

Quantificação da exposição ao contato interpessoal em desportos coletivos durante a pandemia de COVID-19 através de sistemas de rastreamento automático

Autores

Bruno Gonçalves^{1,2,3}; Romeu Mendes^{3,4}; Hugo Folgado^{1,2}; Pedro Figueiredo^{3,5}; Bruno Travassos^{3,6}; João Brito³

bgoncalves@uevora.pt

Resumo

O combate à pandemia de COVID-19 promoveu medidas radicais de confinamento que acabaram por ditar o encerramento temporário de instalações desportivas e o cancelamento ou adiamento generalizado de eventos e atividades desportivas. Estas medidas tiveram um impacto enorme nas diferentes dimensões das atividades desportivas, como social e económica. Neste estudo, procuramos quantificar, através de elementos cinemáticos recolhidos por sistemas de rastreamento automático, a exposição ao contacto interpessoal entre jogadores e árbitros de futebol ao longo de um jogo, de modo a possibilitar uma melhor compreensão sobre o risco de contágio nesta prática. Foram calculadas duas medidas de exposição respiratória: a primeira, calculada para cada indivíduo, foi baseada no tempo passado a uma distância inferior a 2 metros em relação aos outros indivíduos presentes no jogo. Já a segunda medida, foi calculada, adicionando à primeira o tempo de exposição à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos. No geral, os indivíduos passaram uma mediana de 0:12 mm:ss (IQR=0:45 mm:ss) expostos ao contacto interpessoal de menos de 2 m. O maior valor de exposição foi observado entre dois jogadores de equipas adversárias (6:35 mm:ss). Esta metodologia de análise poderá ser utilizada para avaliar a exposição respiratória decorrente do contacto interpessoal e consequente, a estratificação do risco da prática e competição de diferentes modalidades desportivas ou atividades físicas, contribuindo para o planeamento de diferentes atividades no contexto da pandemia de COVID-19.

¹ Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Évora

² CHCR - Comprehensive Health Research Centre, Universidade de Évora

³ Portugal Football School, Federação Portuguesa de Futebol

⁴ EPIUnit – Instituto de Saúde Pública, Universidade do Porto

⁵ CIDESD - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Instituto Universitário da Maia

⁶ CIDESD - Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade da Beira Interior

Palavras-chave: análise do movimento; cinemática; dados posicionais; sistemas de tracking; modalidades desportivas; SARS-CoV-2; pandemia; distanciamento físico

Introdução

A pandemia de COVID-19 perturbou o mundo da atividade física e do desporto. As medidas preventivas de distanciamento social e físico ditaram o encerramento de clubes desportivos, academias e clubes de saúde, estádios, piscinas, estúdios de dança e fitness e parques. O encerramento temporário de instalações de atividade física e desportiva e o cancelamento ou adiamento generalizado de eventos desportivos a nível internacional, regional e nacional tiveram um impacto profundo no desenvolvimento social e económico deste ramo de atividade. Muitos milhões de empregos ficaram em risco, não apenas para profissionais do desporto, mas também para os setores associados como sector das vendas de produtos e serviços desportivos relacionados com as ligas e eventos (1).

O futebol é o desporto a nível mundial com o maior número de atletas envolvidos, tendo a sua atividade, de forma direta e indireta, um impacto na economia global e nos níveis de saúde e condição física dos praticantes (2, 3). Com a pandemia de COVID-19, as medidas preventivas de distanciamento social e físico ditaram o encerramento da sua prática formal e informal, sendo que mesmo após o confinamento, as dúvidas sobre os riscos de transmissão da COVID-19 através da sua prática subsistiam (4, 5). O distanciamento físico foi uma das medidas preventivas mais importantes para prevenir a transmissão da COVID-19 através de gotículas respiratórias (6, 7). No entanto, fruto da variabilidade das relações espaço-temporais no decorrer do jogo, não é possível de garantir o distanciamento físico no futebol de um modo uniforme, subsistindo a dúvida sobre qual o nível de risco que implica a sua prática para a transmissão de COVID-19.

Tendo em conta as considerações anteriores, neste estudo, procurámos quantificar, através de elementos cinemáticos recolhidos por sistemas de rastreamento automático, a exposição ao contacto interpessoal entre jogadores e árbitros de futebol de modo a uma melhor compreensão sobre o risco de contágio no decorrer do jogo.

Métodos

Participantes e equipamentos

Este estudo transversal e exploratório analisou um jogo internacional de futebol de jogadores de elite, adultos e do sexo masculino. O resultado final do jogo analisado foi 3-3. O posicionamento de todos os jogadores (22 jogadores e seis suplentes) e árbitros (um árbitro: ARB; e os dois árbitros assistentes: ARB1, ARB2) foi registado e transformado em coordenadas cartesianas usando o sistema *TRACAB Optical Image Tracking System* com uma frequência de recolha de 25 Hz (<https://chyronhego.com>). O sistema usa câmaras super-HD e tecnologia de processamento de imagem para o registo posicional em tempo real de todos os objetos em movimento num espaço definido, com um atraso máximo de apenas três *frames* de imagem (<https://chyronhego.com>). O sistema foi validado previamente (8) revelando um erro médio (RMSE) de 0,09 m nas medições de posição, 0,09 m·s⁻¹ na velocidade instantânea e 0,26 m·s⁻² em acelerações. Para o presente estudo, a frequência de amostragem foi definida em 5 Hz para coincidir com a frequência dos sistemas de localização posicional utilizado atualmente em modalidades desportivas como o futebol (por exemplo, sistema de posição global, GPS) e para reduzir o tempo de computação das diferentes métricas.

Foram considerados para a análise 31 indivíduos e 930 pares de indivíduos que foram analisados em cada instante ao longo da partida. Todos os jogadores foram classificados em função da equipa e posto específico: GR=guarda-redes, DE=defesa esquerdo, DC=defesa central, DD=defesa direito, ME=médio esquerdo, MC=médio centro, MD=médio direito, A=avançado, ARB=árbitro principal, AREF1=árbitro assistente

O protocolo do estudo foi aprovado pelas autoridades regulamentares competentes, de acordo com as boas práticas da ética e legislação em vigor (CE-UBI-Pj-2020-043).

Procedimentos e processamento de dados

Foram calculadas duas medidas de exposição respiratória para cada indivíduo, tendo em consideração a distância interpessoal de 2 m de acordo com as recomendações do Centro Europeu de Prevenção e Controlo de Doenças (ECDC) para o rastreamento

de contactos para o controlo da COVID-19 (9) e do trabalho de Knudsen e seus colaboradores (10).

Medida de Exposição 1

A primeira medida de exposição respiratória, calculada para cada indivíduo, foi baseada no tempo passado a uma distância inferior a 2 metros em relação aos outros indivíduos. A distância entre indivíduos (exemplo: GR e DC) foi calculada pela seguinte formula:

$$Distance(a_{x(t),y(t)}, b_{x(t),y(t)}) = \sqrt{(a_{x(t)} - b_{x(t)})^2 + (a_{y(t)} - b_{y(t)})^2}$$

onde a corresponde ao GR, x e y às coordenadas longitudinais e laterais, respetivamente, t para o tempo, e b para o individuo DC. O mesmo cálculo foi realizado para todos os pares possíveis de indivíduos.

Medida de Exposição 2

Uma vez que as gotículas respiratórias podem ser deixadas no ar por indivíduos em movimento (11, 12), a segunda medida de exposição, foi calculada, adicionando à primeira medida, o tempo ponderado que cada indivíduo esteve exposto à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos.

Dada a variabilidade do tamanho das gotículas (13, 14) e a curva de evaporação-queda (14), foi considerada uma janela temporal de 15 s para o cálculo da exposição à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos. A exposição diminuiu exponencialmente a uma taxa de 50% a cada 2 s, modelada pela equação: $exposição = e^{(-0,347 * instante\ temporal\ da\ janela\ de\ cálculo)}$ (Figura 1). A figura 2 representa um exemplo dos valores de exposição à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos para uma janela temporal de 4 segundos (20 instantes: 4 segundos*5hz).

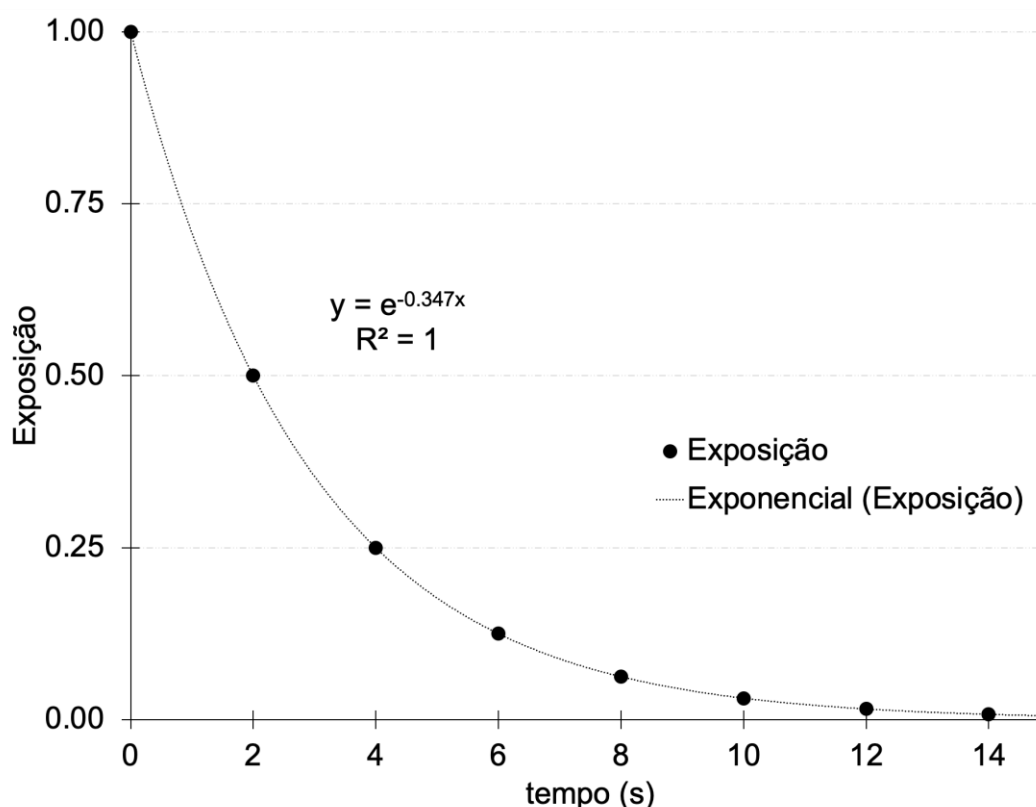


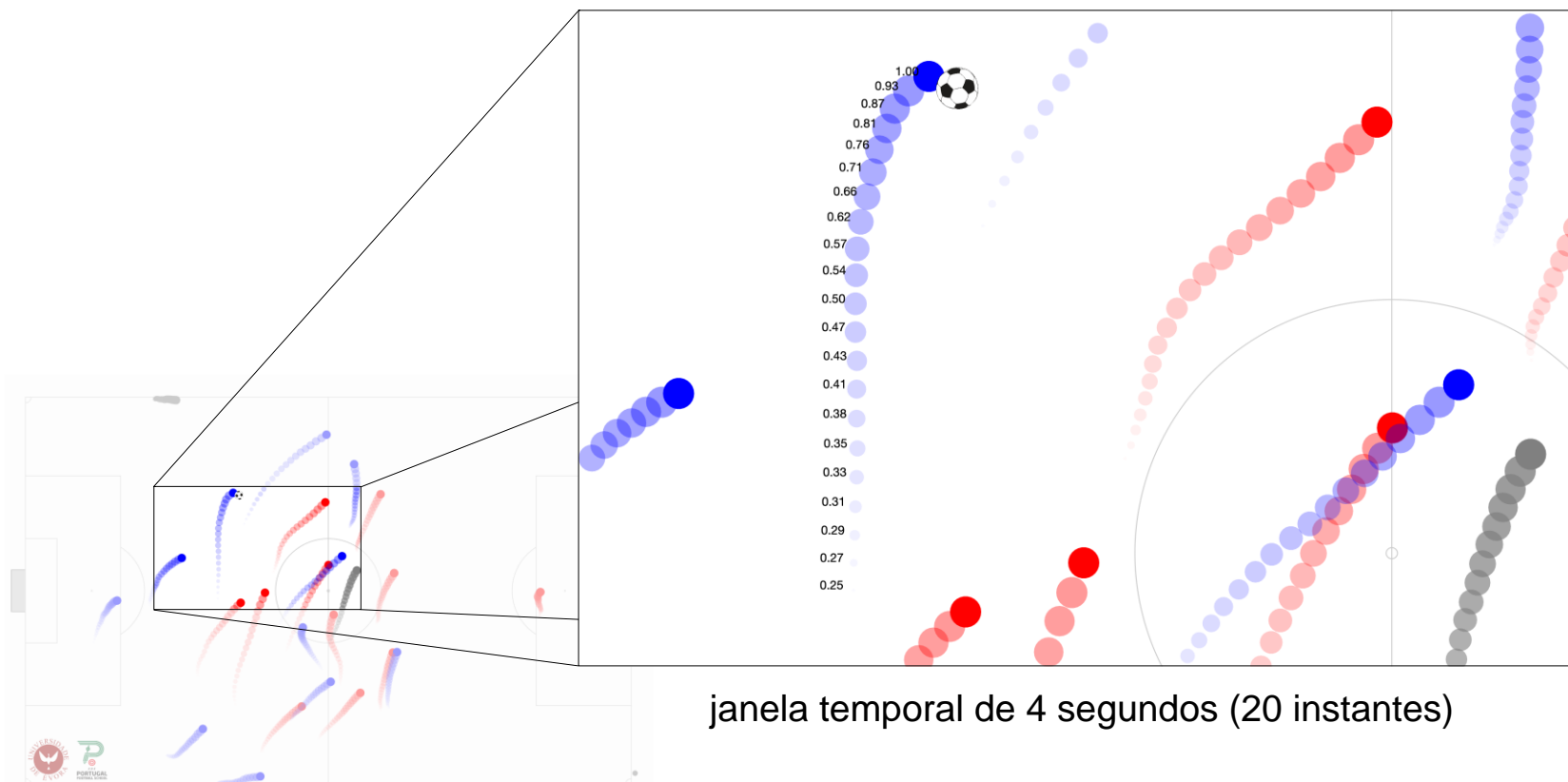
Figura 1. Função exponencial que calcula a ponderação de exposição à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos. A ponderação diminui para metade a cada 2 s. A janela de cálculo foi definida entre 0 e 15 segundos, onde o valor de exposição é 0,005. Adaptado de Knudsen e colaboradores (2020).

A título de exemplo: se um indivíduo A e um indivíduo B estiverem a uma distância de menos de 2 m, o valor de exposição será 1 s para ambos; se o indivíduo A estiver posicionado a menos de 2 m de uma posição em que o indivíduo B esteve há 2 s, a ponderação de exposição será de 0,5 s, mas apenas para o indivíduo A.

O tempo total de exposição ao contacto interpessoal foi calculado como a soma de todas as ponderações de exposição para cada instante, para todos os pares possíveis de indivíduos, dividido pela frequência de amostragem dos dados posicionais. O valor máximo num dado instante foi considerado 1 s.

Todos os cálculos foram processados em Matlab® (The MathWorks Inc., Natick, MA, EUA) e os resultados apresentados em mediana com intervalo interquartil (IQR) e em médias e coeficiente de variação (CV).

Risco de exposição



janela temporal de 4 segundos (20 instantes)

Figura 2. Risco de exposição à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos para uma janela temporal de 4 segundos (20 instantes: 4 segundos * 5hz). O valor do risco diminui até 0.25, correspondente ao instante 20 anterior à posição real.

Resultados

Medida de Exposição 1

A Figura 3 apresenta o tempo acumulado que cada indivíduo (jogador ou árbitro) esteve posicionado a menos de 2 m dos demais indivíduos durante o jogo. No geral, os indivíduos passaram uma mediana de 0:12 minutos:segundos (mm:ss) (IQR=0:45 mm:ss) expostos ao contacto interpessoal de menos de 2 m com os restantes indivíduos. O maior valor de exposição foi observado entre os jogadores A:DC2 e B:A1 (6:35 mm:ss). O tempo médio de exposição por par de indivíduos foi de 0:32 mm:ss (CV=165%).

Medida de Exposição 2

A Figura 4 apresenta o tempo de exposição considerando a “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos. Cada indivíduo foi exposto a 00:44 mm:ss (IQR=02:04 mm:ss). O maior valor de exposição foi observado entre os jogadores A:DC2 e B:A1 (14:10 mm:ss). A média por par de indivíduos foi de 01:31 mm:ss (CV=139%).

Estes resultados permitem uma dupla interpretação, uma vez que o tempo de exposição ao contato interpessoal não é simétrico entre pares de indivíduos. Por exemplo, os jogadores B:A2 e A:DC1 revelaram o maior tempo de exposição durante toda o jogo (14:10 mm:ss), o que representa o tempo que B:A2 foi exposto a A:DC1 (ver interseção de linha B:A2 com coluna A:DC1). Por outro lado, o jogador A:DC1 foi exposto ao jogador B:A2 durante 13:26 mm:ss (ver a interseção da coluna A:DC1 com linha B:A2).

Para os árbitros, o tempo de exposição foi distribuído entre as duas equipas. Enquanto que os árbitros assistentes ARB1 e ARB2 apresentaram baixos valores de tempo de exposição ao contato interpessoal, o árbitro principal (ARB) apresentou valores maiores (expondo e sendo exposto), principalmente na interação com o jogador A:A1 (8:33 mm:ss e 8:36 mm:ss, respetivamente).

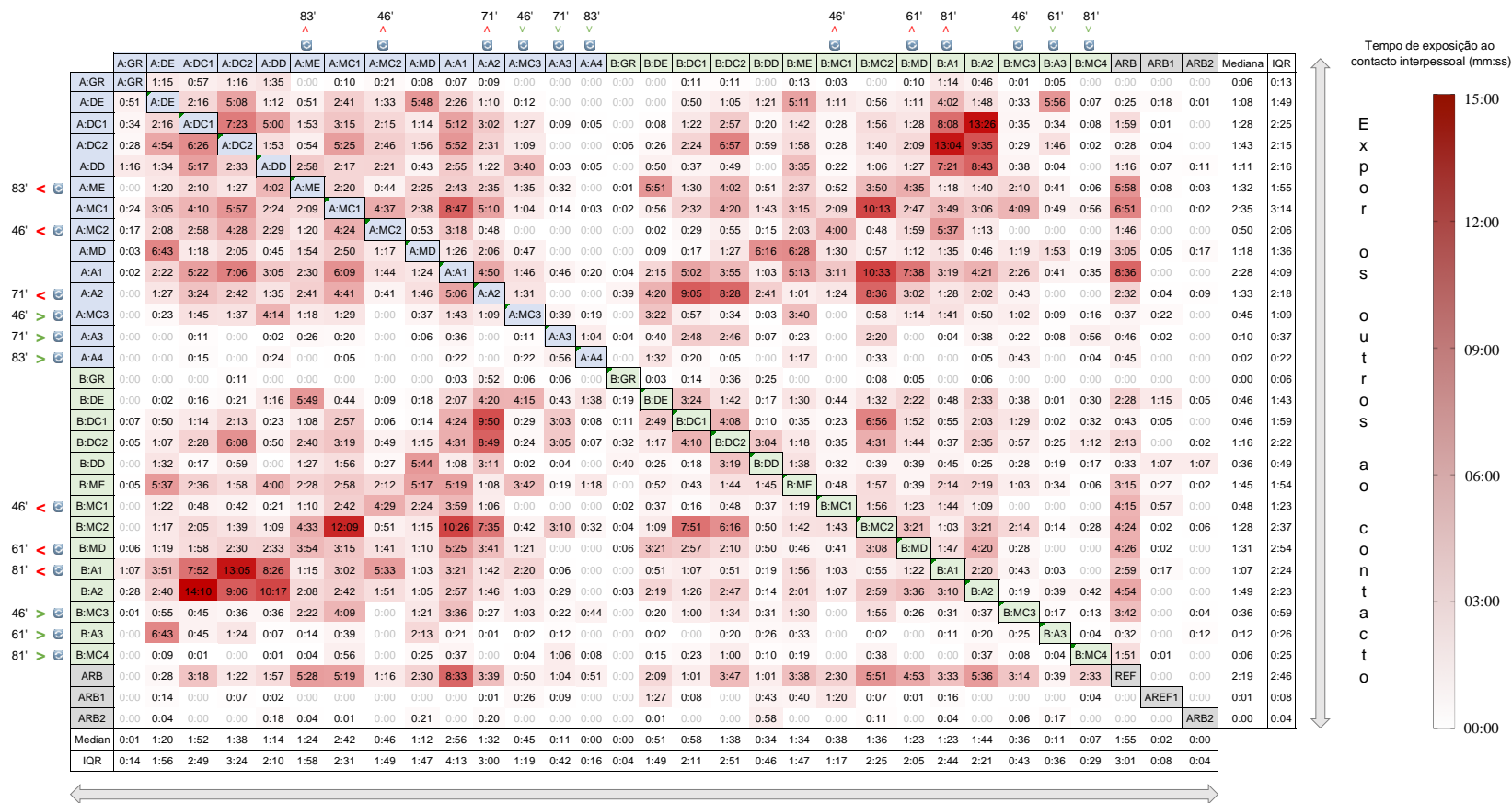


Figura 4. Tempo acumulado (mm:ss) de exposição considerando a “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos. As células azuis representam jogadores da equipa A, verdes da equipa B e cinzento os árbitros. O símbolo representa os jogadores que foram substituídos e a hora do jogo em que ocorreu. A figura permite informações duplas e deve ser lida de acordo com linhas e colunas: as linhas mostram a exposição ao contato com outros indivíduos; as colunas mostram o tempo que cada indivíduo expôs os outros ao contato. As últimas linhas e colunas mostram a mediana e o intervalo interquartil (IQR). As cores mais escuras indicam maior tempo de exposição ao contato interpessoal.

Tempo acumulado (mm:ss) de exposição durante as celebrações dos GOLOS

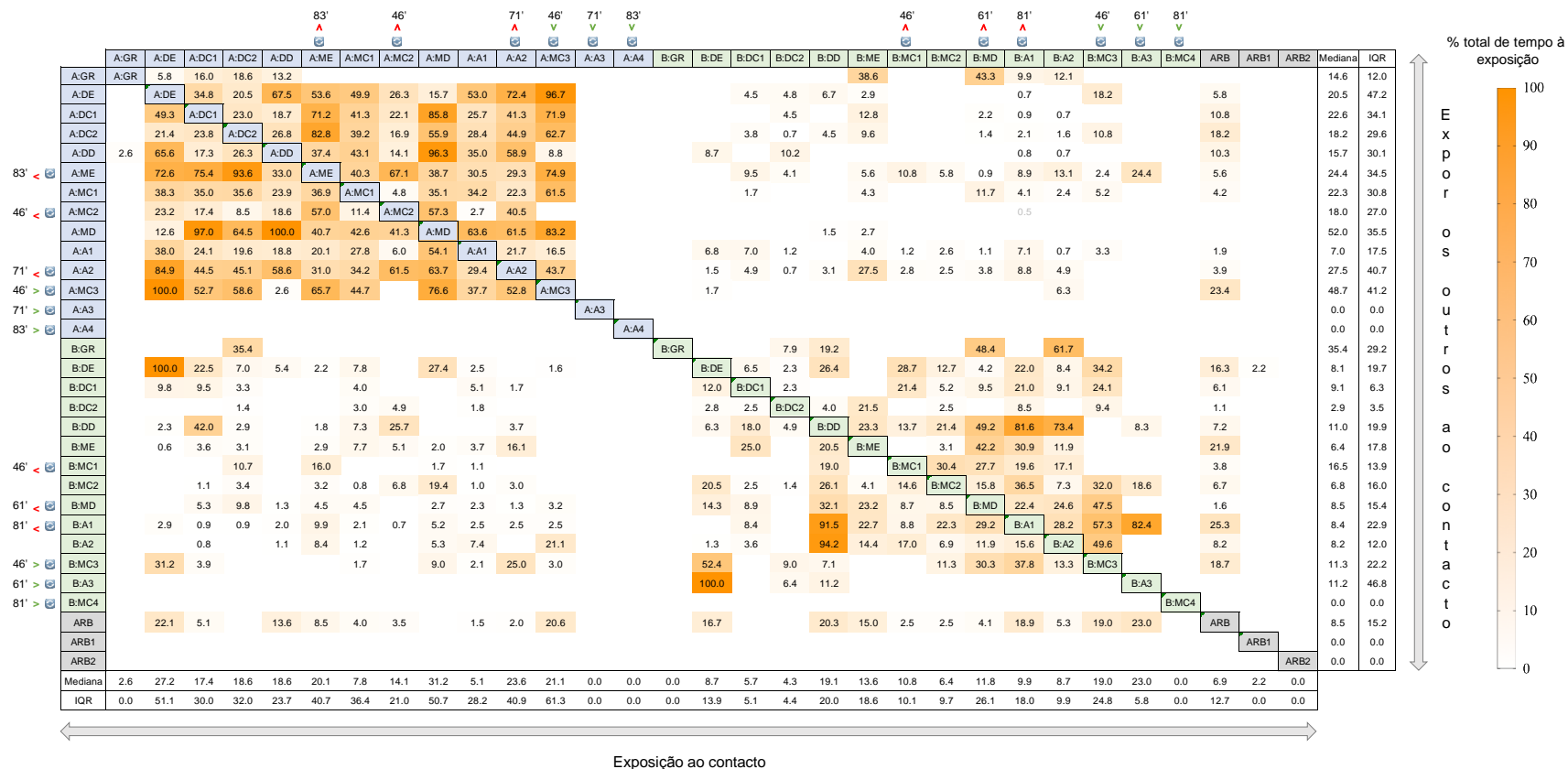


Figura 5. Tempo acumulado (mm:ss) de exposição considerando a “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos durante as celebrações de golo. As células azuis representam jogadores da equipa A, verdes da equipa B e cinzento os árbitros. O símbolo representa os jogadores que foram substituídos e a hora do jogo em que ocorreu. A figura permite informações duplas e deve ser lida de acordo com linhas e colunas: as linhas mostram a exposição ao contato com outros indivíduos; as colunas mostram o tempo que cada indivíduo expõe os outros ao contato. As últimas linhas e colunas mostram a mediana e o intervalo interquartil (IQR). As cores mais escuras indicam maior tempo de exposição ao contato interpessoal.

Tabela 1. Caracterização dos momentos do jogo.

Momento do jogo	N.º de ocorrências	Duração por ocorrência Média±DP (mm:ss)	Duração total (mm:ss)	Tempo de exposição por jogador		% de tempo total de exposição por jogador	
				Mediana (mm:ss)	IQR (mm:ss)	Median (%)	IQR (%)
Jogo completo	n.a.	n.a.	94:21	00:30	01:26	n.a.	n.a.
Bola em jogo	n.a.	n.a.	52:57	00:09	00:31	42.6	39.6
Jogo parado	n.a.	n.a.	41:24	00:15	00:53	57.4	39.6
Celebração dos golos	6	00:53±00:21	05:18	00:00	00:06	1.7	13.6
Cantos	12	00:23±00:08	03:36	00:00	00:04	0.9	6.5
Livre	26	00:28±00:19	09:38	00:01	00:05	4.5	9.7
Pontapé de baliza	26	00:20±00:08	16:20	00:01	00:07	5.2	14.8
Lançamento lateral	53	00:09±00:07	18:35	00:02	00:11	10.4	20.9
Substituições	4	00:48±00:11	02:14	00:00	00:00	0.0	0.1

A Tabela 1 apresenta a influência do contexto do jogo no tempo total de exposição e em complemento, a título de exemplo, a figura 5 apresenta a interação entre durante a celebração dos golos. A percentagem de exposição ao contato foi maior quando o jogo esteve interrompido (mediana=57,4%, IQR=39,6). Por exemplo, as celebrações dos golos apresentaram 00:53±00:21min de duração média por ocorrência (6 no total) e refletiu 1,7% (IQR=13,6%) do tempo total de exposição ao contato. Sugere um valor baixo, no entanto, a figura 5 mostra indivíduos que apresentam 100% do tempo de exposição apenas durante as celebrações. Por exemplo, para o jogador A:MD, 100% do tempo total de exposição foi realizado com o jogador A:DD, correspondendo a 00:38min de contato (ver figura 3).

Discussão

Os resultados sugerem que a quantificação da exposição ao contacto interpessoal entre jogadores e árbitros podem ser medidos através de elementos cinemáticos recolhidos por sistemas de identificação automática do posicionamento em desportos coletivos, como o futebol.

Para identificar e controlar os contactos interpessoais de casos suspeitos ou confirmados de COVID-19, o ECDC definiu como exposição de alto risco, um contacto interpessoal com um caso de COVID-19 a menos de 2 m de distância e durante mais de 15 min (9). Porém, usando as recomendações mencionadas e com base na Medida de Exposição 1 (Figura 3), se o jogador A:DC2 for considerado um caso suspeito ou confirmado de COVID-19 nas 48 h após a partida, a análise de rastreamento mostra que: (i) não existiu nenhum contacto interpessoal a menos de 2 m de distância por mais de 15 min de duração; (ii) este jogador contactou com 23 jogadores e um árbitro assistente com uma distancia inferior a 2m, porém inferior a 15 min de duração; (iii) o tempo máximo de exposição foi com o jogador B:A1 (6:35 mm:ss); (iv) não foi registado qualquer contacto a menos de 2 m de com quatro jogadores (B:MC4, B:GR, A:A3 e A:A4), o árbitro (ARB) e um árbitro assistente (ARB2).

Tendo por base o mesmo exemplo (ou seja, jogador A:DC2), mas através da Medida de Exposição 2 (Figura 4, ver coluna; que inclui o tempo de contacto que esteve

exposto à “nuvem” de gotículas respiratórias formada pelo movimento dos outros indivíduos), a análise de correspondência revelou que: (i) não existiu nenhum contacto interpessoal a menos de 2 m de distância por mais de 15 min de duração; (ii) este jogador contactou com 25 jogadores, o árbitro e um árbitro assistente com uma distancia inferior a 2m; iii) tempo máximo de exposição foi com o jogador B:A1 (13:05 mm:ss); (iv) não foi registado qualquer contacto a menos de 2 m de com quatro jogadores (A:A3, A:A4 e B:MC4) e um árbitro assistente (ARB2).

Face ao exposto, e mesmo sabendo que os resultados não podem ser generalizados para todos os jogos / equipas, ou situações de treino, face às diferentes dinâmicas que o jogo pode apresentar, esta metodologia revelou excelente capacidade descritiva das relações interpessoais entre jogadores de futebol. Esta, poderá ser utilizada para avaliar a exposição respiratória em diferentes modalidades de modo a avaliar o contacto interpessoal e o nível de risco da prática de cada prática desportiva.

Neste estudo utilizamos as recomendações de distância de exposição ao risco e tempo de contacto (9) apenas como um exemplo para mostrar a aplicabilidade da análise. Contudo, os cálculos podem ser realizados com outras distâncias interpessoais e ajustados à necessidade de analisar um maior ou menor nível de proximidade entre os indivíduos durante a prática desportiva e a respetiva análise do contato interpessoal.

É importante salientar que a definição de corte para a distância de distanciamento físico, com o objetivo na prevenção da transmissão COVID-19, é uma questão pouco consensual. A OMS recomendou uma distância mínima de pelo menos 1 m entre indivíduos para limitar o risco de transmissão interpessoal, tanto para distanciamento social (7) e competições desportivas (15). Esta recomendação foi baseada numa revisão sistemática e meta-análise de estudos observacionais (cuidados de saúde e ambientes comunitários) que revelaram uma redução no risco de 82% com uma distância física de 1 m e que por cada metro adicional de distanciamento, a proteção mais que duplica (dados disponíveis até 3 m) (16, 17).

Investigações recentes têm estudado qual a distância segura para a prática de diferentes atividades físicas, incluindo caminhada, corrida e futebol (10, 18, 19). O estudo de Knudsen e colaboradores (10) analisaram 14 jogos de futebol de elite utilizando um modelo com 1,5 m de distância a um suposto jogador infetado e à

“nuvem” de gotículas respiratórias. Em média, os jogadores foram expostos por 01:28 mm:ss a este indivíduo. Acreditamos que o modelo utilizado na presente investigação possa oferecer informações úteis, uma vez que calculámos e apresentámos o tempo de exposição ao contato interpessoal para todos os pares possíveis de indivíduos durante o jogo, permitindo identificar diferentes níveis de exposição entre os mesmos, inclusive os contactos com um caso suspeito ou confirmado de COVID-19. Através de um processo de inspeção visual da Figura 4 destaca-se uma tendência de cor diagonal (inferior esquerdo para superior direito), revelando que os jogadores foram mais expostos (e expõem mais) aos adversários do que aos colegas de equipa. Além disso, situações de celebrações deverão ser evitadas uma vez que aumentam os valores de exposição.

No entanto, é necessária a devida cautela com a atual falta de informação sobre transmissão e modelos de risco, especificamente em relação ao COVID-19 (6, 20). No futuro, a abordagem atual pode ser adaptada para evidências e modelos mais avançados. A tecnologia digital e as análises do movimento devem ser integradas nas políticas e respostas à pandemia COVID-19, facilitando o planeamento, a vigilância e o rastreamento de contactos (21). Assim, os sistemas de rastreamento posicional podem ser usados para analisar modalidades desportivas e atividades físicas e avaliar diferentes níveis de exposição ao risco, permitindo a definição de um retorno progressivo ao desporto após períodos de quarentena.

Conclusões e aplicabilidade

Os dados posicionais, obtidos através de um sistema de rastreamento, permitem a identificação de jogadores de risco face à dinâmica do jogo, bem como caracterizar o nível de risco da modalidade. As medidas de exposição calculadas e analisadas neste estudo podem ser utilizadas para a identificação imediata de contactos de alto risco em situações de um caso suspeito ou confirmado de COVID-19 durante um jogo ou uma sessão de treino. Este modelo de análise com base em elementos cinemáticos poderá ter um papel essencial na estratificação do risco da prática e competição de diferentes

modalidades desportivas ou atividades físicas, contribuindo para o planeamento e ajuste de diferentes atividades no contexto da pandemia de COVID-19.

É uma abordagem inovadora que contribui para o aprofundamento do conhecimento na relação entre prática desportiva de grupo e o risco associado em contexto epidemiológico adverso. Além disso, este estudo apresenta uma metodologia que possibilita o acesso a informação relevante para compreender o risco de transmissão na perspetiva das situações de contacto e pode contribuir para decidir sobre as chamadas medidas não farmacológicas de prevenção da infeção

Bibliografia

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs. The impact of COVID-19 on sport, physical activity and well-being and its effects on social development. COVID-19 Response Policy Brief N° 73. 2020.
2. Milanovic Z, Pantelic S, Covic N, Sporis G, Mohr M, Krustup P. Broad-spectrum physical fitness benefits of recreational football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2018;53(15):926-39.
3. Barbosa A, Brito J, Figueiredo P, Seabra A, Mendes R. Football can tackle type 2 diabetes: a systematic review of the health effects of recreational football practice in individuals with prediabetes and type 2 diabetes. *Res Sports Med.* 2020.
4. Carmody S, Murray A, Borodina M, Gouttebauge V, Massey A. When can professional sport recommence safely during the COVID-19 pandemic? Risk assessment and factors to consider. *Br J Sports Med.* 2020.
5. Buldu JM, Antequera DR, Aguirre J. The resumption of sports competitions after COVID-19 lockdown: The case of the Spanish football league. *Chaos Solitons Fractals.* 2020;138:109964.
6. European Centre for Disease Prevention and Control. Considerations relating to social distancing measures in response to COVID-19 – second update. 23 March 2020. Stockholm: ECDC; 2020.
7. World Health Organization. Overview of public health and social measures in the context of COVID-19. Interim guidance. 18 May 2020. Geneva: World Health Organization; 2020.

8. Linke D, Link D, Lames M. Football-specific validity of TRACAB's optical video tracking systems. *PloS one*. 2020;15(3):e0230179.
9. European Centre for Disease Prevention and Control. Contact tracing: public health management of persons, including healthcare workers, having had contact with COVID-19 cases in the European Union – second update, 8 April 2020. Stockholm: ECDC; 2020.
10. Knudsen NS, Thomasen MM, Andersen TB. Spread of virus during soccer matches. Preprint available online: <https://www.medrxiv.org/content/101101/2020042620080614v1/fullpdf+html> (accessed on 10 July 2020). 2020.
11. Liu Y, Ning Z, Chen Y, Guo M, Liu Y, Gali NK, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature*. 2020;582(7813):557-60.
12. Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A, Anfinrud P. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *P Natl Acad Sci USA*. 2020;117(22):11875-7.
13. Dbouk T, Drikakis D. On coughing and airborne droplet transmission to humans. *Phys Fluids*. 2020;32(5).
14. Xie X, Li Y, Chwang ATY, Ho PL, Seto WH. How far droplets can move in indoor environments - revisiting the Wells evaporation-falling curve. *Indoor Air*. 2007;17(3):211-25.
15. World Health Organization. Considerations for sports federations/sports event organizers when planning mass gatherings in the context of COVID-19. Interim guidance. 14 April 2020. Geneva: World Health Organization; 2020.
16. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schunemann HJ, et al. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2020.
17. MacIntyre CR, Wang Q. Physical distancing, face masks, and eye protection for prevention of COVID-19. *Lancet*. 2020.
18. Córdova A, Latasab I. Respiratory flows as a method for safely preventing the coronavirus transmission (COVID-19). *Apunts Sports Med*. 2020;55(206):81-5.
19. Blocken B, Malizia F, Druenen Tv, Marchal T. Towards aerodynamically equivalent COVID19 1.5 m social distancing for walking and running. Preprint

available

online:

http://www.urbanphysicsnet/Social%20Distancing%20v20_White_Paperpdf

(accessed on 10 July 2020). 2020.

20. Setti L, Passarini F, De Gennaro G, Barbieri P, Perrone MG, Borelli M, et al. Airborne Transmission Route of COVID-19: Why 2 Meters/6 Feet of Inter-Personal Distance Could Not Be Enough. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(8).
21. Whitelaw S, Mamas MA, Topol E, Spall HGCV. Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response. *Lancet Digital Health*. 2020.