	5,08 ($\pm 4,6$)
19	Empate	4,58 ($\pm 4,13$) #	3,03 ($\pm 3,03$) #
20	Empate	4,51 ($\pm 3,93$)	4,34 ($\pm 4,55$)

*Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0093$)

° Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0223$)

+ Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0255$)

Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0138$)

Já na tabela 4, estão apresentados os valores de ||VPG|| referentes às faixas 1 e 2 e geral (campo todo), divididos de acordo com o resultado da partida (equipes que venceram e equipes que perderam). Equipes que empataram foram excluídas desta análise. Note que equipes que venceram obtiveram ||VPG|| significativamente maior na faixa 2 – longe da meta - do que equipes que perderam ($p=0,0125$). Além disso, equipes que perderam tiveram ||VPG|| significativamente menor na faixa 2 do que na faixa 1 do mesmo grupo ($p= 0,0039$).

Tabela 4. ||VPG|| de todas as Sequências – Comparação entre equipes que venceram e perderam.

	Faixa 1	Faixa 2	Campo Todo
Equipes que venceram (n=7)	3.96 ($\pm$ 3.94)	3.97 ($\pm$ 3.84) *	3.96 ($\pm$ 3.90)
Equipes que perderam (n=7)	4.11 ($\pm$ 3.95) +	3.68 ($\pm$ 3.71) * +	3.91 ($\pm$ 3.85)

* Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0125$)

+ Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0039$)

6.3 Valores de ||VPG|| por forma de término da sequência ofensiva

Outra possível forma de análise por meio da velocidade de progressão ao gol é a comparação da forma de término das sequências ofensivas. Na tabela 5, estão apresentados separadamente os valores de ||VPG|| de todas as equipes nas sequências terminadas em finalização ou em perda da posse de bola. As sequências ofensivas terminadas em finalização obtiveram valores de ||VPG|| significativamente maiores do que as demais sequências na faixa 1 e no campo todo. A faixa 2 não apresentou diferenças significativas.

Tabela 5. ||VPG|| de todas as Sequências. Classificação pela forma de término da sequência.

	Faixa 1	Faixa 2	Campo Todo
Terminadas em Finalização	4.33 ($\pm$ 4.15) +	3.82 ($\pm$ 3.48)	4.21 ($\pm$ 4,00) *
Terminadas em perda da posse de bola	4.02 ($\pm$ 3.89) +	3.77 ($\pm$ 3.78)	3.90 ($\pm$ 3.84) *

* Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0114$)

+ Conjuntos significativamente diferentes ($p = 0,0014$)

Apesar dos valores de ||VPG|| trazerem informações importantes a cerca da velocidade de progressão ao gol de cada equipe, a visualização gráfica também pode contribuir para a análise dos resultados de forma detalhada. As figuras 35 a 54 apresentam os vetores **VPG** de todas as sequências terminadas em finalização de cada equipe durante

todo o jogo. A visualização das figuras fornece informações particulares das equipes, com relação à velocidade de ataque e o local onde as ações foram realizadas.

A partir de agora, será realizada uma análise descritiva dos resultados de cada equipe. A equipe 1 (figura 35), por exemplo, exibiu vetores espalhados por todo o campo, com maior concentração no campo de ataque, principalmente pelo lado direito. Já a equipe 2 possuiu poucos vetores VPG no campo de defesa (figura 36). Ao mesmo tempo, no ataque é possível perceber uma concentração de ações pelas laterais. Maior número de vetores no ataque não está, necessariamente, vinculado a um resultado positivo na partida. Vimos anteriormente (tabela 4) que as equipes que venceram apresentaram velocidade superior na faixa 2 – mais distante da meta – quando comparadas aos resultados das equipes que perderam no mesmo setor.

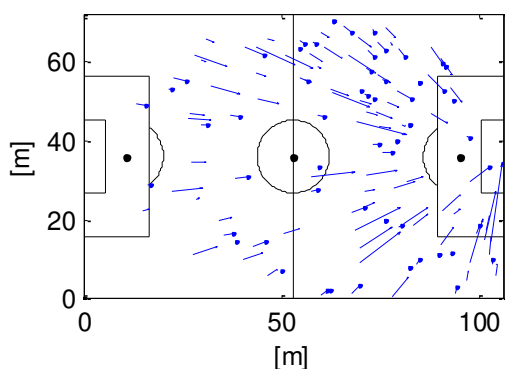


Figura 35. Vetores **VPG** da equipe 1 durante o jogo todo.

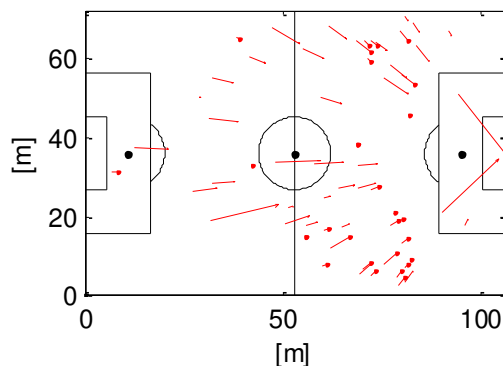


Figura 36. Vetores **VPG** da equipe 2 durante o jogo todo.

A equipe 3 também apresentou características peculiares no jogo em questão. Nota-se, na figura 37, a existência de um grande número de vetores no campo de ataque, mas praticamente nenhum no campo defensivo. Já na figura 38, referente aos vetores **VPG** da equipe 4, nota-se relativa concentração nas áreas centrais do campo, tanto no campo defensivo quanto ofensivo. O baixo número de vetores deve-se, principalmente, ao baixo número de finalizações na partida.

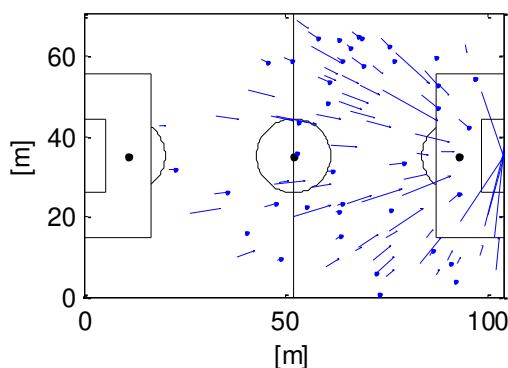


Figura 37. Vetores **VPG** da equipe 3 durante o jogo todo.

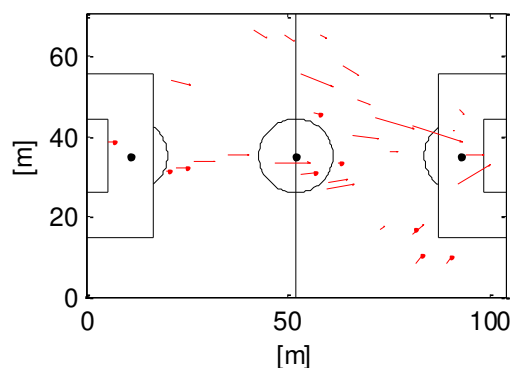


Figura 38. Vetores **VPG** da equipe 4 durante o jogo todo.

A figura 39 apresenta os resultados da equipe 5, a qual tem concentração de vetores **VPG** no ataque e no lado direito do campo defensivo. Também foi pelo lado direito onde ocorreram as ações em progressão ao gol dentro da grande área no ataque. A equipe 6 não realizou poucas finalizações em sequências com pelo menos 4 ações técnicas com ações de progressão ao gol e por isso existem poucos vetores na figura 40.

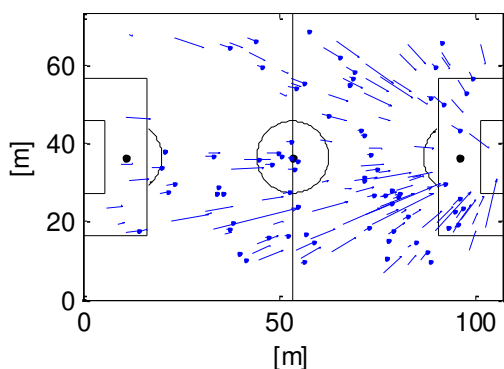


Figura 39. Vetores **VPG** da equipe 5 durante o jogo todo.

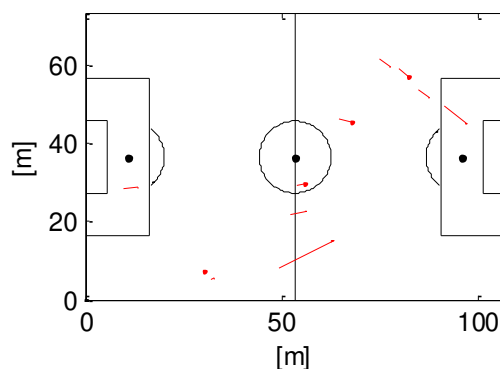


Figura 40. Vetores **VPG** da equipe 6 durante o jogo todo.

Já a equipe 7 apresentou vetores **VPG** concentrados do lado esquerdo da defesa e do ataque, assim como na faixa central do campo (figura 41). Na figura 42 são apresentados os resultados da equipe 8, que apesar de possuir um baixo número de vetores **VPG**, estão concentrados pelo lado direito e dentro da grande área.

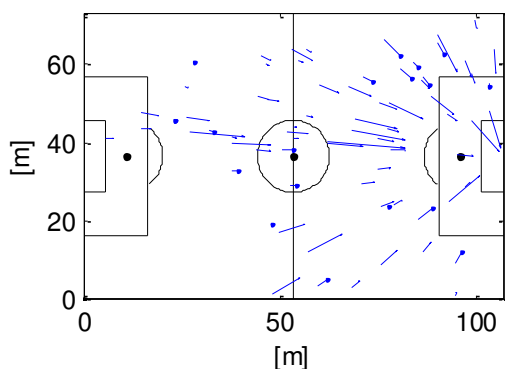


Figura 41. Vetores **VPG** da equipe 7 durante o jogo todo.

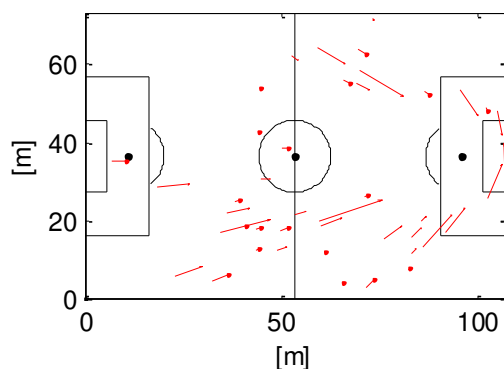


Figura 42. Vetores **VPG** da equipe 8 durante o jogo todo.

O padrão apresentado pela equipe 9 (figura 43) também contém peculiaridades. Nota-se que no campo defensivo os vetores **VPG** estão concentrados do lado esquerdo. Porém, no campo de ataque, vemos vetores concentrados principalmente do lado direito e na região central. Já a equipe 10 (figura 44) possui vetores quase que exclusivamente na faixa central no campo de defesa. Já no ataque, a equipe apresenta vetores **VPG** pelas laterais, principalmente pelo lado direito, mostrando diferenças na forma de progredir ao ataque dependendo do momento da construção da sequência ofensiva e/ou do setor do campo.

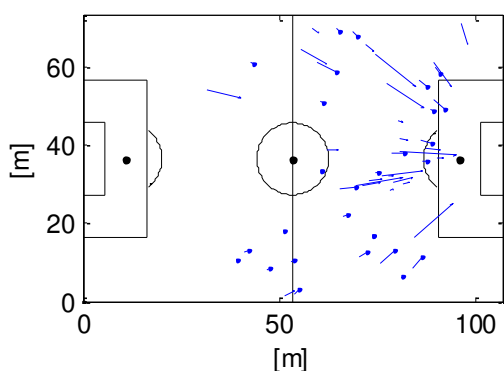


Figura 43. Vetores **VPG** da equipe 9 durante o jogo todo.

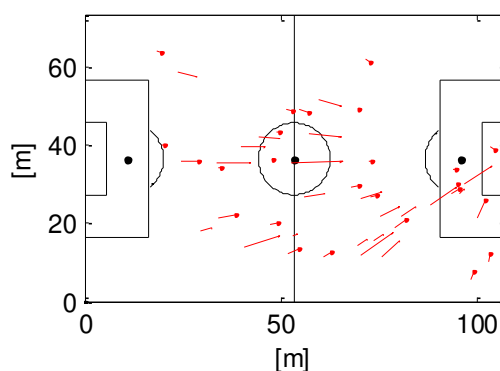


Figura 44. Vetores **VPG** da equipe 10 durante o jogo todo.

As equipes 11 e 12 (figuras 45 e 46, respectivamente) apresentam padrões similares. Enquanto no campo de defesa existem poucos vetores **VPG**, no campo de ataque estão espalhados ao redor ou dentro da grande área.

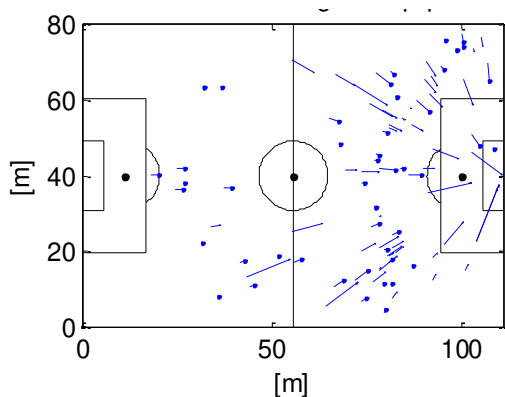


Figura 45. Vetores **VPG** da equipe 11 durante o jogo todo.

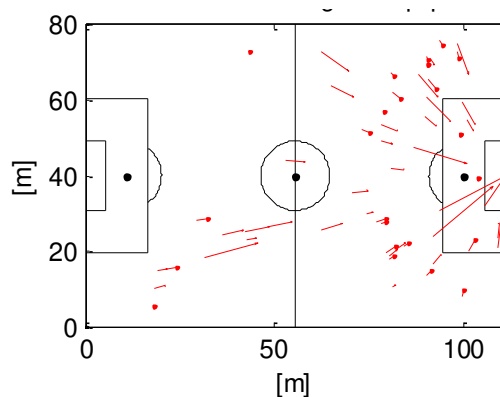


Figura 46. Vetores **VPG** da equipe 12 durante o jogo todo.

A figura 47 mostra que a equipe 13 utilizou, nas sequências terminadas em finalização, o lado esquerdo do ataque de forma predominante. Padrão bastante diferente da equipe 14, apresentado na figura 48, com concentrações de vetores **VPG** em toda região central do campo de ataque.

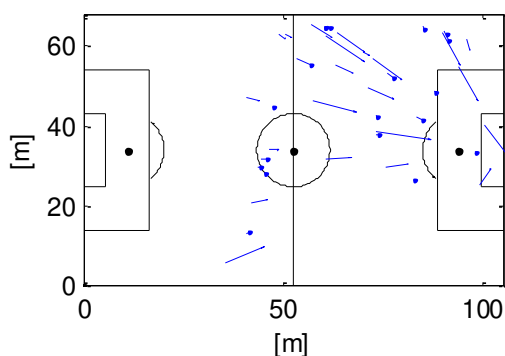


Figura 47. Vetores **VPG** da equipe 13 durante o jogo todo.

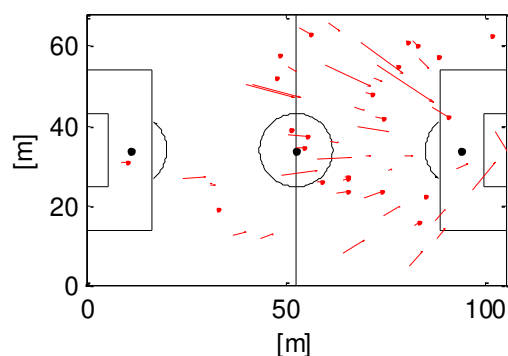


Figura 48. Vetores **VPG** da equipe 14 durante o jogo todo.

A equipe 15 apresentou vetores **VPG** semelhantes ao padrão da equipe 9, com concentração no lado esquerdo no campo defensivo e no lado direito no ataque (figura 49). Já a equipe 16 (figura 50) apresentou concentrações de vetores **VPG** pelas laterais, com poucos vetores na faixa central.

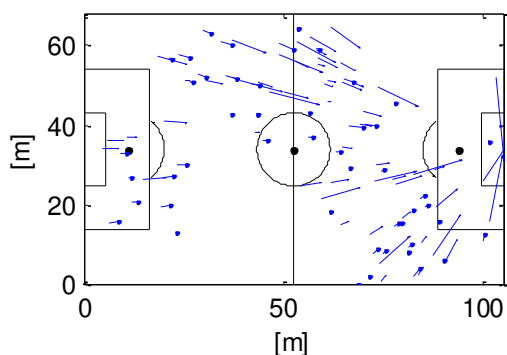


Figura 49. Vetores **VPG** da equipe 15 durante o jogo todo.

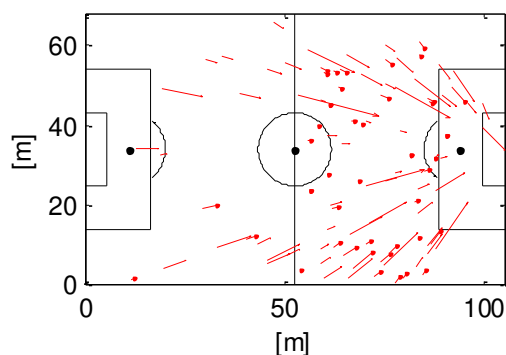


Figura 50. Vetores **VPG** da equipe 16 durante o jogo todo.

Nota-se, na figura 51, que a equipe 17 exibiu vetores **VPG** concentrados no lado esquerdo do ataque. Na figura 52 podemos ver o padrão apresentado pela equipe 18, que concentra os vetores pelas laterais, principalmente no campo de ataque.

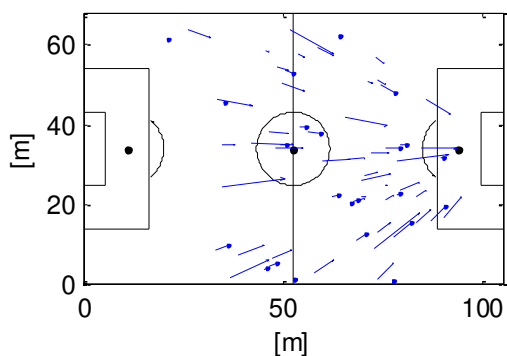


Figura 51. Vetores **VPG** da equipe 17 durante o jogo todo.

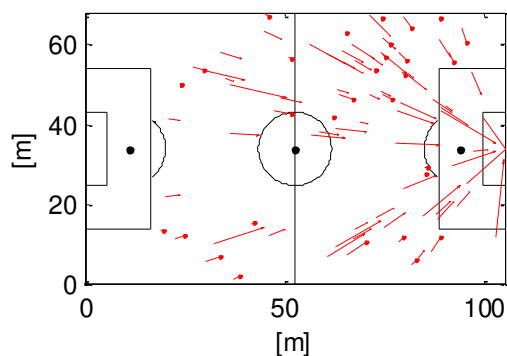


Figura 52. Vetores **VPG** da equipe 18 durante o jogo todo.

Por fim, os vetores **VPG** das equipes 53 e 54 estão apresentados nas figuras 36 e 37, respectivamente. Nota-se inexistência de vetores no campo defensivo da equipe 19, enquanto a equipe 20 apresentou concentrações de ações de progressão ao ataque

no lado esquerdo da defesa e espalhados por todo o campo de ataque nas sequências terminadas em finalização, inclusive dentro da grande área.

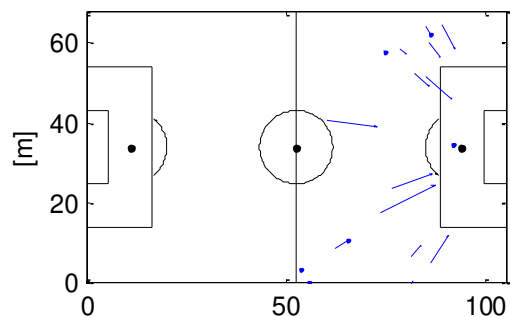


Figura 53. Vetores **VPG** da equipe 19 durante o jogo todo.

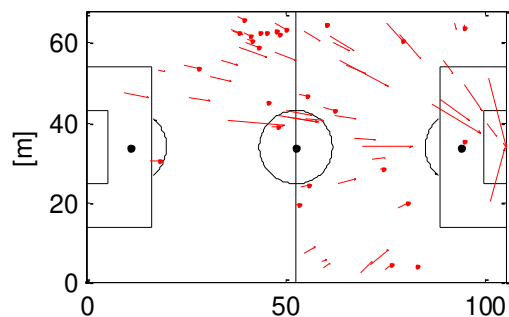


Figura 54. Vetores **VPG** da equipe 20 durante o jogo todo.

7 DISCUSSÃO

A análise do ataque no futebol baseada na velocidade de progressão da bola ao gol mostrou características das sequências ofensivas que não foram encontrados em outros estudos na literatura. Pôde-se avaliar a influência de cada ação na velocidade de progressão ao gol durante uma sequência ofensiva de forma objetiva, detalhada e de fácil reprodutibilidade. Além disso, foi possível encontrar padrões e diferenças entre as equipes analisadas e apresentar os resultados médios e também graficamente.

Em primeiro lugar, é importante ressaltar que os resultados obtidos são pertinentes apenas às partidas analisadas neste estudo. Os padrões apresentados para cada equipe em relação à velocidade de progressão da bola ao gol representam o ocorrido na partida em questão. A interação entre ataque e defesa das equipes não pode ser desconsiderada e, desta forma, não é possível concluir que as equipes apresentariam os mesmos padrões em outros confrontos. As ações de uma equipe podem influenciar no comportamento de seu adversário e, portanto, as características das sequências ofensivas de uma equipe podem ser resultado da interação com as estratégias defensivas da equipe adversária. Além disso, o nível técnico dos jogadores, a condição física, a importância do jogo dentro da competição, entre outros fatores ligados ao desempenho no futebol, podem influenciar as características das sequências ofensivas das equipes.

O método apresentado neste trabalho não pretendeu classificar as sequências ofensivas em categorias como jogo direto ou jogo elaborado (REEP e BENJAMIN, 1968; BATE, 1988; HUGHES, ROBERTSON e NICHOLSON, 1988; OLSEN e LARSEN, 1997; HUGHES e CHURCHILL, 2004; HUGHES e FRANKS, 2005; TENGA et al., 2010a; b), ataques rápidos, contra-ataques ou ataques posicionais (GARGANTA, 1997; LEITÃO, 2004). Entretanto, permitiu análises mais aprofundadas de cada ataque e nos padrões de ataque das equipes. O presente trabalho mostrou que as sequências ofensivas têm características bastante peculiares quanto à velocidade de progressão da bola ao gol. Desta forma, a classificação em poucos grupos pode estar acompanhada de uma simplificação excessiva.

Uma das principais vantagens do modelo apresentado é a possibilidade da visualização gráfica dos resultados de velocidade de progressão da bola ao gol. Resultados

deste tipo não foram encontrados em outros estudos da literatura. Dezesete gols analisados foram apresentados em relação à velocidade de progressão ao gol e pode-se perceber que sequências ofensivas com características distintas podem resultar em gols. Pela análise descritiva dos gráficos, pode-se facilmente obter características importantes destas ou outras sequências ofensivas. A representação gráfica da sequência ofensiva completa permite análise aprofundada de lances importantes na partida.

Também, foram apresentados graficamente os vetores que representam a velocidade de progressão ao gol de todas as sequências terminadas em finalização. A visualização gráfica de todas estas sequências em uma só figura para cada equipe permitiu obter informações particulares sobre cada equipe. As análises gráficas trazem, ainda, uma maior facilidade para utilização na prática, uma vez que podem ser apresentadas e compreendidas tanto por especialistas no assunto quanto por pessoas que não tenham conhecimento aprofundado do método.

Yue et al. (2008) também apresentaram uma forma para mensurar a velocidade do ataque, baseada nas distâncias do início da sequência até o gol e da distância da ação mais próxima da meta até o gol. Apesar de ser uma forma interessante de medir a velocidade média do ataque no futebol, o método não permite a análise da influência de cada ação na progressão ao alvo, mas sim a velocidade média do ataque. Possivelmente, no método proposto por Yue et al. (2008), algumas sequências com características bastante diferentes tenham a mesma velocidade média. Yue et al. (2008) encontraram velocidades médias do ataque de 4,16 m/s e 4,28 m/s nas equipes analisadas.

Estas questões foram resolvidas no presente trabalho, já que a observação da dinâmica do $\|VPG\|$ nas sequências ofensivas permite compreender as particularidades de cada sequência ofensiva, assim como as variações na velocidade de progressão ao gol em cada ação técnica realizada pelos jogadores durante todo o jogo. O presente trabalho mostrou que a velocidade média do ataque de cada equipe é bastante parecida, porém a variação da velocidade dentro de uma mesma sequência é muito alta. Sendo assim, a velocidade média do ataque talvez não represente adequadamente o fenômeno.

Outra vantagem em se trabalhar com a influência de cada ação no ataque e não apenas a velocidade média é a possibilidade em analisar o local do campo em que ocorreram as ações. O presente estudo apontou que todas as equipes que demonstraram

velocidade superior na faixa 1 (mais próxima ao gol) significativamente maior do que na faixa 2 (mais longe do gol) empataram ou perderam os jogos. Uma hipótese para esses resultados é que equipes que estão perdendo ou empatando os jogos busquem progredir rapidamente em direção ao gol adversário com lançamentos e cruzamentos rápidos com frequência alta quando estão no campo de ataque. Porém, essa estratégia talvez não seja de grande eficiência para obter um resultado positivo.

Além disso, o presente estudo também apontou que equipes vitoriosas tiveram velocidade significativamente mais alta na faixa 2 (longe da meta), quando comparadas as ações realizadas no mesmo setor pelas equipes derrotadas. Uma possível hipótese para os resultados encontrados é que, nos jogos analisados, as equipes vitoriosas buscaram progredir ao ataque rapidamente logo após a recuperação da bola, ainda em seu campo defensivo, buscando desestabilizar a defesa adversária em contra-ataques.

Outro ponto interessante a ser destacado é a existência de picos de velocidade de progressão da bola ao gol durante o jogo. O presente estudo mostrou que a existência de picos de velocidade não está, necessariamente, vinculada ao desempenho final na partida. Apesar dos resultados não serem conclusivos pelo baixo número de jogos analisados, grande parte das equipes que venceram apresentaram sequências de ações com $\|VPG\|$ elevado em sua construção. Assim, parece ser mais importante realizar diversas ações rápidas em sequência do que poucas ações de grande velocidade para desestabilizar a defesa adversária. São necessários estudos com um maior número de jogos para novos apontamentos nessa direção.

Ainda, foi demonstrado nas partidas analisadas que sequências ofensivas terminadas em finalização possuem $\|VPG\|$ mais elevado do que sequências terminadas em erro ou perda da posse de bola. Apesar do número de finalizações não ser diretamente ligado ao sucesso em uma partida de futebol, é um fundamento importante e buscado pelas equipes durante os jogos. Também foi possível analisar detalhadamente o comportamento da velocidade de progressão da bola ao gol durante as sequências ofensivas terminadas em finalização de cada equipe. O presente estudo mostrou características peculiares e padrões de cada equipe com base nos vetores VPG, apresentados graficamente nas sequências terminadas em finalização ou gol. Foram encontrados padrões distintos para cada equipe.

O modelo apresentado mostrou características que não foram apresentadas na literatura, e por isso a comparação com outros estudos é bastante dificultada. Porém, foi possível observar que as equipes realizam, durante todo o jogo, ações com velocidades de progressão ao gol bastante variadas. Assim, é pertinente concluir que a classificação do método de ataque de uma equipe em apenas duas categorias é demasiadamente simplificada. O presente estudo mostrou que o local do campo onde ações de progressão ocorreram também são informações importantes e comumente descartadas em outros estudos na literatura.

8 CONCLUSÃO

No presente trabalho, concluiu-se que a análise das sequências ofensivas no futebol pela velocidade de progressão da bola ao gol traz características das sequências ofensivas que não foram encontrados em outros estudos na literatura e que podem auxiliar na análise de desempenho no futebol. As equipes apresentaram padrões diferentes que puderam ser identificados pelo método apresentado.

Nas partidas analisadas, equipes vitoriosas apresentaram maiores velocidades de progressão da bola ao gol em regiões distantes da meta do que equipes derrotadas. Por outro lado, altas velocidades próximas à meta não apresentaram correlação com o sucesso na partida. Porém, não se pode concluir com segurança que os aspectos discutidos serão determinantes no resultado de outras partidas, pois sem dúvida existem outros fatores que influenciam o sucesso das equipes.

Além disso, foram apresentadas diversas particularidades em relação ao padrão de ataque das equipes, o que permitiu descrever as características do ataque exibidas por cada equipe nos confrontos analisados. Foram diferenciadas equipes que realizaram ações com maior velocidade de progressão ao gol em determinados setores do campo do que em outros, principalmente nas sequências terminadas em finalização. Nestes casos, a classificação do estilo de jogo em apenas duas categorias – jogo direto ou elaborado – parece ser demasiadamente simplificada, o que pode ser um dos motivos pelo qual a relação destes estilos com o sucesso em partidas de futebol é bastante controversa na literatura.

A partir de agora, são necessários estudos que apliquem o método apresentado no presente estudo em um maior número de jogos, buscando identificar se as equipes mantêm o seu padrão de jogo em diferentes confrontos, a interação com a defesa adversária e possíveis relações com o sucesso na partida. Além disso, acompanhar uma mesma equipe durante vários jogos permitiria descrever e analisar o estilo de jogo da equipe de maneira aprofundada. Ainda, o modelo proposto pode ser aplicado em outras modalidades esportivas coletivas que também buscam obter informações sobre a velocidade do ataque das equipes.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, R. M. L., et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. Journal of Sports Science and Medicine, v.6, p.10. 2007.

Bate, R. Football chance: tactics and strategy. In: T. L. Reilly, A.; Davids, K.; Murphy, W. J. (Ed.). Science and Football. London: E & FN SPON., 1988, p.293-301

Buchheit, M., et al. Repeated-Sprint Sequences During Youth Soccer Matches. Int J Sports Med, v.31, n.10, p.709-16. 2010.

Di Salvo, V., et al. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. Int J Sports Med, v.30, n.3, Mar, p.205-12. 2009.

Figueroa, P. J., Leite, N. J. e Barros, R. M. L. Background recovering in outdoor image sequences: An example of soccer players segmentation. Image and Vision Computing, v.24, n.4, p.363-374. 2006a.

_____. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. Computer Vision and Image Understanding, v.101, n.2, p.122-135. 2006b.

Franks, I. M. e McGarry, T. The science of match analysis. In: T. Reilly (Ed.). Science and soccer. London: E & FN Spon., 1996, p.363-375

Garganta, J. Modelação táctica do jogo de Futebol: Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento. . Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 1997. 292 p.

Hill-Haas, S. V., et al. Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. J Sports Sci, v.27, n.1, Jan 1, p.1-8. 2009.

Hughes, M. e Churchill, S. Attacking profiles of successful and unsuccessful teams in Copa America 2001. Journal of sports sciences, v.22, n.6, p.505. 2004.

Hughes, M. e Franks, I. Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. J Sports Sci, v.23, n.5, May, p.509-14. 2005.

Hughes, M. e Franks, I. M. Notational analysis of sport. London: E & FN Spon. 1997. 216 p.

Hughes, M. D., Robertson, K. e Nicholson, A. An analysis of the 1984 World Cup of Association Football. Science and Football p.363-367. 1988.

Leitão, R. a. A. Futebol: Análises qualitativas e quantitativas para a verificação e modulação de padrões e sistemas complexos de jogo. Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. 94 p.

Mcgarry, T. e Franks, I. M. The science of match analysis. In: T. R. a. M. Williams (Ed.). Science and socccer. London & New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2003, p.265-275

Moura, F. A. Análise das ações técnicas de jogadores e das estratégias de finalizações no futebol, a partir do tracking computacional. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Rio Claro, 2006. 92 p.

_____. ANÁLISE QUANTITATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM CAMPO DURANTE JOGOS OFICIAIS. Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. 83 p.

Olsen, E. e Larsen, O. Use of match analysis by coaches. In: T. Reilly, J. Bangsbo e M. Hughes (Ed.). Science and Football III. London: E & FN SPON, 1997

Pollard, R., Reep, C. e Harly, S. The quantitative comparison of playing styles in Soccer. In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids e W. Murphy (Ed.). Science and Football. London: E & F.N. Spon, 1988, p.309-315

Rampinini, E., et al. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. J Sci Med Sport, v.12, n.1, Jan, p.227-33. 2009.

Reep, C. e Benjamin, B. Skill and chance in association football. Journal of the Royal Statistical Society, v.134, p.581-585. 1968.

Tenga, A., et al. Effect of playing tactics on achieving score-box possessions in a random series of team possessions from Norwegian professional soccer matches. J Sports Sci, v.28, n.3, Feb, p.245-55. 2010a.

_____. Effect of playing tactics on goal scoring in Norwegian professional soccer. J Sports Sci, v.28, n.3, Feb, p.237-44. 2010b.

Tenga, A., et al. Developing a new method for team match performance analysis in professional soccer and testing its reliability. International Journal of Performance Analysis in Sport, v.9, n.1, p.8-25. 2009.

Yue, Z., et al. Mathematical Analysis of a Soccer Game. Part II: Energy, Spectral, and Correlation Analyses. Studies in Applied Mathematics, v.121, n.3, p.245-261. 2008.

10 APÊNDICE

10.1 Exemplos de Situações Hipotéticas

Os vetores **VPG** foram criados com o objetivo de analisar a componente da velocidade da bola na direção do gol. Para auxiliar a compreensão e interpretação dos resultados, serão apresentadas a seguir situações hipotéticas e que facilitem a compreensão dos resultados.

Vetores **VPG** com sentido oposto ao gol indicam afastamento ao gol e foram desconsiderados na análise. Vetores **VPG** com o mesmo sentido que o gol indicam progressão ao gol e são o enfoque do presente estudo.

A figura 55 mostra exemplos de progressão ao alvo e afastamento em situações que poderiam ser facilmente confundidas. Note que progredir em direção à linha de fundo não tem o mesmo significado de progredir ou afastar-se do alvo.

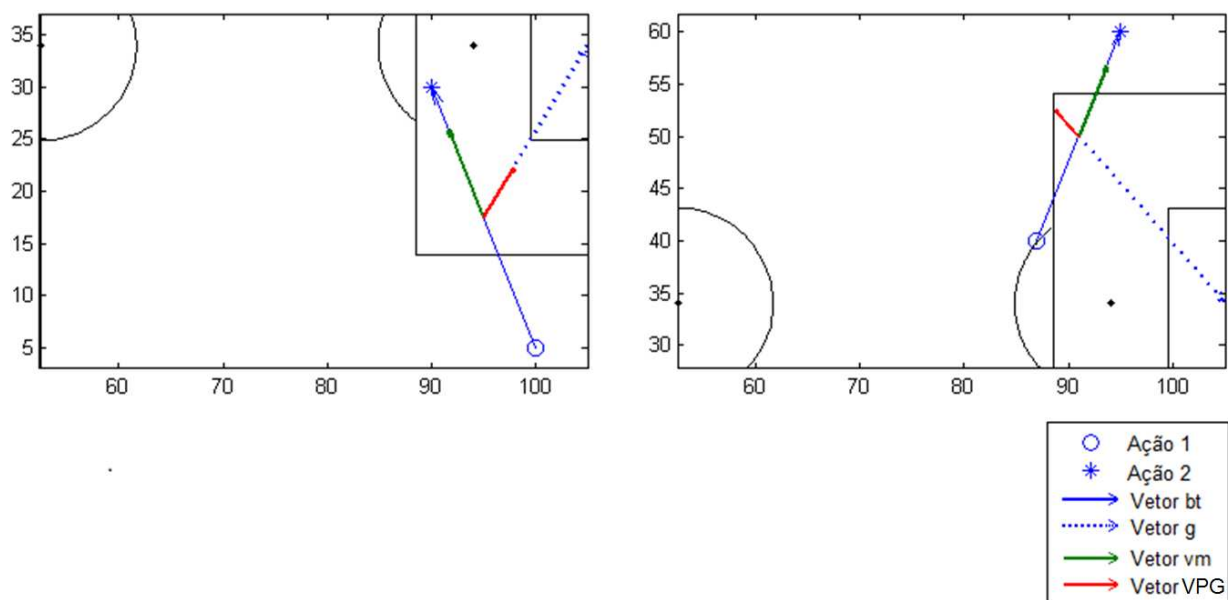


Figura 55. Exemplos de progressão ao alvo e afastamento.

Agora, serão discutidas as variáveis que influenciam os resultados do **VPG** – velocidade e a direção da bola entre o par de ações sequenciais. A direção é definida pelo vetor **bt** e a velocidade média da bola por $\|\mathbf{vm}\|$. Para ilustrar como isto acontece, atente-se primeiramente às figuras 56 e 57. Nestas duas situações hipotéticas, foram comparados dois pares de ações que ocorreram exatamente no mesmo local do campo. Porém, $\|\mathbf{vm}\|$ na situação 1 é o dobro de $\|\mathbf{vm}\|$ na situação 2. Como resultado, os vetores **VPG** terão direção e sentido idênticos, mas módulos diferentes.

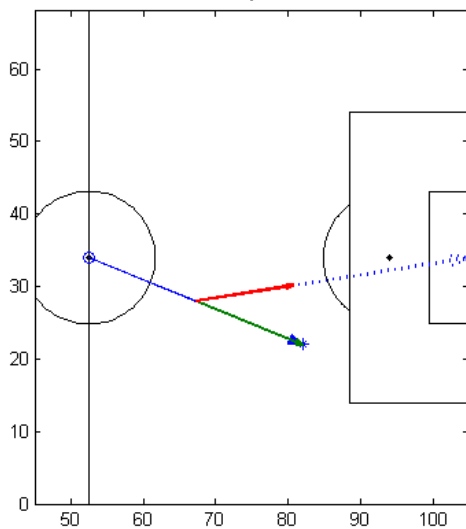


Figura 56. Situação 1. Exemplo da Influência de $\|\mathbf{vm}\|$ no vetor **VPG**.

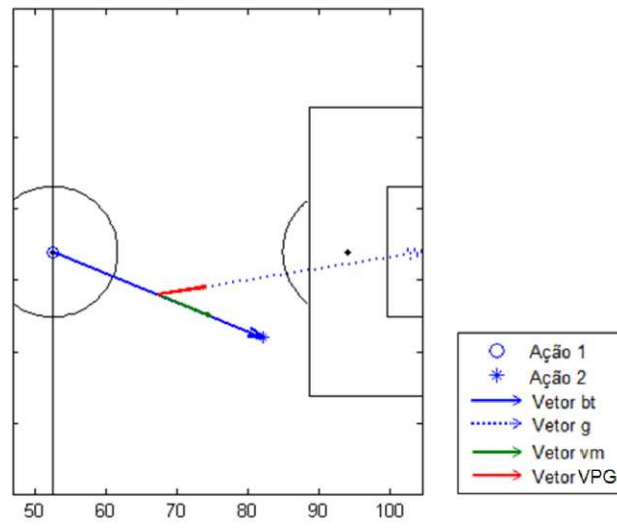


Figura 57. Situação 2 – Exemplo da Influência de $\|\mathbf{vm}\|$ no vetor **VPG**.

Agora, atente-se às situações apresentadas nas figuras 58 e 59. Note que, nestes casos, $\|\mathbf{vm}\|$ são idênticos nas duas situações. Porém, os vetores **bt** (e, também, os vetores **vm**) têm direções diferentes. Por esta razão, os vetores **VPG** também serão distintos. Nestes casos, quanto menor o ângulo entre **vm** e **g**, maior será o $\|\mathbf{VPG}\|$.

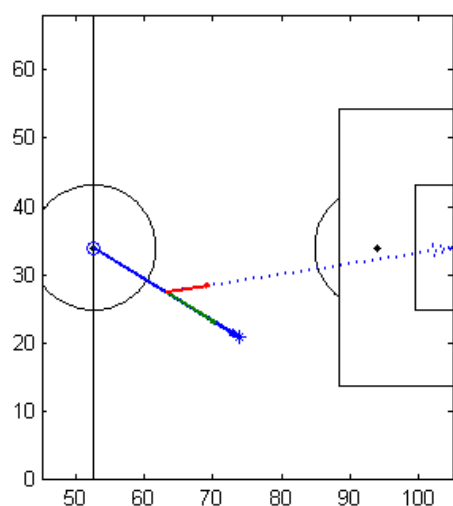


Figura 58. Situação 1. Exemplo da Influência da direção de vm em VPG .

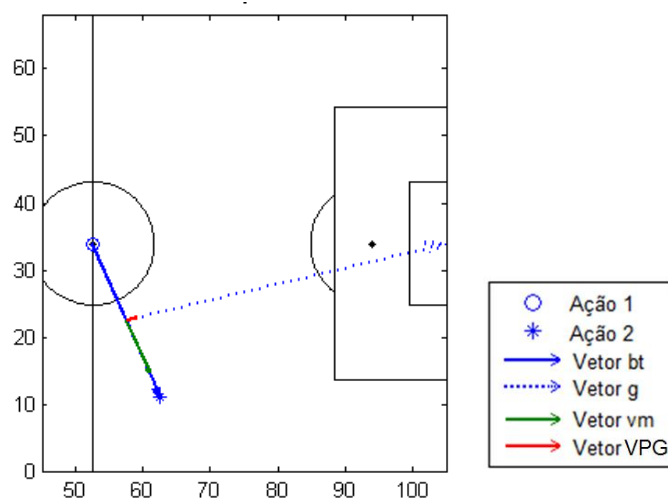


Figura 59. Situação 1. Exemplo da Influência da direção de vm em VPG .