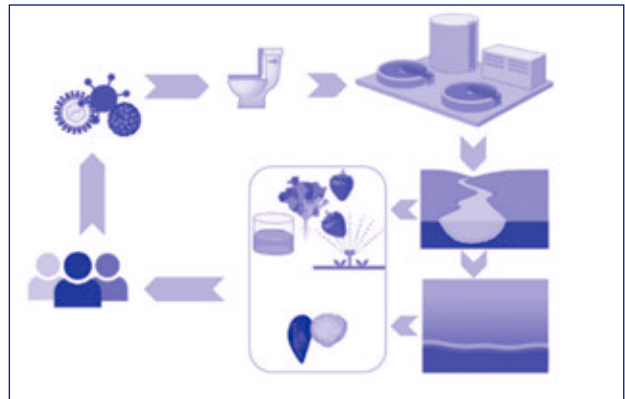


El coronavirus causant de la COVID-19 i les aigües residuals

L'estudi de l'aigua residual pot
aportar dades sobre la incidència
del virus en la població.

Per **Sílvia Bofill-Mas**



Transmissió fecal-oral de virus que han excretat els humans a través de les aigües residuals i que poden contaminar altres fonts d'aigua i, en conseqüència, alguns aliments. Figura elaborada amb biorender.com.

Són diferents les vies mitjançant les quals els virus ens infecten, és a dir, entren, i mitjançant les quals els excretem, és a dir, surten del nostre cos per ser transmesos a altres persones. Alguns dels virus que infecten l'ésser humà s'excreten en grans quantitats a través de la femta i l'orina, cosa que converteix l'aigua residual en una font important de virus i altres microorganismes patògens, que es transmeten a través del que es coneix com a ruta fecal-oral. Mitjançant aquesta via, diferents tipus d'aigua i alguns aliments, i també algunes superfícies (o les nostres pròpies mans) contaminades, actuen com a vehicles de transmissió d'aquests patògens que normalment causen gastroenteritis o hepatitis (norovirus, virus de l'hepatitis A i E, etc.).

Així doncs, l'aigua residual pot contenir un nombre elevat de virus i esdevenir una eina interessant perquè els viròlegs puguem estudiar els virus que són excretats per una determinada població sense haver d'analitzar moltes mostres individuals de diferents individus. Però això no és res nou: ja es feia als anys quaranta del segle passat per estudiar la presència del virus de la pòlio¹ en l'aigua residual d'algunes ciutats nord-americanes.

Encara avui en dia, el monitoratge de virus de la pòlio en aigua residual és un instrument útil per alertar sobre la circulació de soques salvatges o soques vacunals neurovirulentes entre la població, i contribuir així a la lluita per erradicar aquest virus.

Ara bé, és en el context de la pandèmia de COVID-19 que el potencial de l'aigua residual com a instrument per es-

Des del juliol de 2020, el nostre grup de recerca participa, juntament amb altres centres, d'un esforç comú per monitorar la presència de SARS-CoV-2 en les aigües d'estacions depuradores d'aigua residual arreu de Catalunya. El seguiment setmanal d'aquestes anàlisis es pot veure al web sarsaigua.icra.cat.

«El nou coronavirus es transmet principalment per mitjà de gotetes d'aerosols que emetem quan estosseguem.»

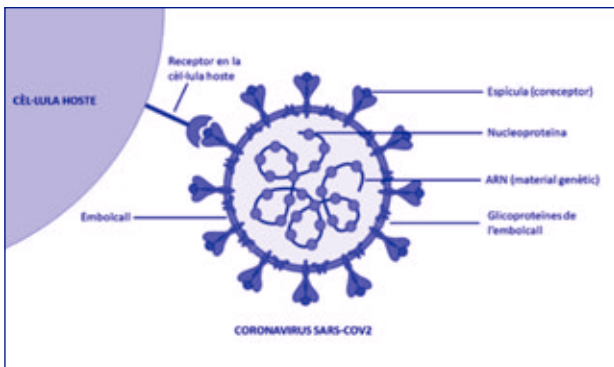


Figura 2. Diagrama de l'estructura del SARS-CoV-2. S'hi esquematitza la seva adhesió a una cèl·lula hoste mitjançant el reconeixement de les proteïnes de l'espícula i un receptor en la cèl·lula. Figura elaborada amb biorender.com.

tudiar virus excretats en femta i/o orina està més a l'ordre del dia que mai. Què té a veure un virus que causa pneumònia amb l'aigua residual?

Com és un virus i com pot acabar a la femta?

Els virus mesuren uns pocs nanòmetres i estan constituïts per un material genètic (ADN o ARN) envoltat d'una càpsida proteica i, en alguns casos, un embolcall lipídic. Els virus, a diferència dels bacteris, necessiten cèl·lules vives per poder multiplicar-se, i un cop fora del seu hoste romanen al medi o sobre superfícies sense multiplicar-se fins a trobar un nou hoste que puguin infectar o, senzillament, fins a inactivar-se i degradar-se. Cal dir que els virus que es transmeten per aquesta via són força estables en l'ambient, ja que en el seu cicle de «vida» han de travessar l'aparell digestiu, un ambient hostil amb elevada presència d'enzims proteolítics i un pH molt àcid, en el seu camí cap a les cèl·lules intestinals. Aquestes seran les que presentaran en la seva superfície molècules que els virus reconeixen i a les quals s'adhereixen com a pas previ a entrar a la cèl·lula hoste, de la mateixa manera que una clau obre una porta. Un cop el virus entra dins la cèl·lula i, gràcies a la maquinària que aquesta té per dividir-se, es replica, se'n produiran milers de còpies que sortiran

d'aquesta cèl·lula i aniran a parar a l'intestí i, en conseqüència, a la femta, i d'aquí, a l'aigua residual, és a dir, a les clavegueres.

Trobarem virus que infecten cèl·lules humanes, però també cèl·lules d'altres animals, de plantes, de bacteris (els anomenats bacteriòfags) i inclús altres virus (viròfags). Els virus que infecten animals són generalment molt específics de l'hoste, però en alguns casos poden infectar una espècie que no és l'hoste. Quan això passa entre un virus d'un vertebrat no humà i un d'un humà o viceversa, es dona el que es coneix com a zoonosi. Tot sembla indicar que el nou coronavirus SARS-CoV-2, causant de la COVID-19, és un cas de zoonosi, però encara no queda clar quin és l'animal que actua com a hoste primari del virus. És comú que, quan un virus infecta un hoste que no li és propi, desencadeni una forta reacció del sistema immunitari que en molts casos pot tenir conseqüències fatals.

Hi ha SARS-CoV-2 a l'aigua residual?

El nou coronavirus es transmet principalment per mitjà de gotetes d'aerosols que emetem quan estosseguem i ataca sobretot el sistema respiratori, però pot afectar altres òrgans i provocar altres afeccions, com ara les diarrees. Aquest virus, doncs, també pot infectar cèl·lules intestinals i multiplicar-s'hi, per la qual cosa serà excretat en la femta en concentracions variables, probablement fins i tot en individus asimptomàtics. Conseqüentment, l'aigua residual reconduïda cap a estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR) pot emprar-se per estudiar la presència de virus en el conjunt d'una població a la qual una determinada EDAR presta servei. La detecció de virus en aigües residuals ens permet conèixer quins són els virus excretats per milers o centenars de milers d'individus amb tan sols una o poques mostres. I com que l'aigua residual conté els virus excretats pels habitants d'un o diversos municipis, ens pot donar informació sobre el nivell d'infecció, en una població determinada, per un virus concret; en aquest cas, pel nou coronavirus causant de la COVID-19. En les EDAR, l'aigua residual és sotmesa a un tractament i quan en surt presenta una quantitat de virus molt més baixa; de vega-



des inclús aquest efluent de sortida és tractat per assolir una depuració més gran i aleshores aquestes aigües regenerades poden reutilitzar-se per al reg, la neteja de carrers, la recàrrega d'aqüífers i altres usos depenent de quina sigui la seva qualitat microbiològica.

S'està estudiant la presència del nou coronavirus a les aigües residuals?

Com comentàvem abans, l'estudi de virus en aigua residual no és res nou. El nostre grup de recerca, l'any 2000 va descriure que el poliomavirus JC, un virus que causa una malaltia fatal en individus immunodeprimits, està present en pràcticament el 100% de les aigües residuals d'arreu del planeta. Això implica que el virus infecta un gran percentatge de la població, que l'excreta en l'orina, sense ocasionar-li cap problema reconegut fins ara, és a dir, és un virus que ens infecta persistentment. En estudiar aquest tipus de mostres l'any 2003 també vam descobrir que el virus causant de l'hepatitis E, que pot infectar porcs i humans, circulava entre la població de Barcelona i altres ciutats de països industrialitzats amb més prevalença del que es creia.

També més recentment, a l'aigua residual vam detectar l'enterovirus 71, causant d'un brot de romboencefalitis infantil durant la primavera del 2016 i un virus que anteriorment a aquest brot no detectàvem en l'aigua residual. I en l'actualitat, noves tècniques basades en metagenòmica² ens permeten estudiar tots els virus, i diferents soques d'una espècie viral, que podem trobar en aquest tipus de mostres (i tots vol dir també virus d'animals, de plantes...), cosa que equival a dir que podem conèixer el conjunt de virus (viroma) que excreta una població determinada en un moment concret.

En el context d'aquesta pandèmia, ja s'ha desplegat un esforç internacional per optimitzar els mètodes de detecció del nou coronavirus i per avaluar-ne la presència en les aigües residuals de tot el món. La detecció de virus en aigües residuals no és una tasca gens fàcil. Els virus estan molt diluïts en aquestes matrius i cal primerament concentrar

aquestes mostres en volums més petits, que són els que les eines moleculars —com la PCR—³ que s'usen per detectar el material genètic dels virus requereixen. Com que l'aigua residual és una matriu que conté patògens, cal manipular-la al laboratori en condicions de bioseguretat.

En els propers mesos caldrà, doncs, acumular i contrastar prou dades sobre el grau d'eliminació de la SARS-CoV-2 en les EDAR, i cal esperar que els efluent resultants de la depuració, que són abocats als rius i mars o reutilitzats com a aigües regenerades, presentin concentracions nul·les o molt baixes del material genètic d'aquests virus i cap partícula vírica en la seva versió infecciosa, ja que els virus, un cop a l'ambient, seran degradats més o menys ràpidament si no troben cap hoste per infectar. I això passa perquè la radiació ultraviolada solar, la salinitat i altres factors mediambientals tenen una acció clarament viricida. Però caldran més estudis per descartar totalment que l'ús o el contacte amb aigües superficials o regenerades, els aerosols formats a partir d'aquestes o alguns aliments regats o cultivats amb aigües que poden presentar contaminació fecal no comporten cap risc significatiu per a la població.

Del que no hi ha cap dubte és que l'estudi sobre la presència del nou coronavirus, o de qualsevol altre virus patògen que pugui sorgir i s'excreti a través de la femta o l'orina en les aigües residuals, ens pot aportar dades sobre la incidència dels virus en una determinada població i, fins i tot, ens pot servir com a alerta davant l'aparició de possibles rebrotos de la infecció. ●

Notes

- 1 El virus de la pòlio pot causar, entre altres patologies, la poliomielitis, una paràlisi flàccida que pot ser mortal o pot deixar seqüeles importants. En l'actualitat és un virus en procés d'erradicació gràcies a campanyes massives de vacunació.
- 2 La metagenòmica implica la seqüenciació, és a dir, l'estudi de la seqüència de nucleòtids (peces que formen l'ADN o l'ARN) del material genètic total aïllat a partir d'una mostra.
- 3 La PCR és la reacció en cadena de la polimerasa, tècnica que permet copiar el material genètic fins a produir-ne un nombre prou gran per ser detectable, ja que en la quantitat en què és present en les molècules mai no el podríem detectar sense copiar-lo prèviament.