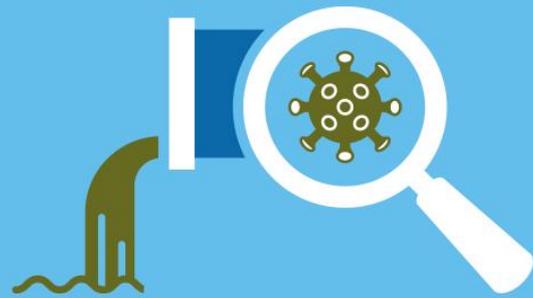




BOLETIM FINAL DE ACOMPANHAMENTO

Principais resultados e próximos passos



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
Flávio Tröger
Marcus Fuckner
Raylton Batista
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. 34) 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 trigésimo quarto Boletim de Acompanhamento marca também o encerramento deste *Projeto-Piloto* e a transição para compor uma iniciativa mais ampla de monitoramento do novo coronavírus no esgoto, denominada *Rede Covid Esgotos*. Nesse contexto, além de apresentar uma síntese dos resultados das análises laboratoriais de detecção e quantificação do novo coronavírus nas amostras de esgoto coletadas em pontos do sistema de esgotamento sanitário das cidades de Belo Horizonte e Contagem, inseridos nas bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e Onça, o presente boletim faz uma breve retrospectiva das principais experiências e resultados gerados ao longo dos 12 meses do *Projeto-Piloto*.

Nota: A partir da semana epidemiológica 05/2021 (01 a 05/02/2021) houve uma mudança no plano de monitoramento do novo coronavírus no esgoto. Foram suprimidos alguns pontos de monitoramento, especificamente aqueles correspondentes a algumas sub-bacias de esgotamento, enquanto novos pontos estratégicos foram incluídos (locais de grande circulação de pessoas, locais com grupos de pessoas mais vulneráveis, dentre outros). Essa mudança é reflexo de uma fase de transição do projeto, que foi encerrado e um novo projeto, mais abrangente, será realizado em conjunto com outras cinco instituições de pesquisa localizadas em diferentes estados e no Distrito Federal, formando uma rede de monitoramento do novo coronavírus no esgoto, denominada de *Rede Covid Esgotos*. Sendo assim, nos boletins mais recentes (a partir do Boletim de Acompanhamento No. 31) são apresentados apenas os resultados do monitoramento realizado nas duas Estações de Tratamento de Esgotos de Belo Horizonte (ETEs Arrudas e Onça), as quais foram mantidas nessa nova fase do projeto.

A partir dessa integração ao projeto Rede Covid Esgotos, os resultados do monitoramento realizado em Belo Horizonte não serão mais divulgados na forma de Boletins de Acompanhamento específicos do Projeto-Piloto, mas incorporados aos Boletins da Rede Covid Esgotos. Dessa forma, o próximo boletim será dedicado à apresentação mais detalhada dessa nova iniciativa, incluindo informações sobre as instituições parceiras, pontos de monitoramento, novo formato de comunicação dos resultados, dentre outras.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a evolução da **carga viral do SARS-CoV-2** detectada em 50 semanas consecutivas de monitoramento do afluente nas duas grandes estações de tratamento de esgoto de Belo Horizonte, paralelamente com o número de casos confirmados de Covid-19 e notificados (correspondente aos casos suspeitos, confirmados e descartados) reportados pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) nesse período. Esse período compreende 13 de abril de 2020 a 26 de março de 2021, referente às semanas epidemiológicas 16 a 53 de 2020 e 01 a 12 de 2021. Para auxiliar na análise dos dados referentes ao monitoramento do esgoto e da saúde, foi inserida uma linha do tempo com os principais estágios de funcionamento das atividades em Belo Horizonte (vide [protocolos de funcionamento da PBH](#)), bem como algumas datas potencialmente associadas a aglomerações e maior risco sanitário.

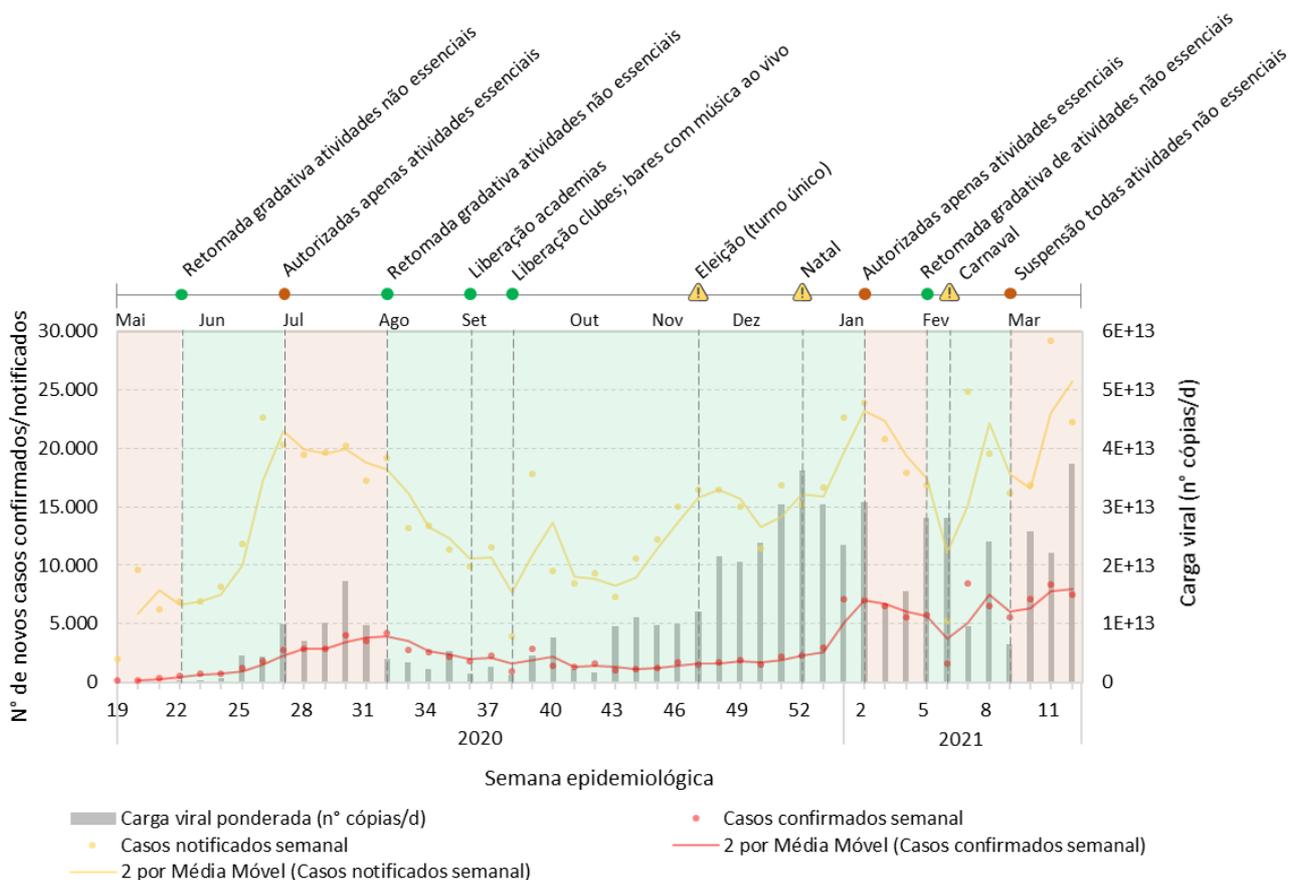


Figura 1: Evolução temporal da carga viral detectada a partir do monitoramento do esgoto em Belo Horizonte em relação ao número de casos confirmados e notificados de Covid-19 reportados pela PBH.

Verifica-se que a série de carga viral no esgoto seguiu uma tendência similar à de casos notificados. Tal semelhança pode ser observada, por exemplo, na fase de agravamento da 1ª onda da pandemia em Belo Horizonte (semanas epidemiológicas de 19 a 30), bem como no seu posterior abrandamento (semanas epidemiológicas 31 a 38). As taxas de testagem na população local, e também no país, são destacadamente muito baixas (<https://ourworldindata.org/coronavirus/country/brazil>). Como resultado, os dados de casos confirmados gerados no país apresentam sérias limitações, que os torna não confiáveis. Na Figura 1, destaca-se principalmente que as cargas virais medidas no esgoto apresentaram aumentos marcantes vários dias antes da instalação das crises e recente colapso do sistema de saúde local, que levaram à publicação de decretos municipais para restrição da circulação da população, marcadas com

áreas sombreadas em vermelho (semanas epidemiológicas 27 a 32, 2 a 5 e 9 a 12). Portanto, o Projeto Covid Esgotos mostrou que os dados gerados no monitoramento do esgoto podem ser usados como importante ferramenta epidemiológica em Belo Horizonte, capaz de gerar alerta precoce para o aumento da carga viral na população, que permitiria as autoridades de saúde implementar medidas de controle da pandemia, antes do aumento descontrolado dos casos e potencialmente evitando o colapso do sistema de saúde.

Considerando o processo de aprimoramento na forma de expressar os resultados, conforme apresentado no Boletim de Acompanhamento No. 29 (seção “Aprimoramento metodológico da estimativa de população infectada”), publicado em 29 de janeiro de 2021, as estimativas de população infectada a partir das cargas virais detectadas nas amostras de esgoto passaram a ser feitas considerando análises de algumas incertezas, conforme a seguir:

- A carga *per capita*, até então utilizada como um fator fixo, passou 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, foi considerado também um fator de recuperação do material genético nas análises laboratoriais, de tal sorte que a concentração viral passou a variar entre 0,5 e 1,5 vezes o valor determinado em laboratório.
- A partir destas faixas de valores, obtém-se um conjunto de valores de população estimada, 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.
- As estimativas de infectados calculadas para cada semana são então 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 podem ser interpretadas como estimativas de novos infectados na semana.

O emprego da metodologia aprimorada possibilita apresentar os resultados conforme mostrado na Figura 2, com a indicação da variação das estimativas de população infectada para cada valor de carga viral detectada nas amostras de esgoto.

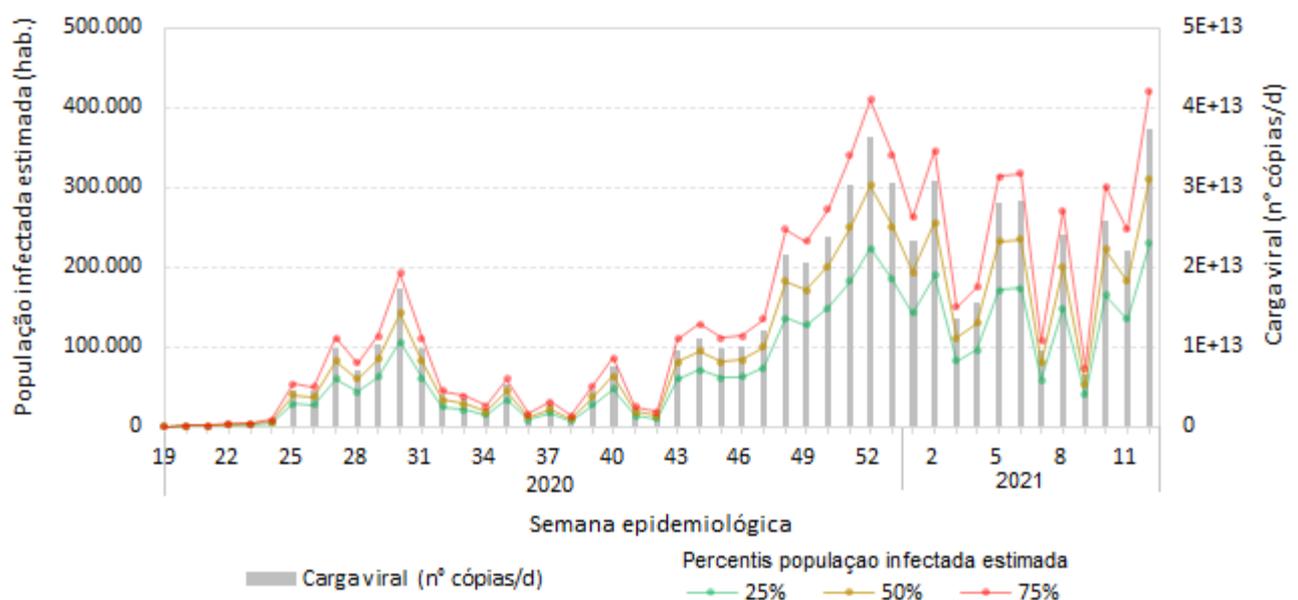


Figura 2: Evolução da carga viral detectada a partir do monitoramento do esgoto em Belo Horizonte, juntamente com a faixa de estimativas da população infectada pelo SARS-CoV-2 (metodologia adotada a partir do [Boletim de Acompanhamento No. 29](#)).

Ressalta-se, mais uma vez, que os dados de população infectada estimada obtidos a partir do monitoramento dos esgotos apresentam grandes incertezas 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 No. 2](#) e [Nota Técnica No. 2](#).

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](#).

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

DESTAQUES DO BOLETIM

1. Na totalidade da bacia de esgotamento do Arrudas, avaliada a partir da contribuição que chega à ETE Arrudas, foi observada uma tendência de aumento da concentração viral desde a semana epidemiológica 07/2021, sendo que na última semana de monitoramento (12/2021) o valor de concentração foi o mais elevado desde o início do projeto, em abril de 2020 (ver série histórica da concentração viral referente à SBA-11 no *dashboard*).
2. Na totalidade da bacia de esgotamento do Onça, avaliada a partir da contribuição que chega à ETE Onça, foi observada uma tendência de estabilidade em níveis elevados da concentração viral nas últimas três semanas de monitoramento (semanas epidemiológicas 10, 11 e 12/2021, conforme série histórica da concentração viral referente à SBO-11 apresentada no *dashboard*).
3. Em Belo Horizonte, as cargas virais monitoradas nas duas últimas semanas (semanas epidemiológicas 11 e 12/2021) variaram entre 2,2 e $3,7 \times 10^{13}$ cópias de RNA por dia (ou aproximadamente 22 e 37 trilhões de cópias por dia), conforme mostrado nas Figuras 1 e 2. **A carga viral observada na última semana de monitoramento foi a maior já registrada em todo o período de monitoramento do projeto, inclusive ligeiramente superior à observada na semana epidemiológica 52/2020 (referente ao Natal) e maior que o dobro do valor observado em julho de 2020 (um dos meses críticos da pandemia em termos de demanda no sistema local de saúde).**
4. A população total infectada estimada para o conjunto de regiões (sub-bacias de esgotamento) que contribuem com esgoto para as ETES Arrudas e Onça apresentou valor mediano de cerca de 300* mil pessoas (percentis 25 e 75% iguais a 230* e 420* mil, respectivamente) na semana epidemiológica 12/2021.

5. A carga viral monitorada em Belo Horizonte na semana epidemiológica 12/2021 segue com tendência de aumento desde meados de fevereiro de 2021 (semana epidemiológica 7/2021). Diante do agravamento da pandemia em Belo Horizonte e no estado de Minas Gerais, com colapso nos sistemas de saúde, os governos estadual e municipal intensificaram as medidas de prevenção e controle, tal como o distanciamento social e restrição mais acentuada para atividades não essenciais, visando a 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 do [Boletim de Acompanhamento No. 29](#).

RETROSPECTIVA: PRINCIPAIS EXPERIÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES

Neste item selecionaram-se alguns dos principais marcos temporais do *Projeto-Piloto: Detecção e quantificação do novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades de Belo Horizonte e Contagem*, destacando as experiências e contribuições de maior impacto e relevância ao longo de aproximadamente 12 meses de projeto. Informações relevantes para o enfrentamento da pandemia foram geradas e avanços importantes foram atingidos com base no monitoramento do RNA (material genético) do novo coronavírus nos esgotos das duas cidades. Nesse período foram divulgados 33 boletins de acompanhamento, 03 boletins temáticos e 02 notas técnicas, as quais abordaram a elaboração de planos de monitoramento e a metodologia para determinação do novo coronavírus em amostras de água e esgoto por técnicas moleculares.

Todos esses boletins e notas técnicas estão disponíveis no [site da ANA](#) e no site do [INCT ETEs Sustentáveis](#). Adicionalmente, os resultados do *Projeto-Piloto* estão disponíveis no [Painel Dinâmico Monitoramento Covid Esgotos](#).

Destaque-se que, no âmbito do *Projeto-Piloto*, os dados gerados apontaram definitivamente para o **monitoramento do esgoto como importante ferramenta de vigilância epidemiológica para a Covid-19**.

Foram realizadas estimativas da população infectada. Nessa perspectiva, foram reportadas não apenas a evolução qualitativa da circulação do vírus nas diferentes regiões monitoradas, mas também a evolução quantitativa da população infectada estimada em Belo Horizonte e Contagem. O intuito principal foi comunicar, de maneira didática, à população e às autoridades de saúde, informações importantes sobre o agravamento ou atenuação da pandemia em regiões específicas ou na cidade como um todo. A metodologia de estimativa da população infectada foi apresentada no Boletim de Acompanhamento No. 05, publicado em 12/06/2020, e posteriormente aprimorada conforme recapitulado no presente boletim (informações detalhadas constam do Boletim de Acompanhamento No. 29, publicado em 29/01/2021). As ressalvas acerca dessa metodologia também são reportadas no presente boletim. Reitera-se que as estimativas de população infectada a partir do monitoramento dos esgotos apresentam enormes incertezas, portanto, não devem ser utilizadas para fins de efetiva quantificação de população infectada (ex.: objetivando avaliar a imunidade de rebanho).

Posto isso, destacam-se os principais marcos temporais do *Projeto-Piloto*: nas duas primeiras semanas (13 a 26/04/2020 – semanas epidemiológicas 16 e 17/2020), apenas 47% das amostras de esgoto coletadas apresentaram resultado positivo para o novo coronavírus. Entretanto, após dois meses de

monitoramento, em 10/06/2020 (semana epidemiológica 24/2020), todas as amostras (9 pontos inseridos na bacia de esgotamento do ribeirão Onça e 8 na bacia de esgotamento do ribeirão Arrudas) testaram positivo para a presença do material genético do vírus, indicando a sua presença e persistência no esgoto de todos os bairros/regiões que compreendem as sub-bacias de esgotamento monitoradas. Tal cenário repetiu-se sistematicamente ao longo do período de monitoramento. Destaque foi notado para os pontos localizados na bacia de esgotamento do ribeirão Onça, região que registrou tipicamente o maior percentual de amostras de esgoto positivas. Nessa perspectiva, sugeriu-se que as autoridades de saúde direcionassem especial atenção a ações de contenção da disseminação do vírus na referida região (tal mensagem constava do Boletim Temático No. 1, publicado em 26/06/2020).

A tendência de agravamento da pandemia foi continuamente monitorada e, na semana epidemiológica 30/2020 (19 a 25/07/2020), verificou-se o pico da primeira onda da pandemia na cidade (ver Figura 1). Esta fase de agravamento foi subsequentemente acompanhada por um período de abrandamento da pandemia em Belo Horizonte entre as semanas epidemiológicas 31 a 38/2020 (26/07 a 19/09/2020), como supramencionado no presente boletim. Durante este período de atenuação, resultados de não detecção do material genético do novo coronavírus no esgoto foram verificados, pela primeira vez na semana epidemiológica 37/2020 (05 a 11/09/2020), em uma das nove regiões monitoradas na bacia de esgotamento do Arrudas. A não detecção em pelo menos uma das regiões monitoradas na bacia de esgotamento do Arrudas ainda se repetiu nas semanas epidemiológicas 38 e 45/2020 (14/09 e 05/11/2020), sendo que esta última coincidiu com o momento de inflexão entre o final de uma fase de baixas cargas virais no esgoto e o início do estágio de recrudescimento da pandemia em Belo Horizonte (ver Figura 1). Por outro lado, na bacia de esgotamento do Onça, todas as amostras continuaram testando positivo até a última semana de monitoramento do *Projeto-Piloto* (12/2021), acumulando um total de 44 semanas com 100% de frequência de detecção.

Até a semana epidemiológica 43/2020, apesar de variações nos resultados de quantificação do material genético do vírus no esgoto (inerentes ao processo) e nos registros de casos notificados e acumulados, havia uma tendência geral de redução das cargas virais observadas desde a semana epidemiológica 30/2020. Todavia, os resultados do monitoramento do esgoto para a semana epidemiológica 43/2020 indicaram um aumento substancial de carga viral, porém ainda sem reflexos nítidos nos casos notificados ou confirmados. Na semana seguinte (44/2020), além de novo registro de carga viral elevada no esgoto, observou-se também aumento nos casos notificados, de tal forma que no Boletim de Acompanhamento No. 21 (referente aos resultados das semanas epidemiológicas 43 e 44/2020) foi emitido um alerta destacando a importância de manutenção ou eventualmente fortalecimento de medidas de prevenção da circulação do vírus, mesmo que o contexto geral fosse de gradativa flexibilização de atividades. Deste período em diante, as cargas virais monitoradas no esgoto têm permanecido em patamares sistematicamente superiores àqueles verificados durante a primeira onda da pandemia na cidade, indicando intensa circulação do vírus em Belo Horizonte e reforçando a necessidade de medidas de controle na capital.

Os meses de julho e dezembro de 2020, além do recente período de monitoramento (março/2021), foram caracterizados como os piores períodos da pandemia em Belo Horizonte, com picos nas cargas virais da população (medidas no esgoto) e pressão sobre as redes de saúde privada e pública, evidenciada por elevados índices de ocupação de leitos dedicados ao tratamento de pacientes com Covid-19. Dentre as 17 sub-bacias de esgotamento (regiões/bairros) monitoradas, as seguintes têm apresentado maiores

índices de infecção em suas populações ao longo de todo o período: SBA-04, SBA-09, SBA-C, SBO-07, SBO-08, SBO-09 e SBO-C.

Nota: Os demais produtos do *Projeto-Piloto*, considerando o monitoramento dos cursos d'água (ribeirões Arrudas e Onça) e do esgoto gerado em locais com grande circulação de pessoas, a análise dos diferentes tipos de coleta (simples e composta), bem como o protocolo de segurança para coleta de amostras de esgoto, serão divulgados oportunamente sob a forma de boletins temáticos. No segundo semestre de 2021 será divulgado o *Atlas do Projeto-Piloto Covid Esgotos*, reunindo de forma detalhada todos os produtos e informações geradas ao longo do projeto, de elevada relevância para auxiliar a sociedade e os tomadores de decisão na área da saúde quanto ao enfrentamento da pandemia de Covid-19.

PROJETO REDE-COVID

A partir do mês de abril/2021, inicia-se o Projeto Rede-Covid, uma iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Esgoto (INCT-ETEs Sustentáveis) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com Prestadores de Serviços de Saneamento, Secretarias de Saúde e Universidades Federais localizadas nas seguintes capitais: Belo Horizonte, Brasília, Curitiba, Fortaleza, Recife e Rio de Janeiro. O projeto tem por objetivo criar uma rede para monitoramento do SARS-CoV-2 no esgoto, ao replicar as experiências do *Projeto-Piloto Monitoramento Covid Esgotos* para outros estados e cidades do Brasil, de modo a contemplar diferentes realidades regionais e estabelecer as bases para o que futuramente poderá constituir o Programa Nacional de Vigilância Epidemiológica a partir do monitoramento do esgoto.

Minas Gerais, 02 de abril de 2021

