

# A Altura do Remate de Grande Penalidade de Futebol e a sua Influência na Performance

## **Autores**

José Eduardo Lopes <sup>1</sup>  
Duarte Araújo <sup>1</sup>

[ze9777@gmail.com](mailto:ze9777@gmail.com)

## **Resumo**

Este estudo analisou de que forma a altura do remate de grande penalidade de futebol se relaciona com a probabilidade do guarda-redes defender a bola. Para uma análise mais precisa e para uma maior aplicabilidade prática, foi também analisada a relação entre a altura da bola e a cinemática do rematador. Doze rematadores profissionais e semiprofissionais efetuaram 60 grandes penalidades para áreas-alvo no lado esquerdo e direito da baliza, sempre com a presença de guarda-redes. As grandes penalidades foram executadas com recurso a estratégias simulatórias e não simulatórias em relação à lateralidade da bola. Os resultados indicam que as grandes penalidades altas e baixas têm menor probabilidade de ser defendidas pelos guarda-redes, quando comparadas com as grandes penalidades dirigidas a média altura. Utilizando a altura da bola como variável dependente, correlacionaram-se variáveis cinemáticas do rematador com a direção vertical do remate. A altura e ângulo do pé de remate em relação ao solo foram as variáveis mais correlacionadas com a direção vertical da bola. Por contraste, a inclinação antero-posterior do tronco do rematador não demonstrou relação com a altura da bola. É equacionado que a menor variabilidade na execução da grande penalidade, em relação a outros tipos de remates, se deve aos constrangimentos inerentes à especificidade da tarefa. Diferentes manipulações da tarefa são propostas como forma de definir com maior clareza quais os predictores cinemáticos da direção vertical da bola.

## **Palavras-chave**

Grande Penalidade; Informação Local Preditiva; Cinemática; Direção da Bola; Futebol

---

<sup>1</sup> SpertLab, Ciper, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Portugal

## 1. INTRODUÇÃO

A probabilidade de um guarda-redes de futebol impedir que um remate resulte em golo depende em grande medida de duas propriedades do remate: velocidade e direção da bola. O presente estudo investigou a direção da bola, mais especificamente a relação entre a sua componente vertical e a cinemática e eficácia do rematador na grande penalidade (GP).

### 1.1. A GP enquanto tarefa decisiva

Em ano de Campeonato do Mundo, importa ressaltar a importância crescente da GP na decisão de jogos em fases eliminatórias desta competição. Os dados respeitantes à edição de 2014 (i.e., 50% dos oitavos de final, 25% dos quartos de final e 50% das meias finais), vêm reforçar a tendência expressa na Figura 1a), onde se constata uma redução da diferença média de golos nos confrontos em fases eliminatórias, robustecida pelo aumento do número de jogos decididos através de GP (Figura 1b). Deste modo, e numa perspectiva de que o campo da investigação tende a acompanhar e procurar dar resposta às necessidades da competição, não será surpreendente constatar o aumento significativo de publicações científicas dedicadas à investigação da GP (Figura 1c).

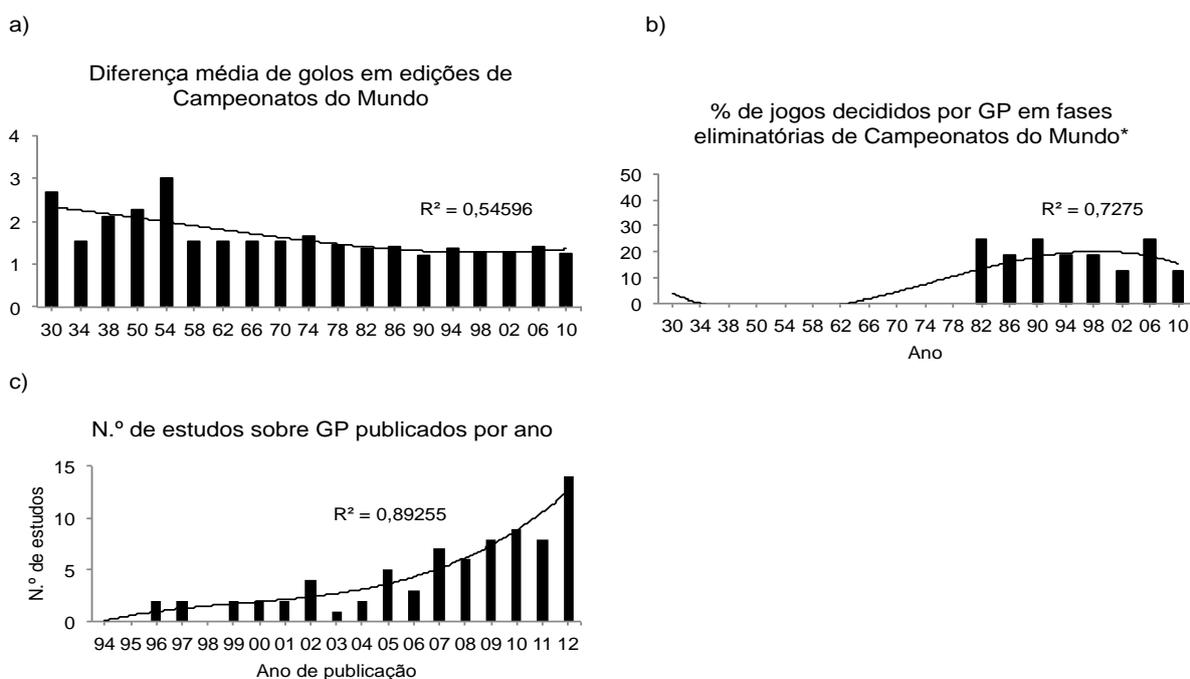


Figura 1. a) tendência decrescente para a diferença média de golos; b) tendência crescente para a percentagem de jogos decididos por GP nas fases eliminatórias do Campeonato do Mundo; e c) tendência crescente para o número de estudos publicados anualmente sob o tema da GP.

\* No Campeonato do Mundo de 1950 não houve fase eliminatória, tendo sido disputado em sistema pontual.

### 1.2. Especificidade da GP

A GP representa um caso particular de remate ao objectivo, cuja altura máxima está previamente estabelecida (i.e., 2.44 m, correspondentes à altura da baliza). Os constrangimentos desta tarefa estipulam que o rematador terá sempre de rematar a bola com um ângulo de saída entre 0-11°

(Figura 2). Comparando com outros tipos de remate (com ângulos que podem ir, no mínimo, até 16°; Asai et al., 2005), a GP tem de ser executada com movimentos relativamente estandardizados nos instantes prévios ao contacto com a bola.

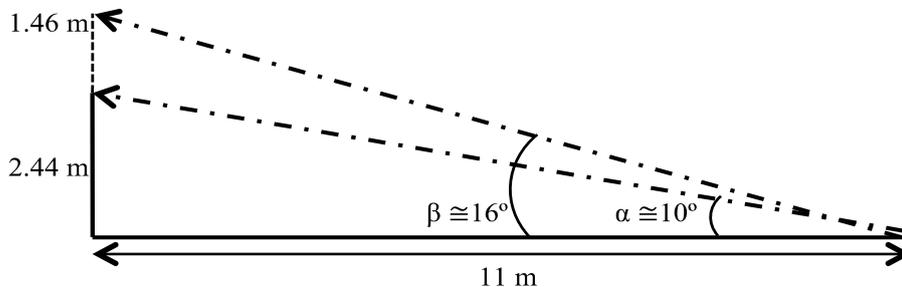


Figura 2. Projeção de ângulos da bola para dois remates distintos, colocados no cenário da GP. Ângulo de projeção máximo ( $\alpha \cong 10^\circ$ ) para a GP, tendo em conta a altura da baliza (2.44 m) e altura da bola (3.9 m, i.e., 2.44 + 1.46 m) atingida para outro remate, tendo em conta um ângulo de saída de  $\beta \cong 16^\circ$ .

A inclusão da componente vertical da direção da bola na investigação tem sido feita para remates distintos da GP e com objectivos que não a obtenção do golo. Teixeira (1999) usou dois alvos para testar o efeito de diferentes níveis de precisão requeridos sobre a cinemática do remate. Linthorne e Patel (2011) investigaram o ângulo vertical da bola que maximiza a distância máxima percorrida pela mesma numa reposição de bola do guarda-redes. Apesar destas interessantes abordagens à relação entre a cinemática do rematador e a direção vertical do remate, estão ainda por determinar quais as variáveis cinemáticas que influenciam a altura da bola na GP (Dicks et al., 2010), bem como a relação dessa altura com o resultado da GP. Assim sendo, o presente estudo pretende 1) determinar a influência da altura da bola na eficácia do remate de GP, e 2) testar a relação entre a altura da bola e um conjunto de variáveis da cinemática do rematador.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Participantes

Participaram no estudo doze rematadores profissionais e semiprofissionais ( $M= 21.2$  anos;  $DP = 4.6$  anos) e cinco guarda-redes amadores ( $M= 17.4$  anos;  $DP = 0.9$  anos). À época da recolha de dados, todos os participantes competiam nas Segundas Divisões Nacionais Portuguesas Seniores e Juniores. O estudo foi aprovado por um comité da universidade onde foi desenvolvido.

### 2.2. Materiais

A recolha de dados foi feita num pavilhão desportivo e com os jogadores a usarem o calçado apropriado a este piso. Duas zonas-alvo (1.83 x 2.44 m; uma verde e uma vermelha) foram colocadas numa baliza de futebol regulamentar (7.32 x 2.44 m), imediatamente atrás da linha de golo e 0.12 m para o interior de cada poste. O remate foi realizado com a bola colocada a 11 m do centro da baliza. A recolha foi efetuada com um sistema de quatro câmaras de infravermelhos (150Hz; Qualisys AB, Gothenburg, Sweden) e uma câmara de vídeo standard (25Hz). Foram fixados dez marcadores de infravermelhos à pele dos rematadores: nos ombros, cotovelos, pulsos, ancas (espinha ilíaca

posterior) e joelhos. Quatro marcadores foram colocados nos sapatos: um na zona posterior e outro próximo do quinto metatarso de cada pé.

### 2.3. Procedimentos

Cada rematador executou 60 GPs, com uma corrida prévia máxima de 3.5 m de distância. O design experimental incluía duas variáveis independentes: direção da bola (esquerda/zona-alvo verde ou direita/zona-alvo vermelha) e estratégia (com ou sem simulação do rematador). A combinação fatorial destas variáveis resultou nas seguintes instruções ao rematador: (1) “remata para verde sem simulação”; (2) “remata para vermelho sem simulação”; (3) “remata para verde mas simula para vermelho”; e (4) “remata para vermelho mas simula para verde”. Estas instruções foram dadas de forma aleatória e imediatamente antes de cada execução. Não foram dadas instruções relativas à altura do remate. Os guarda-redes alternaram na baliza a cada GP.

### 2.4. Análise de dados

Os valores das variáveis cinemáticas foram calculados entre 1.5 s antes do contacto com a bola e 0.5 s após o contacto. A seleção das variáveis em análise baseou-se 1) na literatura existente que relaciona variáveis cinemáticas com a altura da bola noutros tipos de remates de futebol, e 2) nas recomendações de treino para a técnica de remate e controlo da altura da bola. As variáveis selecionadas foram: altura do pé de remate, velocidade do pé de remate, ângulo do pé dominante (i.e., entre o solo e a linha imaginária que une os dois marcadores do pé de remate; cf. Diaz et al., 2012), a distância do pé de apoio ao remate (i.e., a distância entre o marcador da frente do pé de apoio e a linha imaginária paralela à linha de golo e que cruza a marca de GP), o ângulo ombro-anca-pulso para o lado do pé de remate e o ângulo do tronco (i.e., o ângulo entre dois vectores que unem o ponto médio entre as ancas e o ponto médio entre os ombros). As correlações foram calculadas para cada uma destas variáveis para cada GP e para cada momento no tempo, em relação a  $t=0$  (i.e., momento de contacto com a bola). Para determinar a altura da bola em cada GP, a gravação vídeo foi pausada no momento em que a bola cruzou a linha de golo ou quando interceptada pelo guarda-redes, e a coordenada vertical foi medida no ecrã (Figura 3). A altura total da projeção da baliza no ecrã foi de 7.5 cm. Assim, a altura da bola foi categorizada em ‘baixa’ = [0.1, 2.5 cm], ‘média’ = [2.6, 5 cm], e ‘alta’ = [5.1, 7.5 cm].

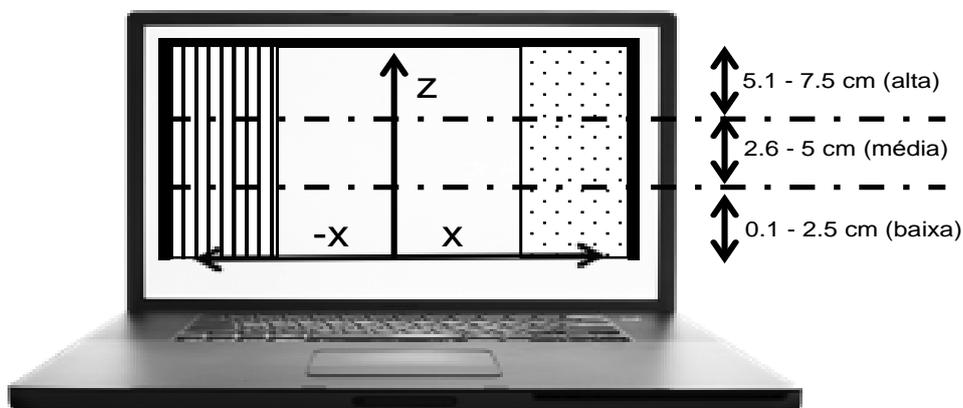


Figura 3. Ilustração das coordenadas verticais e horizontais da direção da bola.

### 3. RESULTADOS

Neste tópico serão apresentados os resultados respeitantes a 1) distribuição das GPs pelas diferentes alturas e eficácia da GP, e 2) correlações entre variáveis cinemáticas individuais e altura da bola nas GPs.

#### 3.1. Distribuição e eficácia para diferentes alturas de bola

A Tabela 1 apresenta a percentagem de GPs para cada altura da baliza, separadas por eficácia (i.e., golo ou não golo). O teste de Chi-Quadrado demonstrou que a altura da bola e a eficácia da GP estão associadas:  $\chi^2(2, N=638) = 24.40, p < .001$ . As GPs que resultaram em golo foram acima do esperado para as zonas 'altas' (residual = 4.1) e abaixo do esperado para as zonas 'médias' (residual = -4.5). Para esclarecer o motivo de existirem mais GPs sem golo do que o esperado, a variável de eficácia foi subdividida em 1 = defesa; 2 = golo após toque do guarda-redes na bola; e 3 = golo sem toque do guarda-redes. O resultado do Chi-Quadrado ( $\chi^2(4, N=638) = 45.83, p < .001$ ) e dos residuais (6.3) revelou que as defesas do guarda-redes para a zona 'média' da baliza foram acima do esperado.

Uma análise adicional foi feita em relação às GPs defendidas pelos guarda-redes. Como se pode constatar na zona inferior da Tabela 1, a percentagem de defesas foi mais elevada para a zona 'média' (33.5%) do que para as zonas 'baixa' (16.5%) e 'alta' (9.1%).

Tabela 1. Percentagem de GPs por altura da bola, separadas por eficácia (golo/não golo).

	Altura da Bola					
	Baixa		Média		Alta	
	Golo	Não Golo	Golo	Não Golo	Golo	Não Golo
Rematador						
1	33.3	35.7	33.3	42.9	33.3	21.4
2	26.1	11.1	41.3	55.6	32.6	33.3
3	32.6	42.9	39.5	50.0	27.9	7.1
4	23.0	38.5	38.5	38.5	38.5	23.0
5	38.9	16.6	27.8	41.7	33.3	41.7
6	34.1	53.8	38.6	38.5	27.3	7.7
7	21.1	38.9	21.1	44.4	57.8	16.7
8	12.8	0.0	23.1	83.3	64.1	16.7
9	47.6	35.3	31.0	29.4	21.4	35.3
10	33.3	0.0	25.7	77.8	41.0	22.2
11	54.3	38.5	17.1	46.2	28.6	15.3
12	28.2	20.0	30.8	80.0	41.0	0.0
Média	32.1	27.6	30.7	52.4	37.2	20.0
n (%)	153 (24.0)	47 (7.4)	149 (23.3)	81 (12.7)	177 (27.7)	31 (4.9)
n (%) de defesas	33 (16.5)		77 (33.5)		19 (9.1)	

#### 3.2. Variáveis cinemáticas individuais e altura da bola

De forma a detetar variáveis que possam ser relacionadas com a altura da bola, e que possam ser utilizadas para distinguir as GPs ao nível da eficácia, foram realizadas correlações entre variáveis cinemáticas e altura da bola. As correlações são apresentadas na Figura 4. Cada gráfico expressa os resultados para uma variável. O momento do contacto com a bola é expresso por  $t=0.0$  s. Os asteriscos indicam um nível de significância  $p < .05$ , que foram obtidos através de testes  $t$  (transformação de Fisher  $z$ ). Próximo do contacto, as variáveis que se correlacionam com a altura da bola são a altura e o ângulo do pé de remate (coluna da esquerda).

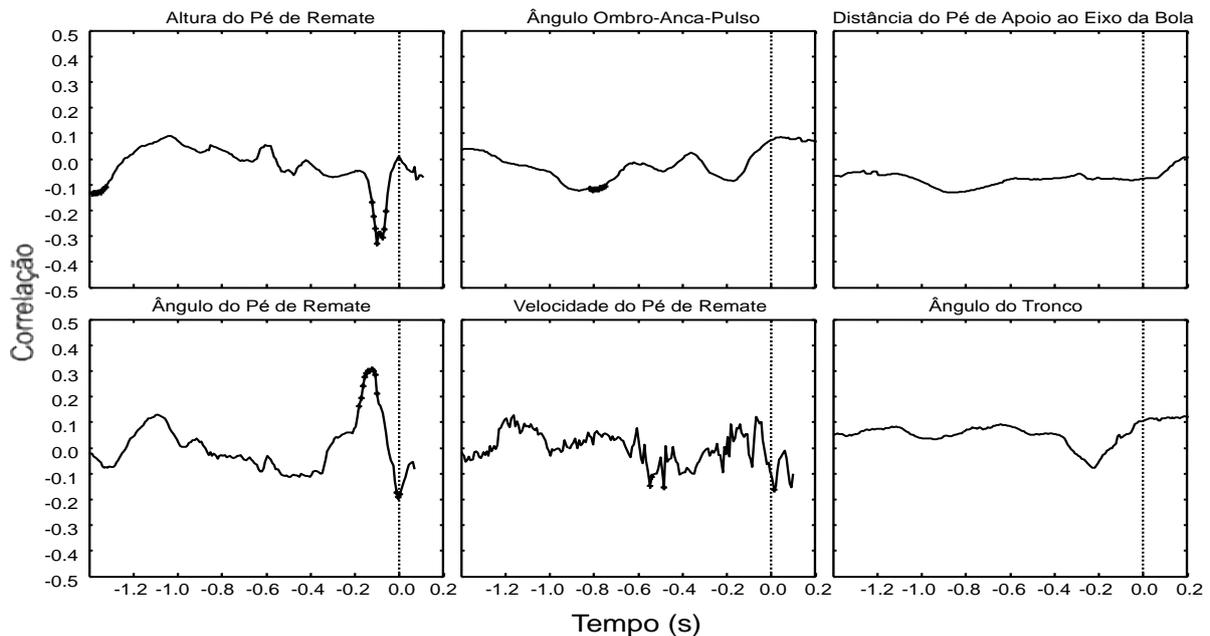


Figura 4. Evolução temporal das correlações entre variáveis cinemáticas individuais e a altura da bola. As curvas representam correlações médias para os 12 rematadores.

#### 4. DISCUSSÃO

Este estudo analisou de que forma a performance do guarda-redes é influenciada pela altura da bola na GP. Além disso, foi investigada a correlação entre a cinemática do rematador e a altura da bola na GP. Os resultados demonstraram que os guarda-redes foram mais eficazes nas alturas ‘média’ e ‘alta’, o que revelou ser um resultado surpreendente, uma vez que as zonas elevadas da baliza são caracterizadas por menor eficácia dos guarda-redes (Bar-Eli e Azar, 2009). A destacar neste aspecto, o facto da nossa análise contemplar apenas 12 rematadores da mesma equipa, enquanto que o estudo de Bar-Eli e Azar contemplou dados de jogadores profissionais de várias Ligas.

A altura e ângulo do pé de remate foram as variáveis correlacionadas com a altura da bola, sendo que a correlação negativa da altura do pé significa que quanto mais baixo for colocado o pé no momento de contacto, maior será o ângulo de saída da bola. (Asai et al., 2005; Prassas et al., 1999). Quanto ao ângulo do tronco, normalmente associado ao ângulo de saída da bola em tarefas de treino da técnica de remate (Lees et al., 2010), não foi verificada relação para a GP.

No futuro, por forma a aprofundar a relação entre a cinemática e a altura da bola na GP, sugerem-se algumas alterações ao design das tarefas de estudo, como 1) redução da distância de 11 m, aumentando assim a amplitude angular possível para a altura da bola, ou 2) executar GPs sem guarda-redes, por forma a analisar a cinemática do rematador com menores constrangimentos ao nível da eficácia. Em tarefas de ensino/treino sugerem-se também variações à tarefa-tipo como 1) alteração da distância à baliza, 2) diferentes pesos de bola (que influenciam a altura da mesma para uma velocidade de saída constante), 3) diferentes estaturas de guarda-redes, ou 4) oscilações na altura da baliza (i.e., graduação crescente ou decrescente dos 2.44 m regulamentares).

#### Agradecimentos

Este estudo foi suportado por uma Bolsa Individual de Doutoramento, atribuída pela Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/60520/2009) a José Eduardo Maia Dias Nunes

Lopes. Os autores agradecem ainda a David Jacobs e David Travieso, da Universidad Autónoma de Madrid, pela cedência do equipamento de recolha de dados.

## BIBLIOGRAFIA

1. Asai, T., Nunome, H., Maeda, A., Matsubara, S., & Lake, M. (2005). Computer simulation of ball kicking using the finite element skeletal foot model. In T. Reilly, J. Cabri, & D. Araújo (Eds.), *Science and football V* (pp. 77-82). London: Routledge.
2. Bar-Eli, M., & Azar, O. H. (2009). Penalty kicks in soccer: an empirical analysis of shooting strategies and goalkeepers' preferences. *Soccer & Society, 10*, 183-191.
3. Diaz, G. J., Fajen, B. R., & Phillips, F. (2012). Anticipation from biological motion: The goalkeeper problem. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 38*, 848-864.
4. Dicks, M., Davids, K., & Button, C. (2010). Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football. *Human Movement Science, 29*, 401-411.
5. Lees, A., Asai, T., Andersen, T. B., Nunome, H., & Sterzing, T. (2010). The biomechanics of kicking in soccer: a review. *Journal of Sports Sciences, 28*, 805-817.
6. Lees, A., & Nolan, L. (2002). Three dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. In W. Spinks, T. Reilly, & A. Murphy (Eds.), *Science and football IV* (pp. 16-21). London: Routledge.
7. Linthorne, N. P., & Patel, D. S. (2011). Optimum projection angle for attaining maximum distance in a soccer punt kick. *Journal of Sports Science and Medicine, 10*, 203-214.
8. Prassas, S. G., Terauds, J., & Nathan, T. (1990). Three dimensional kinematic analysis of high and low trajectory kicks in soccer. In N. Nosek, D. Sojka, W. Morrison, & P. Susanka (Eds.), *Proceedings of the VIIIth Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports* (pp. 145-149). Prague: Conex.
9. Teixeira, L. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills, 88*, 785-789.