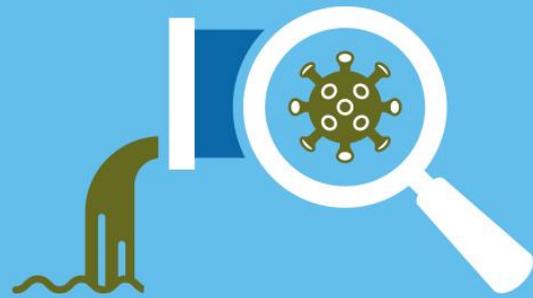




BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO No. 29



MONITORAMENTO
COVID ESGOTOS



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT ETEs Sustentáveis
etes-sustentaveis.org

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA
www.ana.gov.br

Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA
www.copasa.com.br

Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais – SES
www.saude.mg.gov.br

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM
www.igam.mg.gov.br

Equipe Técnica

ANA

Supervisão do Projeto
Sérgio Ayrimoraes

Equipe Técnica

Carlos Perdigão
Diana Leite
Flávia Pierry
Flávio Tröger
Marcus Fückner
Thamiris Lima
Thiago Fontenelle

INCT ETEs Sustentáveis

Coordenação Geral
Carlos Chernicharo

Coordenação Executiva

Juliana Calábria
Cesar Mota

Equipe Técnica

Ayana Lemos
Bernardo Borges de Lima
Gabriel Tadeu
Izabel Chiodi
Lariza Azevedo
Lívia Lobato
Lucas Chamhum
Lucas Vassalle
Matheus Pascoal
Rafael Pessoa
Thiago Bressani
Thiago Morandi

Equipe de Laboratório

Cíntia Leal
Deborah Leroy
Elayne Machado
Luyara Fernandes
Maria Fernanda Espinosa
Thiago Leão

COPASA

Supervisão do Projeto
Marcus Tullius

Equipe Técnica

David Bichara
Jorge Luiz Borges
Gilberto Gomes
Ronaldo de Melo
Sérgio Neves
Solange da Costa

SES

Supervisão do Projeto
Filipe Laguardia

Equipe Técnica

Beatriz Carvalho
Dario Ramalho

SEMAD

Supervisão do Projeto
Marília Melo

Equipe Técnica

Katiane Cristina de Brito Almeida
Valquíria Moreira

IGAM

Marcelo da Fonseca

Equipe Editorial

Supervisão editorial

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Elaboração dos originais

INCT ETEs Sustentáveis

Revisão dos originais

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Projeto gráfico, editoração e capa

Monumenta Comunicação e Estratégias Sociais

Mapas temáticos

INCT ETEs Sustentáveis

O projeto piloto: *Detecção e quantificação do novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades de Belo Horizonte e Contagem - Monitoramento COVID Esgotos* - é coordenado e executado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Estações de Tratamento de Esgotos Sustentáveis (INCT ETEs Sustentáveis) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com o apoio técnico e financeiro da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e apoio técnico da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES) e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Gestão Financeira: Fundação Christiano Ottoni.

As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação da fonte foram elaborados pelo INCT ETEs Sustentáveis. Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas. Disponível também em: <http://www.ana.gov.br>.

APRESENTAÇÃO

Este Boletim de Acompanhamento (No. 29) faz parte do plano de comunicação estabelecido no âmbito do *Projeto-piloto: Detecção e quantificação do novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades de Belo Horizonte e Contagem*, iniciativa conjunta da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto (INCT ETEs Sustentáveis - UFMG), em parceria com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e a Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES).

Este vigésimo nono Boletim de Acompanhamento visa apresentar uma síntese dos resultados das análises laboratoriais de detecção e quantificação do novo coronavírus, causador da pandemia da Covid-19, nas amostras de esgoto coletadas em diferentes pontos do sistema de esgotamento sanitário das cidades de Belo Horizonte e Contagem, inseridos nas bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e Onça, incluindo os destaques da última semana de monitoramento, além de descrição de aprimoramento metodológico da estimativa de população infectada.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a evolução da **carga viral associada ao SARS-CoV-2** detectada em 40 semanas consecutivas de monitoramento do esgoto em Belo Horizonte. Esse período compreende de 13 de abril de 2020 a 15 de janeiro de 2021, referentes às semanas epidemiológicas 16 a 53 de 2020 e 01 e 02 de 2021.

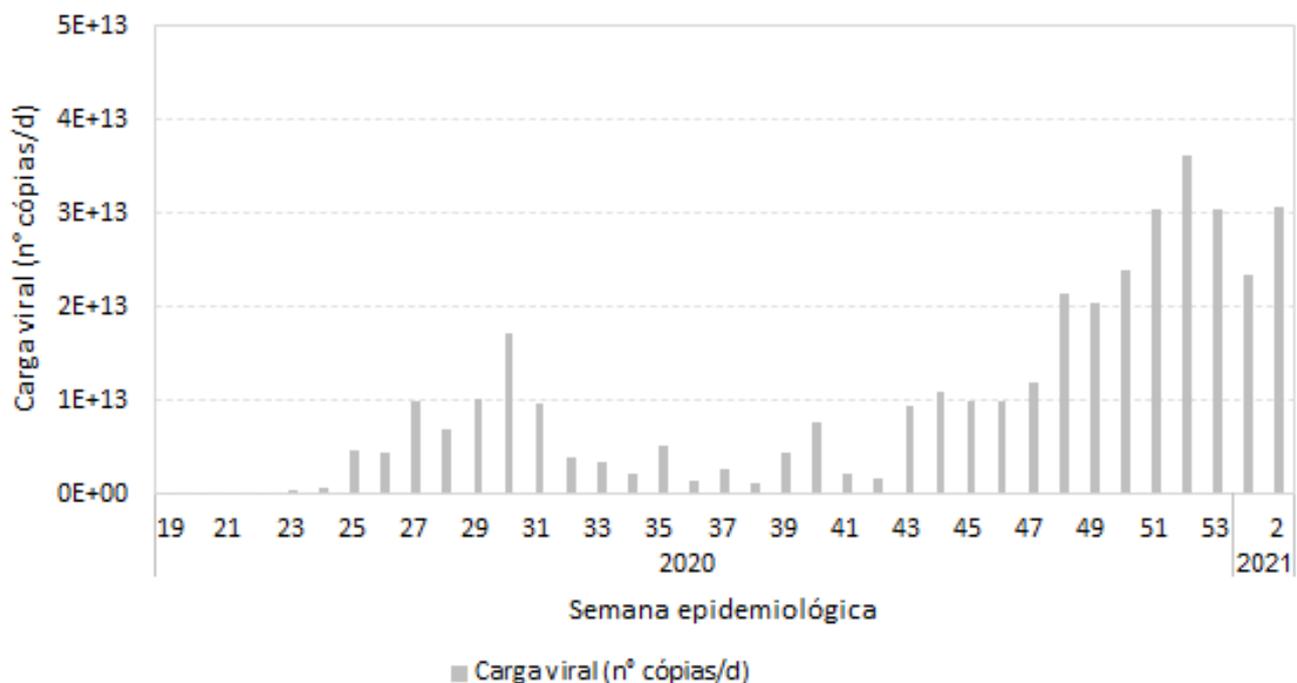


Figura 1: Evolução da carga viral detectada a partir do monitoramento do esgoto em Belo Horizonte.

Importante ressaltar que nas semanas epidemiológicas 52 e 53 (últimas duas semanas do ano de 2020), as amostras de esgoto foram coletadas somente nas duas principais Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Belo Horizonte - ETE Arrudas e ETE Onça. Essa alteração pontual foi necessária em função da redução do contingente de pessoal disponível nas duas semanas finais do ano de 2020. Apesar dessa alteração, as amostragens em ambas as ETES possibilitaram a manutenção da avaliação da carga viral correspondente a Belo Horizonte de forma global, uma vez que o esgoto gerado na capital mineira é tratado predominantemente nestas duas ETES.

Os resultados das amostras de esgoto coletadas estão acessíveis no Painel Dinâmico Monitoramento Covid Esgotos (*Dashboard*), possibilitando uma visualização mais detalhada da evolução espacial e temporal da ocorrência do novo coronavírus nas amostras de esgoto coletadas nas regiões investigadas. As principais funcionalidades da plataforma foram apresentadas no Boletim Temático No. 03, disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/acontece-na-ana/monitoramento-covid-esgotos>

Link do Painel Dinâmico Monitoramento Covid Esgotos: https://bit.ly/dashboard_covid_esgotos

APRIMORAMENTO METODOLÓGICO DA ESTIMATIVA DE POPULAÇÃO INFECTADA

Desde o início do projeto, a comunicação para o público teve como principal informação a **população infectada estimada**, obtida a partir da conversão da **carga viral apresentada na Figura 1**, utilizando-se um fator *per capita* (carga viral excretada por infectado). Embora esse fator de conversão possua incertezas, uma vez que pode variar em uma faixa bastante ampla (mais de 5 ordens de grandeza, segundo Wölfel *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2020; Miura *et al.*, 2021), o indicador foi mantido, pois permite expressar à população, de forma clara e direta, a evolução da circulação do novo coronavírus em Belo Horizonte e Contagem e as variações relativas que vêm ocorrendo desde o início do monitoramento do material genético do vírus (abril de 2020).

Até o Boletim de Acompanhamento No. 28 (semana epidemiológica 01 de 2021), foi utilizado um valor fixo (2×10^7 cópias de RNA por infectado por dia). Com base nessa metodologia de cálculo, para cada valor de carga viral determinada no esgoto, obtinha-se um valor único de população correspondente. Os resultados obtidos de acordo com essa metodologia estão indicados na Figura 2. É possível notar que a curva referente à população infectada estimada possui o mesmo formato da curva referente à carga viral, uma vez que esta é diretamente proporcional àquela.

Os elevados valores de população infectada estimada apresentados pelo Projeto-Piloto (Figura 2), que chegaram ao patamar de mais de 1,5 milhão de pessoas em algumas semanas (semanas epidemiológicas 51 a 53, por exemplo) têm gerado dúvidas em leitores, incluindo autoridades da área da saúde, uma vez que o somatório das populações infectadas estimadas pelo projeto já ultrapassa a população total de Belo Horizonte. Vale destacar que as estimativas de população infectada precisam ser devidamente contextualizadas para sua adequada interpretação. Indivíduos infectados, incluindo os assintomáticos, pré-sintomáticos e sintomáticos, podem excretar partículas virais por um período de até 7 semanas.

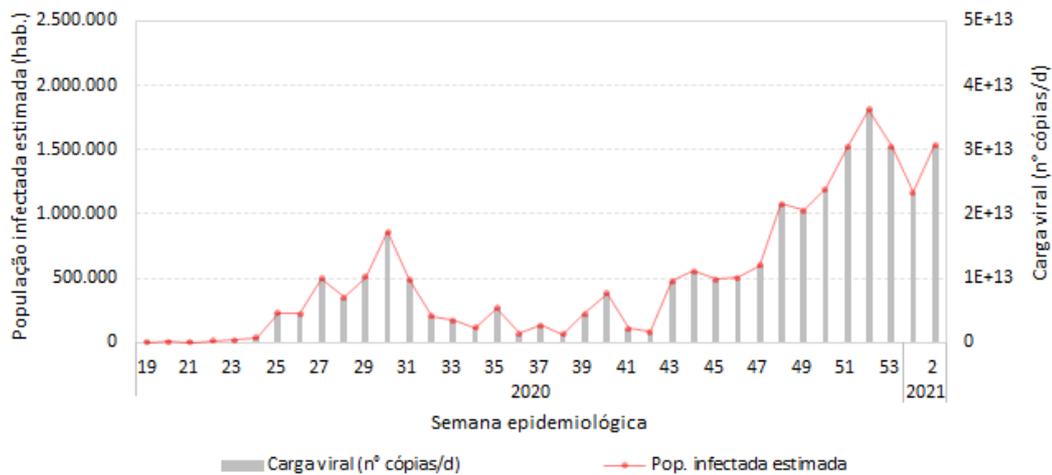


Figura 2: Evolução da carga viral detectada a partir do monitoramento do esgoto em Belo Horizonte, juntamente com a estimativa da população infectada pelo SARS-Cov-2 (calculada segundo a metodologia utilizada até o Boletim de Acompanhamento No. 28).

Assim, o monitoramento dos esgotos pode detectar partículas virais excretadas por indivíduos que foram infectados no período de até 7 semanas antes da coleta de amostra para monitoramento do esgoto. Portanto, as estimativas de população infectada para uma determinada semana, por exemplo, semana epidemiológica 10, podem ser interpretadas como o número acumulado de indivíduos infectados (que excretam partículas virais) no período entre as semanas epidemiológicas 3 e 10. As estimativas de infectados para a semana seguinte (semana epidemiológica 11) não podem ser somadas às estimativas da semana anterior para se ter o número acumulado de indivíduos infectados, porque um número expressivo de indivíduos infectados estimados para a semana 10 continuará excretando partículas virais na semana 11. Assim, a soma das estimativas para duas semanas consecutivas estaria contabilizando duas vezes os mesmos indivíduos infectados.

Dando continuidade ao processo de aprimoramento na forma de expressar os resultados da carga viral observada nas amostras de esgoto, em termos de população infectada estimada, conforme indicado na seção “Aprendizados e Contribuições” do Boletim de Acompanhamento No. 27, publicado em 18 de dezembro de 2020, apresenta-se a seguir detalhes do ajuste adotado a partir deste Boletim, visando aproximar as estimativas feitas a partir do monitoramento do esgoto de valores que guardem mais coerência com a população que contribui com esgotos para as duas ETEs da cidade de Belo Horizonte.

Mesmo com a profusão de pesquisas em todo o mundo relacionadas ao SARS-CoV-2 (Huang *et al.*, 2020; Park *et al.* 2020; Karia & Nagraj, 2020), ainda se sabe muito pouco acerca da excreção do vírus nas fezes, principalmente no que se refere à quantidade de material genético do vírus e tempo de excreção por indivíduo. Com o intuito de tornar mais claras as estimativas populacionais realizadas pelo projeto e incluir análises de algumas incertezas, optou-se pelos seguintes aprimoramentos:

- A carga *per capita*, até então utilizada como um fator fixo, passará a ser considerada como uma faixa de valor, variando entre 1×10^7 e 3×10^7 cópias de RNA por pessoa por dia. Além disso, será considerado também um fator de recuperação do material genético nas análises laboratoriais, de tal sorte que a concentração viral passará a variar entre 0,5 e 1,5 vezes o valor determinado em laboratório.
- As estimativas de infectados calculadas para cada semana serão divididas por 6, que equivale a um número aproximado de semanas que um infectado pode excretar partículas virais em fezes.

Assim, as estimativas populacionais estimadas usando a metodologia modificada poderão ser interpretadas como estimativas de novos infectados na semana.

Como o valor fixo será substituído por uma faixa de valores, para reportar somente um valor nos boletins de acompanhamento ou no *dashboard*, que seja representativo da realidade, foi utilizada uma rotina de cálculos matemáticos que simulam diversos valores de equivalente populacional para uma mesma carga viral. O resultado obtido representa um conjunto de valores de população estimada (em torno de 1 milhão de registros para cada valor de concentração viral) que são organizados através de estatística descritiva. Desse conjunto de dados, são extraídos os valores correspondentes aos percentis 25, 50 e 75%, que, para fins de comunicação, são reportados como valores mínimo, médio e máximo, respectivamente. A Figura 3 ilustra a variação do equivalente populacional para um mesmo valor de carga viral.

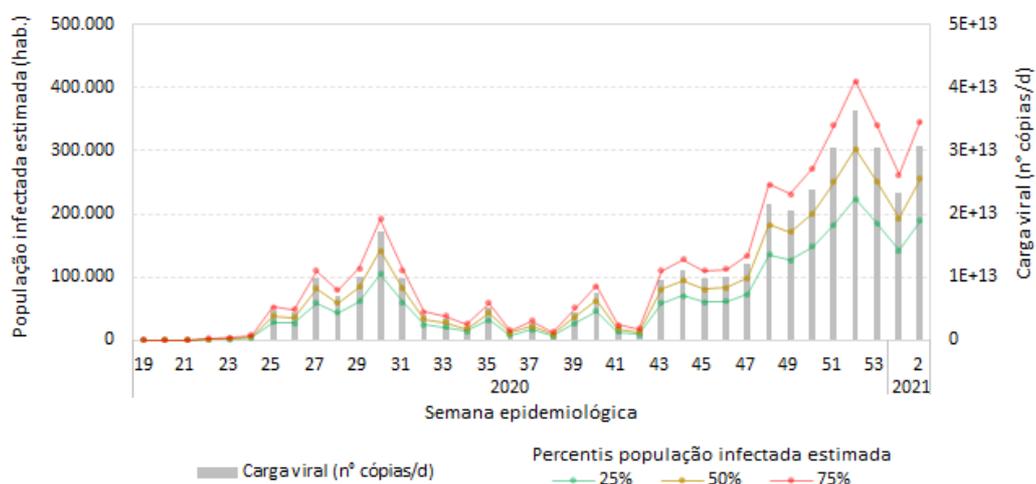


Figura 3: Evolução da carga viral detectada a partir do monitoramento do esgoto em Belo Horizonte, juntamente com a faixa de estimativas da população infectada pelo SARS-CoV-2 (calculadas segundo a metodologia adotada a partir do presente Boletim de Acompanhamento No. 29).

Espera-se, com essa nova metodologia de expressão dos resultados, tornar ainda mais evidente para o público geral que os dados de população infectada estimada obtidos a partir do monitoramento dos esgotos não são absolutos e não devem ser utilizados para fins de quantificação de população infectada. O principal objetivo dessa forma de divulgação é tão somente traduzir um dado técnico, complexo e de difícil interpretação pelo público leigo (concentração ou carga viral) para uma informação simples e acessível (população infectada estimada). Apesar do aprimoramento na metodologia, para expressar a população infectada estimada, destaca-se que os resultados de concentração e carga viral obtidos desde o início do Projeto-Piloto seguem reportados com a mesma ordem de grandeza, os quais são obtidos em conformidade com as principais metodologias adotadas internacionalmente (conforme divulgado no [Boletim Temático 2](#) e [Nota Técnica 2](#)).

DESTAQUES DO BOLETIM

1. Na última semana de monitoramento (semana epidemiológica 02/2021), todas as regiões monitoradas apresentaram resultados positivos para a detecção do novo coronavírus, tanto na bacia do Arrudas como na bacia do Onça.
2. Na bacia do Arrudas, as sub-bacias de esgotamento monitoradas seguem em situação de atenção na última semana monitorada (semana epidemiológica 02/2021). Na sub-bacia SBA-03, foi observado aumento acentuado no percentual de população infectada estimada na semana epidemiológica 02/2021 em relação à média das semanas epidemiológicas 51 e 01/2021. Dentre as sub-bacias de esgotamento que não apresentaram aumento tão acentuado, mas que mantiveram elevados percentuais nas últimas três semanas em que o monitoramento completo foi efetuado (51, em 2020, e 01 e 02, em 2021), destacam-se as sub-bacias SBA-02, SBA-04, SBA-05, SBA-06 e SBA-09. Na totalidade da bacia de esgotamento do Arrudas, avaliada a partir da contribuição que chega à ETE Arrudas (SBA-11), foi observada a manutenção de elevados percentuais de população infectada estimada desde a semana epidemiológica 45.
3. Na bacia do Onça, em geral, as sub-bacias de esgotamento monitoradas seguem em situação de atenção na última semana de monitoramento (semana epidemiológica 02/2021). Nas sub-bacias SBO-04 e SBO-08, foi observado aumento acentuado nos percentuais de população infectada estimada na semana epidemiológica 02/2021 em relação à média das semanas epidemiológicas 51 e 01/2021. Já as sub-bacias SBO-01, SBO-02, SBO-03, SBO-05, SBO-09 e SBO-C permanecem em destaque por apresentarem elevados percentuais de população infectada estimada nas últimas três semanas em que o monitoramento completo foi efetuado (51, em 2020, e 01 e 02, em 2021). Na totalidade da bacia de esgotamento do Onça, avaliada a partir da contribuição que chega à ETE Onça (SBO-11), foi observada a manutenção de elevados percentuais de população infectada estimada desde a semana epidemiológica 49.
4. **Em Belo Horizonte, as cargas virais continuam elevadas, da ordem de 3×10^{13} cópias de RNA por dia (ou aproximadamente 30 trilhões de cópias por dia), conforme mostrado nas Figuras 1 a 3. Esse patamar de carga viral é quase o dobro do valor encontrado no período mais crítico do mês de julho de 2020, quando a carga viral atingiu cerca de $1,8 \times 10^{13}$ cópias de RNA por dia (18 trilhões de cópias por dia).**
5. A população total infectada estimada para o conjunto de regiões (sub-bacias de esgotamento) que contribuem com esgoto para as ETEs Arrudas e Onça (SBA-11 e SBO-11, respectivamente) apresentou valor mediano de cerca de 250* mil pessoas (percentis 25 e 75% iguais a 190* e 345* mil, respectivamente) na semana epidemiológica 02/2021. Este valor situa-se na faixa observada desde a semana epidemiológica 50 (variação provável entre 200* e 300* mil pessoas). Notar que o emprego da nova metodologia de cálculo resulta em valores de população infectada estimada cerca de 4-6 vezes inferiores aos valores estimados com a metodologia anterior (utilizada até o Boletim de Acompanhamento No. 28). Todavia, conforme apontado no item 4, isso não significa que houve redução das cargas virais determinadas a partir do monitoramento do esgoto e, portanto, da circulação do vírus em Belo Horizonte.

6. Em Contagem, a população infectada estimada referente às regiões monitoradas do município na última semana de monitoramento (semana epidemiológica 02/2021) foi de cerca de 45* mil pessoas, indicando um leve aumento em relação ao valor observado na semana anterior de monitoramento (cerca de 30* mil na semana epidemiológica 01/2021). Aplica-se também à Contagem a mesma nota relativa ao emprego da nova metodologia de cálculo em Belo Horizonte.
7. **A carga viral monitorada em Belo Horizonte na semana epidemiológica 02/2021 voltou a subir após duas semanas de redução (semanas epidemiológicas 53 e 01/2021). Este cenário aponta para uma intensa circulação do vírus em Belo Horizonte e reforça o agravamento da pandemia na capital. Ressalta-se, uma vez mais, a importância da manutenção de medidas de prevenção e controle para redução da disseminação do vírus no município.**

(*) ver item explicativo - “*Aprimoramento metodológico da estimativa de população infectada*” - sobre o aprimoramento metodológico para expressão dos resultados a partir deste Boletim de Acompanhamento No. 29.

Minas Gerais, 29 de janeiro de 2021

Referências bibliográficas:

- Huang, J. *et al.* (2020) Long period dynamics of viral load and antibodies for SARS-CoV-2 infection: an observational cohort study. medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.22.20071258>
- Karia, R., Nagraj, S (2020) A review of viral shedding in resolved and convalescent COVID-19 Patients. *SN Comprehensive Clinical Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00499-3>
- Miura, F. Kitajima, M., Omori, R. (2021) Duration of SARS-CoV-2 viral shedding in faeces as a parameter for wastewater-based epidemiology: Re-analysis of patient data using a shedding dynamics model. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144549>
- Park, S-K *et al.* (2020) Detection of SARS-CoV2 in fecal samples from patients with Asymptomatic COVID-19 in Korea. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*
- Wölfel R., Corman V.M., Guggemos W., *et al.* (2020) Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature*;581(7809):465–9
- Wu, F. *et al.* (2020) SARS-CoV-2 titers in wastewater foreshadow dynamics and clinical presentation of new COVID-19 cases. medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20117747>

