



BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO No. 27



MONITORAMENTO
COVID ESGOTOS





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

Agência Nacional de Águas – 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 Piery
Flávio Tröger
Marcus Fuckner
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

IGAM
Supervisão do Projeto
Marília Melo

Equipe Técnica
Katiane Cristina de Brito Almeida
Valquíria Moreira

Equipe Editorial

Supervisão editorial
Agência Nacional de Águas

Elaboração dos originais
INCT ETEs Sustentáveis

Revisão dos originais
Agência Nacional de Águas

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 (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. 27) 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 sétimo Boletim de Acompanhamento visa apresentar os destaques 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.

RESULTADOS

Os resultados das amostras de esgotos coletadas no período de 13 de abril a 11 de dezembro de 2020 (35 semanas consecutivas de monitoramento, referentes às semanas epidemiológicas 16 a 50) estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Esses resultados estão acessíveis, também, 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

Logo após estão apresentados quatro mapas que ilustram os percentuais de população infectada em cada sub-bacia, em diferentes momentos do monitoramento do esgoto durante a pandemia. Foram selecionados os dois períodos com os maiores valores de população infectada estimada, a saber: i) entre semanas epidemiológicas 25 e 30 (Figura 3), correspondentes ao início e pico de casos estimados em Belo Horizonte no primeiro período mais crítico, respectivamente; ii) entre semanas epidemiológicas 43 e 50 (Figura 4), correspondentes ao início e pico de casos estimados em Belo Horizonte no segundo período mais crítico, respectivamente.

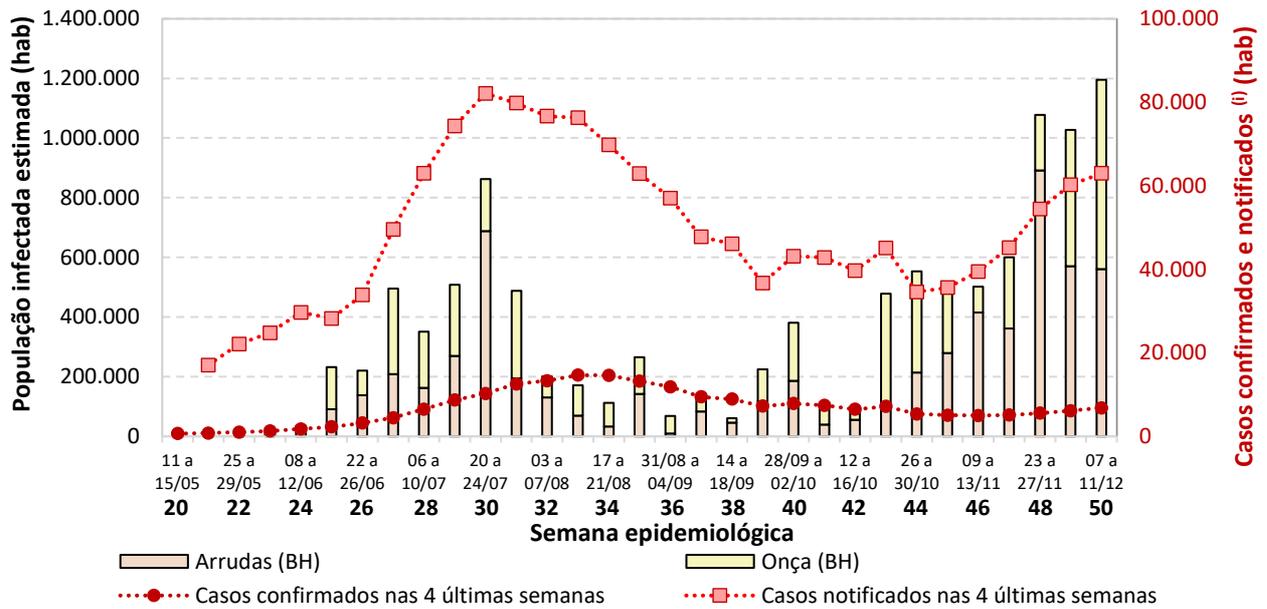


Figura 1: Evolução da estimativa da população infectada pelo novo coronavírus a partir do monitoramento do esgoto e do número de casos confirmados e notificados de Covid-19 em Belo Horizonte (Boletins epidemiológicos Covid-19 da Prefeitura de Belo Horizonte). *Notas:* i) os casos totais confirmados e notificados (que incluem os casos suspeitos, confirmados e descartados) referem-se aos acumulados nas 4 últimas semanas (incluindo a semana epidemiológica em questão); ii) as estimativas das populações infectadas foram realizadas a partir das cargas virais quantificadas no esgoto afluente às ETEs Arrudas e Onça, considerando uma carga viral per capita equivalente a 2×10^7 número de cópias de RNA (material genético) viral por pessoa por dia (equivalente a 10^5 número de cópias de RNA viral por grama de fezes por dia). Para a carga viral per capita foi adotado um valor médio, obtido a partir de referências internacionais (para amostras de fezes) e de estudos próprios (para amostras de esgoto hospitalar). Adotou-se uma contribuição fecal de 200g por pessoa por dia.

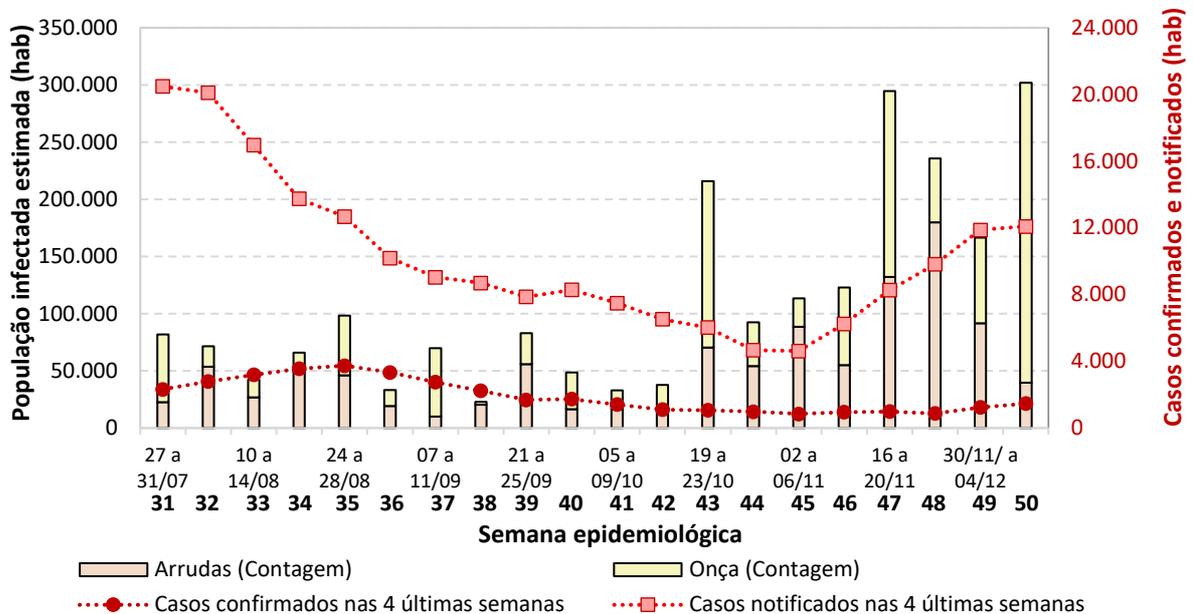


Figura 2: Estimativa da população infectada pelo novo coronavírus a partir do monitoramento do esgoto em parte de Contagem (sub-bacias de esgotamento SBA-C e SBO-C). *Notas:* (i) as estimativas das populações infectadas foram realizadas a partir das cargas virais quantificadas nas amostras das sub-bacias de esgotamento SBA-C e SBO-C, a partir da mesma metodologia adotada para as amostras de Belo Horizonte (descrita na nota da Figura 2); (ii) a coleta nos pontos representativos das SBA-C e SBO-C teve início na semana epidemiológica 31, para possibilitar a avaliação específica das cargas virais referentes à contribuição de esgoto proveniente de parte de Contagem (ver Anexo deste boletim para detalhamento da explanação); (iii) embora a população contribuinte das sub-bacias SBA-C e SBO-C represente cerca de 77% da população de Contagem, os casos notificados e confirmados referem-se à população total do município.

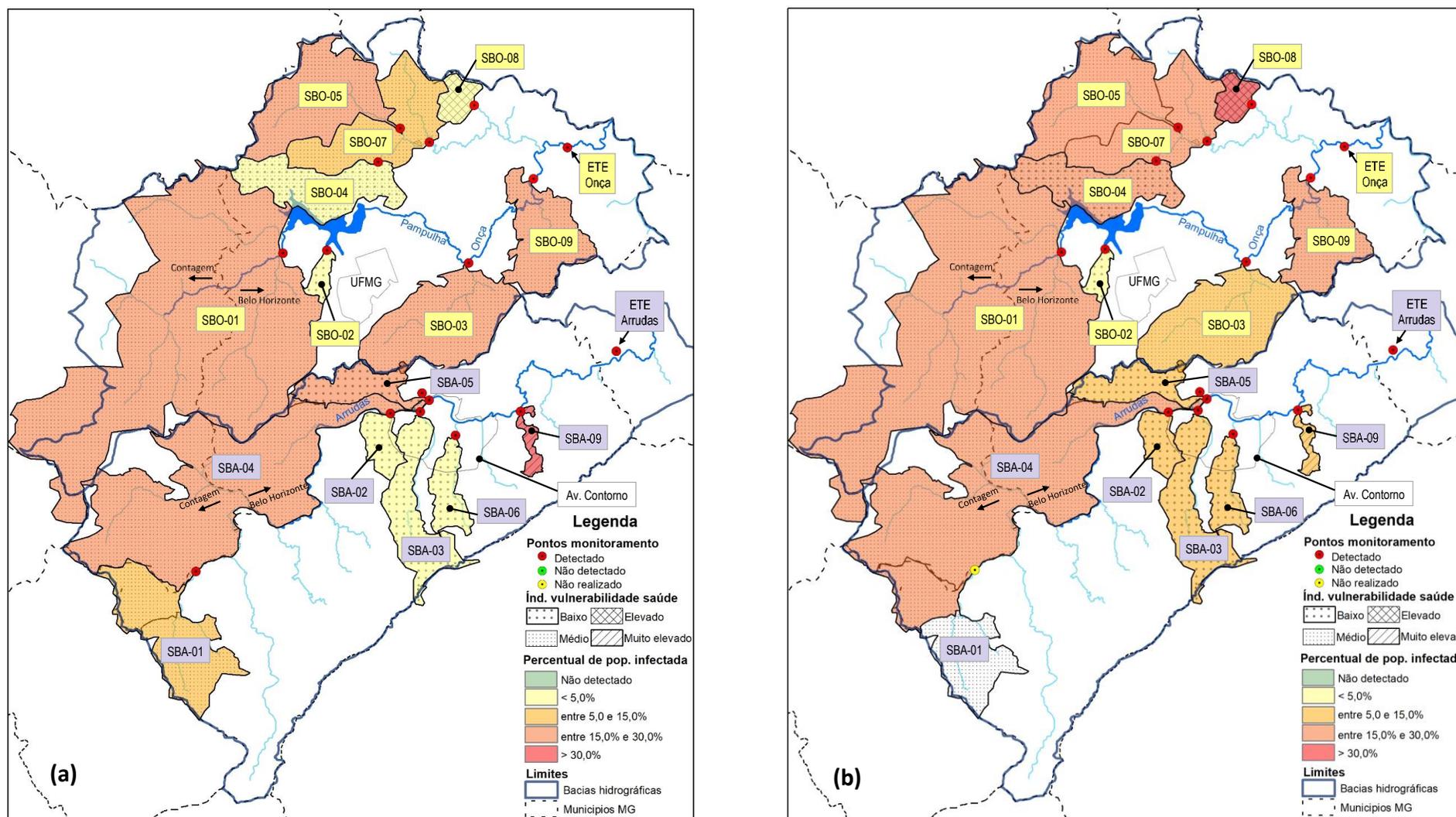


Figura 3: Resultados qualitativos do monitoramento da ocorrência do novo coronavírus em amostras de esgoto coletadas nos pontos de amostragem localizados em sub-bacias de esgotamento representativas de diferentes regiões e bairros de Belo Horizonte e parte de Contagem: (a) **Semana epidemiológica 25 (15 a 19/06/2020)**; (b) **Semana epidemiológica 30 (20 a 24/07/2020)**.

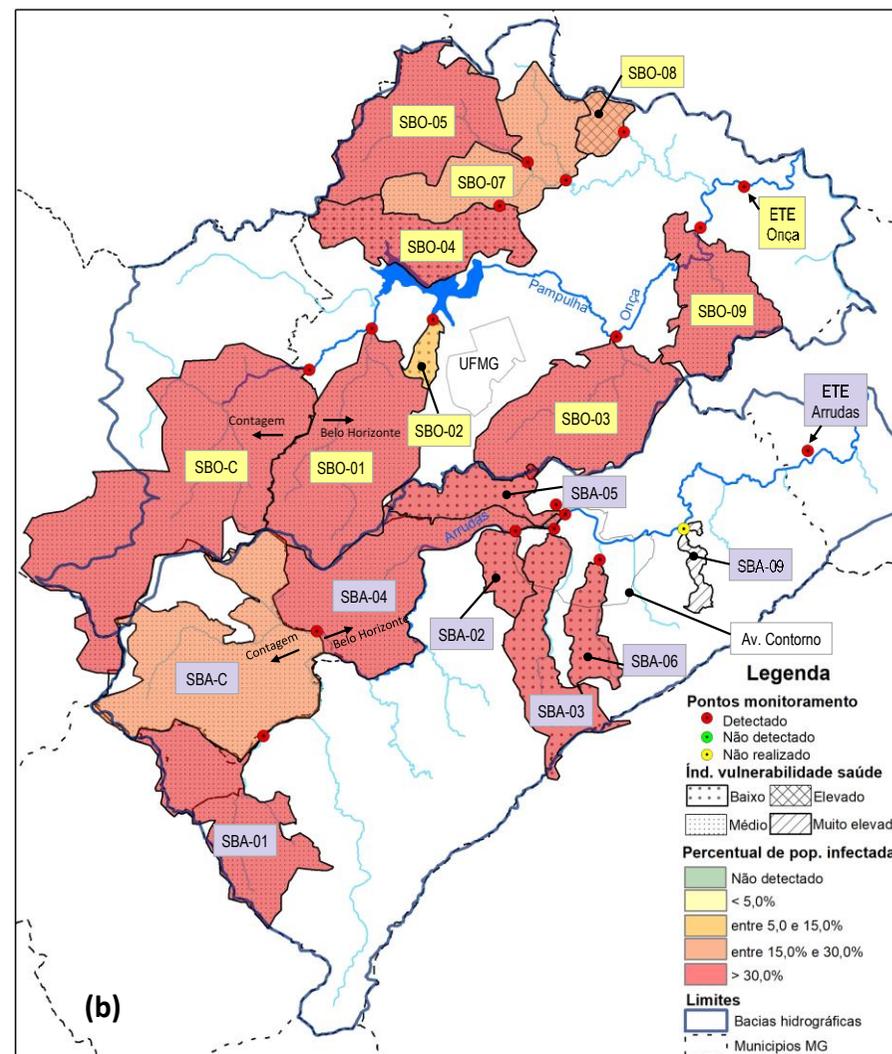
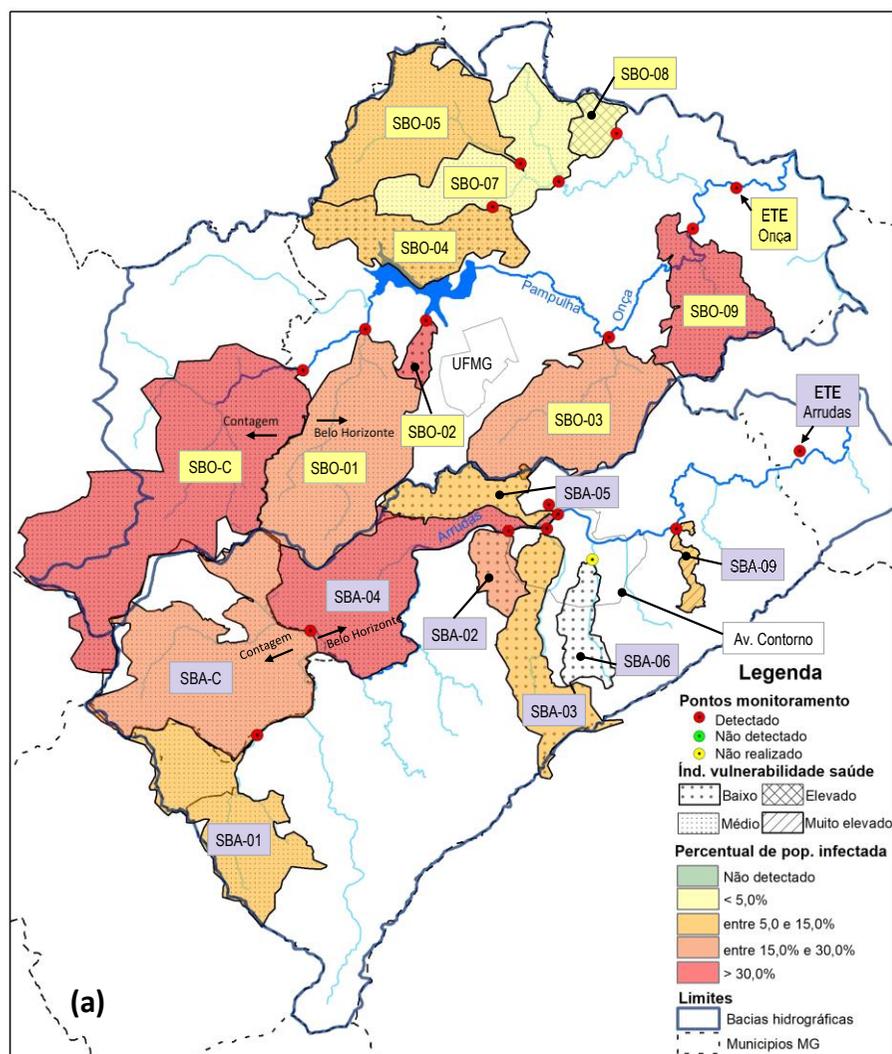


Figura 4: Resultados qualitativos do monitoramento da ocorrência do novo coronavírus em amostras de esgoto coletadas nos pontos de amostragem localizados em sub-bacias de esgotamento representativas de diferentes regiões e bairros de Belo Horizonte e parte de Contagem: (a) **Semana epidemiológica 43 (19 a 23/10/2020)**; (b) **Semana epidemiológica 50 (07 a 11/12/2020)**.

DESTAQUES DO BOLETIM

1. Na última semana (semana epidemiológica 50), 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, em geral, as sub-bacias de esgotamento monitoradas seguem em situação de atenção na semana epidemiológica 50. Nas sub-bacias SBA-03 e SBA-05, foi observado aumento acentuado nos percentuais de população infectada estimada na semana epidemiológica 50 em relação à média das duas semanas epidemiológicas anteriores (48 e 49). Dentre as sub-bacias de esgotamento que não apresentaram aumento tão acentuado, mas que mantiveram elevados percentuais nas últimas três semanas, destacam-se a SBA-01, SBA-02, SBA-04 e SBA-06. Positivamente, destaca-se a sub-bacia SBA-C, cujo percentual de população infectada estimada na semana epidemiológica 50 foi consideravelmente inferior à média das duas semanas epidemiológicas anteriores (48 e 49). Na totalidade da bacia de esgotamento do Arrudas, avaliada a partir da contribuição que chega à ETE (SBA-11), foi observada a manutenção de elevados percentuais de população infectada estimada desde a semana epidemiológica 45.
3. Na bacia do Onça, foi observado aumento do percentual de população infectada nas sub-bacias SBO-03, SBO-04, SBO-07, SBO-08 e SBO-C na semana epidemiológica 49 em relação à média das duas semanas anteriores (48 e 49). Positivamente, destacam-se as sub-bacias SBO-02 e SBO-05, as quais apresentaram redução da população infectada estimada em comparação à média das semanas epidemiológicas anteriores (48 e 49). Já as sub-bacias SBO-01, SBO-09 e SBO-C permanecem em destaque por apresentarem elevados percentuais de população infectada estimada nas últimas três semanas. Na totalidade da bacia de esgotamento do Onça, avaliada a partir da contribuição que chega à ETE (SBO-11), foi observado expressivo aumento da população infectada estimada na semana epidemiológica 50 em relação à média das duas semanas anteriores (48 e 49).
4. Em Belo Horizonte, a população total infectada estimada para o conjunto de regiões (sub-bacias) que contribuem com esgoto para as ETES Arrudas e Onça (SBA-11 e SBO-11, respectivamente) superou 1 milhão de pessoas na semana epidemiológica 50, mesmo patamar das duas semanas anteriores (48 e 49). Este patamar alcançado na semana epidemiológica 48, e mantido até a semana 50, representa o maior valor estimado de pessoas infectadas desde o início do monitoramento do novo coronavírus no esgoto, semana epidemiológica 16 (início de abril de 2020). O maior valor estimado anteriormente foi de cerca de 800 mil pessoas, na semana epidemiológica 30 (final de julho de 2020).
5. Em Contagem, a população infectada estimada referente às regiões monitoradas do município na última semana de monitoramento (semana epidemiológica 50) foi de cerca de 300 mil pessoas, valor fortemente influenciado pelo aumento acentuado na sub-bacia do Onça (SBO-C).

As elevadas estimativas de população infectada observadas desde a semana epidemiológica 43 seguem repercutindo de forma acentuada no aumento dos casos notificados e confirmados em Belo Horizonte. **Ainda, o patamar de cerca de 500 mil pessoas infectadas estimadas observado entre as semanas epidemiológicas 43 e 47 foi superado, ultrapassando 1 milhão de pessoas nas três últimas semanas de monitoramento (semanas epidemiológicas 48 a 50). Tal marca representa o maior valor observado desde o início do monitoramento do novo coronavírus no esgoto. Este**

cenário reflete o aumento expressivo da circulação do vírus em Belo Horizonte e indica a tendência de agravamento da pandemia na capital. Ressalta-se, uma vez mais, a importância do fortalecimento de medidas de prevenção e controle para redução da disseminação do vírus no município.

APRENDIZADOS E CONTRIBUIÇÕES

O Projeto Covid-Esgotos está completando 9 meses de desenvolvimento (abril a dezembro de 2020). Neste período, informações relevantes para o conhecimento da pandemia foram geradas e avanços importantes foram atingidos com base no monitoramento do RNA (material genético) do novo coronavírus nos esgotos de Belo Horizonte e Contagem. Com o atual **Boletim de Acompanhamento (No. 27)**, atinge-se a marca de divulgação dos resultados de 35 semanas consecutivas de monitoramento do esgoto em diferentes sub-bacias de esgotamento (regiões/bairros) de Belo Horizonte e Contagem, ademais de locais específicos como hospitais e as principais estações de tratamento de esgoto de Belo Horizonte (ETEs Arrudas e Onça). Nesses boletins, optou-se por apresentar 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, nas 20 últimas semanas (final de julho a dezembro), também em Contagem. Houve divulgação dos boletins nos sites da ANA e do INCT ETEs Sustentáveis, frequentemente com forte repercussão nas mídias nacional e internacional, e interesse das autoridades de saúde de Belo Horizonte e do estado de Minas Gerais. Em 05/10/2020, foi lançado o painel dinâmico (dashboard) do projeto, com gráficos, mapas e dados gerados pelo projeto e pela Prefeitura de BH, com atualizações semanais. Foram publicados 3 boletins temáticos, que foram divulgados em: i) Boletim Temático 1(26/06/2020): *Estimativa da população infectada pelo novo coronavírus baseada no monitoramento do esgoto: Evolução temporal e espacial em Belo Horizonte*; ii) Boletim Temático 2 (10/09/2020): *Quantificação do material genético do novo coronavírus: sensibilidade dos ensaios moleculares e correlação das cargas virais com o número de casos de COVID-19*, iii) Boletim temático 3 (05/10/2020): *Painel do monitoramento Covid esgotos: roteiro para utilização (Dashboard)*.

Podem-se listar os seguintes destaques globais do projeto, com base nas informações geradas ao longo dos primeiros 9 meses de monitoramento do RNA viral no esgoto:

- A maioria dos pontos amostrados apresentaram resultados positivos para a presença do novo coronavírus durante praticamente todo o período de monitoramento (13/04 a 11/12/2020).
- Os meses de julho e dezembro de 2020 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.
- O forte aumento das cargas virais no esgoto e agravamento da pandemia registrados nas últimas 4 semanas devem servir de alerta para a população local intensificar os cuidados, incluindo o uso de máscaras, higienização frequente das mãos, evitar lugares fechados e com baixa circulação de ar e,

principalmente, evitar aglomerações, especialmente durante as confraternizações de final de ano que estão se aproximando.

Por fim, cabe uma reflexão em relação às estimativas da população infectada, realizadas com base no monitoramento do esgoto. Consistem em iniciativa ousada do projeto, e têm o intuito de 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. Conforme mencionado nos boletins semanais, há incertezas nos cálculos de população infectada, que são causadas principalmente pela enorme variação na carga viral excretada pelas pessoas infectadas com o SARS-CoV-2, sejam elas sintomáticas ou assintomáticas. Destacamos aqui algumas considerações importantes sobre as estimativas de população infectada, com base no monitoramento do esgoto:

- A avaliação da população infectada é feita de forma indireta, dividindo-se a carga viral detectada no esgoto (produto da vazão medida na entrada da ETE pela concentração viral determinada em laboratório) pela carga viral excretada por uma pessoa, por dia. Trata-se, portanto, de uma estimativa feita a partir de variáveis (vazão, concentração viral, e carga viral *per capita*) que possuem incertezas nas suas determinações, com destaque para a carga viral *per capita*. Esta última varia principalmente conforme o estágio da doença em cada pessoa infectada com o vírus, e também pode variar em função da idade, da gravidade da infecção, do período de excreção do vírus com as fezes, além de outros fatores ainda não conhecidos.
- No projeto Monitoramento COVID Esgotos, adotou-se uma carga viral *per capita* equivalente a 2×10^7 número de cópias de RNA (material genético) viral por pessoa por dia, valor que se mostrou compatível com resultados obtidos a partir da carga viral determinada no esgoto de um hospital de referência em Belo Horizonte, conhecendo-se o número de pacientes com Covid19 que defecaram durante o período de monitoramento.
- Apesar de se ter uma boa confiança no valor de carga viral *per capita* adotado no projeto, é certo que ainda existem grandes incertezas nessa variável, razão pela qual as estimativas de população infectada que vêm sendo apresentadas nos Boletins de Acompanhamento não podem ser tomadas como valores absolutos. Além disso, e pelas mesmas razões, tais estimativas não devem ser usadas para realizar inferências a respeito da possibilidade do atingimento de imunidade de rebanho na população local. O objetivo principal tem sido o de acompanhar a variação relativa e a evolução da população infectada estimada ao longo dos vários meses de monitoramento. Nesse sentido, acredita-se que o projeto tem trazido uma grande contribuição para o melhor entendimento da magnitude da circulação do vírus nas diferentes regiões monitoradas, e também nas duas cidades como um todo.
- Por outro lado, os elevados valores de população infectada estimada apresentados pelo projeto têm gerado várias dúvidas das autoridades da área da saúde, uma vez que o somatório estimado pelo projeto já ultrapassa a população total de Belo Horizonte. Para minimizar as dúvidas geradas, a equipe do projeto decidiu pela alteração da metodologia de expressão dos resultados, buscando aproximar as estimativas feitas a partir do monitoramento do esgoto de valores que guardem mais coerência não apenas com a população que reside em Belo Horizonte, mas também com a população flutuante que trabalha e contribui com esgotos para as duas ETEs da cidade. Tal metodologia encontra-se em fase final de desenvolvimento, sob a liderança de um matemático que integra a equipe, e será utilizada para expressar as estimativas de população infectada a partir de janeiro de 2021. Os resultados passarão a ser apresentados para valores medianos e percentis de 25 e 75%,

obtidos a partir de simulações feitas para uma faixa de variação das variáveis que inserem incertezas aos cálculos.

- Vale destacar que o somatório da população infectada, acima mencionado, precisa ser devidamente contextualizado para sua adequada interpretação. Indivíduos infectados, incluindo os assintomáticos, pré-sintomáticos e sintomáticos, podem excretar partículas virais por um período de 2 a 7 semanas. Assim, o monitoramento dos esgotos pode detectar partículas virais excretadas por indivíduos que foram infectados no período de 2 a 7 semanas (4 semanas em média) antes da coleta de amostra para monitoramento do esgoto. Portanto, as estimativas de população infectada para uma determinada semana, por exemplo Semana 10, podem ser interpretadas como o número acumulado de indivíduos infectados (que excretam partículas virais) no período entre as Semanas 3 e 10 (porém, principalmente no período entre as Semanas 6 e 10). As estimativas de população de infectados para a semana seguinte (Semana 11), não podem ser somadas às estimativas da semana anterior para se ter o número acumulado de indivíduos infectados, porque um número expressivo de infectados estimados para a Semana 10 continuarão excretando partículas virais na Semana 11. Assim, a soma das estimativas para duas semanas consecutivas estaria contabilizando duas vezes os mesmos indivíduos infectados.

PERSPECTIVAS PARA 2021

O Projeto Piloto Monitoramento Covid Esgotos teve um importante aditivo recentemente aprovado, que permitirá a continuidade dos trabalhos até abril de 2021 e a ampliação do monitoramento do esgoto em locais específicos de grande circulação de pessoas, como o Aeroporto Internacional de Confins, a rodoviária de BH, o Campus Pampulha da UFMG e shopping centers. Esta ampliação dos pontos de monitoramento tem como objetivo o uso do monitoramento do esgoto como ferramenta de alerta precoce para a pandemia COVID-19.

Em 2021, terá início o Projeto Rede-Covid, uma nova iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Esgoto (INCT-ETEs Sustentáveis), em parceria com Prestadores de Serviços de Saneamento, Secretarias de Saúde e Universidades Federais localizadas nas seguintes capitais: Brasília, Curitiba, Fortaleza, Recife e Rio de Janeiro. O projeto tem por objetivo criar uma rede para monitoramento do novo coronavírus 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, 18 de dezembro de 2020

