



Da emergência de um novo vírus humano à disseminação global de uma nova doença

— Doença por Coronavírus 2019 (COVID-19)

COVID-19: Sazonalidade e fatores climáticos

Ana Isabel Ribeiro¹, Cláudia Jardim Santos¹

¹ EPIUnit, Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto

O aumento da temperatura irá travar a epidemia do coronavírus

SARS-CoV-2? — Com a chegada das temperaturas mais elevadas, coincidente com o início da primavera e verão, têm sido muitas as especulações em relação à possibilidade de o calor poder atenuar o atual cenário pandémico causado pelo novo coronavírus SARS-CoV-2. Esta suposição tem como base o comportamento de outros vírus respiratórios já conhecidos, como por exemplo, o vírus influenza e o coronavírus SARS-CoV, os quais não são viáveis em temperaturas e humidades elevadas (normalmente características de estações do ano mais quentes).¹⁻³

É importante frisar que existem diferentes fatores que moldam o aparecimento de uma doença transmissível, nomeadamente as características do agente infeccioso, do hospedeiro e do meio ambiente. Indiscutivelmente, estes três fatores têm um papel fundamental na ocorrência de uma infeção. Contudo, neste capítulo iremos explorar o papel dos fatores climáticos no aparecimento das doenças infecciosas, tal como, a doença por coronavírus — COVID-19.

O papel dos fatores ambientais na transmissão da doença — A variação sazonal de variáveis meteorológicas como a temperatura, a precipitação, a exposição solar e a humidade, bem como de outros fatores abióticos não climáticos (por exemplo, salinidade da água e pH), afeta a abundância, a sobrevivência e a virulência dos agentes infecciosos. Todos estes fatores influenciam a transmissão do agente infeccioso para novos hospedeiros, particularmente aqueles que são transmitidos através de aerossóis, gotículas ou fômites (objetos nos quais o agente infeccioso poderá ser depositado e transmitido).^{4,5}

No caso do coronavírus SARS-CoV-2, a transmissão ocorre de forma direta de pessoa para pessoa através de gotículas aquando da respiração, fala, tosse ou espirro de uma pessoa infetada. Estas gotículas poderão ser inaladas ou atingir diretamente a boca, o nariz, ou os olhos de um indivíduo que se encontre na sua proximidade. Além disso, este vírus é igualmente passível de ser contraído de forma indireta, se as gotículas expelidas pelo infetado forem depositadas em objetos ou superfícies, contaminando-os, e deste modo infetarem outros indivíduos que toquem nesses mesmos locais e levem, instintivamente, as mãos à cara dando acesso privilegiado à entrada do vírus no organismo.⁶ Assim, a sobrevivência do coronavírus SARS-CoV-2 no meio ambiente, determina a sua capacidade de transmissão para um novo hospedeiro, visto que este não se consegue replicar fora de células vivas³: ou seja, a sua viabilidade é influenciada pelas

características ambientais até entrar em contacto com um hospedeiro suscetível, no qual poderá assegurar o seu ciclo de replicação.

Um estudo experimental publicado no *The New England Journal of Medicine* avaliou a estabilidade, tanto em superfícies como em aerossóis (partículas com dimensão inferior a 5 micrómetros), dos coronavírus SARS-CoV e SARS-CoV-2. Neste estudo, o coronavírus SARS-CoV-2 manteve-se detetável em superfícies de plástico até 72 horas, aço inoxidável até 48 horas, cartão até 8 horas, e cobre até 4 horas, numa temperatura entre os 21°C e os 23°C e com uma humidade relativa de 40%. Nestas condições experimentais, verificou-se que a sobrevivência do SARS-CoV-2 foi superior nas superfícies de plástico (6,8 horas) e aço inoxidável (5,6 horas) comparativamente com as superfícies de cartão e cobre. Em aerossóis, o SARS-CoV-2 manteve-se viável durante o decorrer da experiência (3 horas).⁷ Contudo, é importante ressaltar que as condições em que foram criadas estas nanopartículas — através de um nebulizador — não refletem as condições normais de produção de aerossóis durante reflexos como a tosse ou os espirros.⁶ Mais, é importante frisar que os resultados do estudo apenas documentam o comportamento do SARS-CoV-2 numa estreita margem de condições ambientais. Por exemplo, a temperaturas de 30°C ou 40°C, o coronavírus MERS-CoV e outros coronavírus veterinários, como o vírus da gastroenterite transmissível (GET) e o vírus da hepatite murina (VHM), veem a sua persistência visivelmente reduzida, enquanto que a temperaturas de 4°C os coronavírus GET e VHM podem persistir até 28 dias.⁸ As variações na viabilidade de outros coronavírus fundamentam a necessidade de analisar o comportamento do novo coronavírus SARS-CoV-2 em diferentes condições ambientais, de forma a perceber como a sua sobrevivência fora de um hospedeiro poderá influenciar a sua disseminação.

Assim, um estudo publicado no *The Lancet Microbe* revelou que o SARS-CoV-2 é sensível ao calor após ter verificado que, a uma temperatura de 4°C, o vírus mantém-se detetável durante 14 dias, enquanto que a uma temperatura de 70°C este apenas se mantém detetável por 5 minutos. Além da análise do comportamento do SARS-CoV-2 a diferentes temperaturas, testou-se a estabilidade do vírus, em diferentes superfícies, a uma temperatura de 22°C e com uma humidade relativa de 65%. O plástico e o aço inoxidável foram novamente as superfícies em que o vírus foi detetado por um período mais longo (7 dias), comparativamente com superfícies lisas, como vidro e notas monetárias (4 dias); madeira tratada e tecido (2 dias); bem como papel de impressão e lenços de papel (3 horas).⁹

Deste modo, é fundamental notar a importância de uma correta limpeza dos objetos e das superfícies potencialmente atingidas pelo vírus, de forma a serem eliminados, especialmente superfícies manuseadas por inúmeras pessoas. Para além desta prática, é essencial assegurar uma certa distância física (um a dois metros), principalmente de indivíduos que demonstrem ter algum sintoma da doença respiratória. Lavar as mãos com frequência, expirar ou tossir para um lenço de utilização única ou adequadamente em direção ao cotovelo fletido são também boas práticas de forma a quebrar a transmissão do vírus.^{6,10}

O efeito das mudanças de temperatura e humidade — Visto que os vírus são organismos obrigatoriamente intracelulares e, portanto, necessitam de um hospedeiro de forma a obter todas as moléculas necessárias à sua replicação, estes terão de resistir a fatores ambientais no trajeto para novos hospedeiros. Esta particularidade pode assim influenciar a presença de vírus em determinadas alturas do ano. As doenças infecciosas podem ter ciclos sazonais — anuais ou plurianuais (por exemplo, a cada dois anos) — determinados pela transmissão sazonal e pelo número de hospedeiros suscetíveis.⁵ Por exemplo, anualmente, durante o inverno, há um maior número de casos de influenza

e outras infecções respiratórias. Esta intensificação está normalmente associada ao comportamento da população durante os meses mais frios onde, por norma, é habitual passar mais tempo em ambientes fechados. A baixa humidade do ar interior e a maior proximidade das pessoas nesses espaços poderá contribuir para a contínua transmissão destas infecções respiratórias.^{11,12}

Um estudo realizado em Edimburgo investigou a associação entre variáveis meteorológicas e a sazonalidade de alguns vírus que causam infecções no sistema respiratório. Esse estudo verificou que vírus não encapsulados – por exemplo, os rinovírus e os adenovírus – encontram-se presentes durante todo o ano com alguma variação sazonal. Já os vírus encapsulados têm uma sazonalidade mais demarcada com predominância no inverno, com a exceção dos vírus parainfluenza que apresentam maior propensão para as temperaturas mais elevadas.¹³ Na mesma linha de pensamento, levanta-se a questão de que o novo coronavírus SARS-CoV-2, venha a ter um comportamento sazonal semelhante aos vírus respiratórios encapsulados com preferência para temperaturas e humidades mais baixas e, como tal, ser mais sensível a aumentos da temperatura devido ao seu envelope.¹⁴

No Irão, verificou-se que as províncias com as maiores taxas de infeção por SARS-CoV-2 são aquelas que possuem uma baixa humidade relativa, baixa intensidade do vento e baixa radiação solar.¹⁵

No entanto, ainda é incerto o comportamento do SARS-CoV-2 em estações mais quentes, visto estar presente na população há pouco mais de uns meses. A sua recente introdução na população faz com que sejam raros os indivíduos imunes, sendo possível a sua propagação por tempo ainda indeterminado. No entanto, alguns estudos apontam que, com a aproximação do verão no hemisfério norte, haja a possibilidade de as altas temperaturas típicas da época ajudarem, em parte, a reduzir a transmissão do SARS-CoV-2.¹⁶⁻¹⁸ Uma maior severidade do surto de COVID-19 foi verificada em países com baixas temperaturas e baixa humidade comparativamente a países com o cenário oposto.¹⁶⁻¹⁸ E, nos primeiros meses da pandemia, o maior número de casos foi registado no hemisfério norte, principalmente nos continentes asiático e europeu, no Médio Oriente e nos Estados Unidos da América. Porém, é também possível constatar que o SARS-CoV-2 se encontra presente um pouco por todo o mundo, mesmo em zonas quentes onde também têm sido registados casos – apesar de em números não tão elevados.¹⁹ Quando comparados vários países afetados pela epidemia foi também possível verificar que aqueles que possuem um clima relativamente quente e húmido apresentam uma menor disseminação da doença, independentemente das condições socioeconómicas do país.²⁰

Também foram divulgadas projeções que apoiam a desaceleração da propagação do SARS-CoV-2 em condições ambientais extremas de calor, frio ou humidade.¹⁹ Um outro estudo suíço investigou a influência da variação sazonal na transmissão do novo coronavírus no hemisfério norte: os resultados exploratórios apontam para a possibilidade de, após vários anos, o SARS-CoV-2 tornar-se sazonal, como acontece com os outros coronavírus. O estudo reforça igualmente a possibilidade de ocorrer um novo pico de infeções nas estações mais frias, já no próximo inverno 2020-2021.²¹ Contudo, existem outros estudos que demonstram que não existe uma associação entre os fatores climáticos e a transmissão do vírus SARS-CoV-2, havendo uma maior influência das intervenções de saúde pública no controlo da epidemia.^{22,23}

A similaridade existente entre a viabilidade dos coronavírus SARS-CoV e SARS-CoV-2, em superfícies e em aerossóis, levanta também questões em relação à potencialidade da atividade viral do SARS-CoV-2 vir a ser reduzida com a chegada

das temperaturas mais amenas.⁷ Estudos realizados, acerca do surto da síndrome respiratória aguda grave (SARS), em 2002, pelo coronavírus SARS-CoV, indicam que os aspetos ambientais estão associados com a incidência de casos de SARS.¹⁹ Apesar destas semelhanças, existem claras diferenças entre a epidemia de SARS e a atual epidemia de COVID-19, as quais podem estar relacionadas com uma maior quantidade de SARS-CoV-2 nas vias respiratórias superiores e com a possibilidade de o vírus poder ser transmitido mesmo quando as pessoas são assintomáticas.⁷

É de extrema importância ressaltar que, a nível mundial, os exemplos acima mencionados não são observados em períodos temporais coincidentes. Existem variações geográficas na severidade e no período em que ocorrem as epidemias para a mesma doença infecciosa, pois diferentes regiões apresentam fatores ambientais distintos.⁴ Por exemplo, o vírus influenza apresenta padrões sazonais anuais muito típicos em áreas do globo com clima temperado e padrões menos acentuados nas regiões tropicais.²

Outros efeitos — Apesar de haver a possibilidade de a mudança de estação abrandar os efeitos da pandemia, é necessário não esquecer que a transmissão deste vírus é influenciada por diversos outros fatores sazonais que moldam a propagação do vírus e que as mudanças nas variáveis meteorológicas, por si só, não serão suficientes para reduzir a incidência de casos de COVID-19.²⁴

Assim, os fatores abióticos podem igualmente modificar a suscetibilidade do hospedeiro às doenças infecciosas. Por exemplo, durante o inverno, os seres humanos encontram-se menos expostos à luz solar. Consequentemente, a síntese de vitamina D poderá ser reduzida devido à menor exposição à luz ultravioleta. Visto que a vitamina D é responsável pela modulação das respostas imunes inatas e adaptativas, a imunidade do hospedeiro é alterada, contribuindo assim para uma maior suscetibilidade do hospedeiro às doenças infecciosas no período de inverno.^{25,26}

O deslocamento sazonal de indivíduos também poderá modelar o aparecimento de infeções. Por exemplo, os padrões sazonais de surtos de sarampo são normalmente observados durante o início de um novo ano escolar. Nessa época do ano, o número de casos de sarampo aumenta devido às novas interações e deslocamentos de crianças, ao contrário do que é observado durante as férias escolares.²⁷ No caso do COVID-19, a época de dezembro poderá ter contribuído para uma maior disseminação do vírus dado o incremento das deslocamentos de turismo e lazer, bem como ao maior relacionamento social típico da época.²⁸

As mudanças climáticas globais verificadas nos últimos anos também contribuem para a modificação da biodiversidade e, portanto, moldam as interações entre plantas, animais e seres humanos. Essas modificações podem alterar os mecanismos de transmissão de doenças, o que pode contribuir para o aparecimento de novas infeções na população e também para o (re)aparecimento de algumas doenças infecciosas.^{11,29}

Contudo, por vezes, diferentes áreas que exibem características climáticas semelhantes apresentam diferentes padrões de incidência da doença. Estas diferenças poderão estar relacionadas com outros aspetos físicos característicos de determinadas localidades. Por exemplo, quando observamos os ambientes típicos de áreas urbanas, verificamos que estas possuem um conjunto de características que poderão modelar a ocorrência das doenças infecciosas na população, nomeadamente a densidade populacional, a organização espacial, a mobilidade e a heterogeneidade socioeconómica da população.³⁰ Os espaços físicos e sociais presentes nos centros urbanos podem facilitar a ocorrência

das doenças infecciosas, visto que ambientes densamente povoados promovem uma maior interação entre pessoas, aumentando potencialmente o número de possíveis indivíduos suscetíveis. De facto, um estudo realizado no Irão verificou que uma maior densidade populacional contribuiu significativamente para a evolução do surto da COVID-19.¹⁵

Concluindo — As variações sazonais das interações sociais e do comportamento do hospedeiro, a mudança do número de hospedeiros suscetíveis e a abundância do vetor, alterações na imunidade do próprio hospedeiro, assim como as variações no desenvolvimento, sobrevivência e virulência dos agentes infecciosos, afetam a incidência das doenças infecciosas, o que faz com que as interações entre o ser humano e os agentes infecciosos variem ao longo do ano.^{11,26}

Um aprofundamento do conhecimento das variações sazonais pode ajudar os profissionais de saúde pública a melhorar os atuais sistemas de vigilância, tendo por base a tendência "real" da doença, bem como prever futuras epidemias ou pandemias e, conseqüentemente, estabelecer medidas de prevenção e controlo atempadas.^{5,26} Além disso, é necessário continuar a preparar os sistemas de saúde para uma eventual onda de novos casos, visto que o comportamento do SARS-CoV-2 não é ainda totalmente conhecido.²¹

Em todo o caso, até o momento, não existe uma ligação diretamente causal confirmada entre os fatores climáticos e a incidência do SARS-CoV-2. Por isso, e uma vez que a propagação do vírus não depende somente desses fatores, será a implementação de um conjunto de medidas preventivas (como as que já foram elucidadas ao longo do capítulo) o que previsivelmente virá a ter maior impacto na atenuação da curva epidémica.

**nota:* atualizaremos este capítulo sempre que a quantidade e importância da nova informação o justifique.

referências —

- 1.** Yuan J, Yun H, Lan W, Wang W, Sullivan SG, Jia S, et al.
A climatologic investigation of the SARS-CoV outbreak in Beijing, China.
American Journal of Infection Control. 2006;34(4):234-6.
- 2.** Lipsitch M, Viboud C.
Influenza seasonality: lifting the fog.
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2009;106(10):3645-6.
- 3.** Chan KH, Peiris JS, Lam SY, Poon LL, Yuen KY, Seto WH.
The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus.
Advances in virology. 2011;2011:734690.
- 4.** Grassly NC, Fraser C.
Seasonal infectious disease epidemiology.
Proceedings Biological sciences. 2006;273(1600):2541-50.
- 5.** Martinez ME.
The calendar of epidemics: Seasonal cycles of infectious diseases.
PLoS pathogens. 2018;14(11):e1007327-e.
- 6.** World Health Organization.
Coronavirus disease 2019 (COVID-19)
Situation Report – 66. 2020.
- 7.** van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al.
Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1.
New England Journal of Medicine. 2020.
- 8.** Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E.
Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents.
Journal of Hospital Infection. 2020;104(3):246-51.
- 9.** Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen H-L, Chan MCW, et al.
Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions.
The Lancet Microbe. 2020;1(1):e10.
- 10.** Direção-Geral da Saúde.
Infeção por SARS-CoV-2 (COVID-19).
Limpeza e desinfeção de superfícies em estabelecimentos de atendimento ao público ou similares. 2020.
- 11.** Altizer S, Dobson A, Hosseini P, Hudson P, Pascual M, Rohani P.
Seasonality and the dynamics of infectious diseases.
Ecology letters. 2006;9(4):467-84.
- 12.** Nelson KE.
Epidemiology of Infectious Disease: General Principles.
Infectious Disease Epidemiology: Theory and Practice.
3 ed: Jones & Bartlett Learning; 2014. p. 19-44.

- 13.** Price RHM, Graham C, Ramalingam S.
Association between viral seasonality and meteorological factors.
Scientific Reports. 2019;9(1):929.
- 14.** Schoeman D, Fielding BC.
Coronavirus envelope protein: current knowledge.
Virology Journal. 2019;16(1):69.
- 15.** Ahmadi M, Sharifi A, Dorosti S, Jafarzadeh Ghouschi S, Ghanbari N.
Investigation of effective climatology parameters on COVID-19 outbreak in Iran.
Science of The Total Environment. 2020;729:138705.
- 16.** Wang J, Tang K, Feng K, Lv W.
High Temperature and High Humidity Reduce the Transmission of COVID-19. 2020.
- 17.** Sajadi MM, Habibzadeh P, Vintzileos A, Shokouhi S, Miralles-Wilhelm F, Amoroso A.
Temperature, humidity, and latitude analysis to predict potential spread and seasonality for COVID-19. 2020.
- 18.** Bannister-Tyrrell M, Meyer A, Faverjon C, Cameron A.
Preliminary evidence that higher temperatures are associated with lower incidence of COVID-19, for cases reported globally up to 29th February 2020.
medRxiv. 2020:2020.03.18.20036731.
- 19.** Araujo MB, Naimi B.
Spread of SARS-CoV-2 Coronavirus likely to be constrained by climate.
medRxiv. 2020:2020.03.12.20034728.
- 20.** Iqbal MM, Abid I, Hussain S, Shahzad N, Waqas MS, Iqbal MJ.
The effects of regional climatic condition on the spread of COVID-19 at global scale.
Science of The Total Environment. 2020;739:140101.
- 21.** Neher RA, Dyrdak R, Druelle V, Hodcroft EB, Albert J.
Potential impact of seasonal forcing on a SARS-CoV-2 pandemic.
Swiss medical weekly. 2020;150:w20224.
- 22.** Yao Y, Pan J, Liu Z, Meng X, Wang W, Kan H, et al.
No association of COVID-19 transmission with temperature or UV radiation in Chinese cities.
European Respiratory Journal. 2020;55(5):2000517.
- 23.** Jüni P, Rothenbühler M, Bobos P, Thorpe KE, da Costa BR, Fisman DN, et al.
Impact of climate and public health interventions on the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study.
Canadian Medical Association Journal. 2020;192(21):E566-E73.
- 24.** Luo W, Majumder MS, Liu D, Poirier C, Mandl KD, Lipsitch M, et al.
The role of absolute humidity on transmission rates of the COVID-19 outbreak.
medRxiv. 2020:2020.02.12.20022467.

- 25.** Aranow C.
Vitamin D and the immune system.
Journal of investigative medicine: the official publication
of the American Federation for Clinical Research. 2011;59(6):881-6.
- 26.** Fisman DN.
Seasonality of infectious diseases.
Annual review of public health. 2007;28:127-43.
- 27.** Klinkenberg D, Hahne SJM, Woudenberg T, Wallinga J.
The Reduction of Measles Transmission During School Vacations.
Epidemiology (Cambridge, Mass). 2018;29(4):562-70.
- 28.** Sun Z, Thilakavathy K, Kumar SS, He G, Liu SV.
Potential Factors Influencing Repeated SARS Outbreaks in China.
International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(5):1633.
- 29.** Keesing F, Belden LK, Daszak P, Dobson A, Harvell CD, Holt RD, et al.
Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases.
Nature. 2010;468:647.
- 30.** Dalziel BD, Kissler S, Gog JR, Viboud C, Bjørnstad ON, Metcalf CJE, et al.
Urbanization and humidity shape the intensity of influenza epidemics in U.S. cities.
Science. 2018;362(6410):75-9.