

BOLETIM TEMÁTICO No. 1

Estimativa da população infectada pelo novo coronavírus baseada no monitoramento do esgoto:
Evolução temporal e espacial em Belo Horizonte

(Período: 11 de maio a 12 de junho de 2020)



MONITORAMENTO
COVID ESGOTOS



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – INCT ETEs Sustentáveis
etes-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 Pierry
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
Gabriel Tadeu
Izabel Chiodi
Lariza Azevedo
Lívia Lobato
Lucas Chamhum
Matheus Pascoal
Rafael Pessoa
Thiago Bressani
Thiago Morandi
Tomás German

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: *Deteção 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).

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

O 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* contempla, além de outras iniciativas, a publicação de dois tipos de Boletins, os de Acompanhamento e os Temáticos. Enquanto os Boletins de Acompanhamento têm por objetivo a divulgação regular dos resultados de monitoramento do novo coronavírus nas amostras de esgoto coletadas em diferentes pontos do sistema de esgotamento sanitário de Belo Horizonte e parte de Contagem, os Boletins Temáticos buscam abordar, em maior profundidade, outras variantes do estudo, a exemplo da ocorrência do vírus em outras amostras de interesse, como as resultantes do monitoramento das estações de tratamento de esgoto (ETEs) e das calhas dos ribeirões Arrudas e Onça, assim como dos hospitais.

O *Projeto-piloto* é uma iniciativa conjunta da Agência Nacional de Águas (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 **primeiro Boletim Temático** visa apresentar uma análise mais aprofundada dos resultados divulgados nos dois últimos Boletins de Acompanhamento (Boletim No. 5 e Boletim No. 6 - <https://linktr.ee/etessustentaveis>), abordando dois temas principais: i) a evolução temporal do número de casos confirmados para a Covid-19 em Belo Horizonte, em comparação com a evolução da estimativa da população infectada pelo novo coronavírus tendo por base as cargas virais determinadas no esgoto; e ii) as tendências regionalizadas da circulação do vírus nas sub-bacias de esgotamento, inseridas nas bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e Onça.

RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados correspondem às amostras de esgoto coletadas no período de **11 de maio a 12 de junho de 2020** (5 semanas consecutivas de monitoramento, referentes às semanas epidemiológicas 20 a 24). Maiores detalhes sobre o planejamento do estudo estão apresentados no Boletim de Acompanhamento No. 1 (<https://bit.ly/boletim-monitoramento-covid>).

Este boletim aborda dois temas principais:

1. Evolução do número de casos confirmados para a Covid-19 e da estimativa de população infectada pelo novo coronavírus em Belo Horizonte

As estimativas da população infectada pelo novo coronavírus apresentadas neste item foram realizadas com base nas concentrações virais presentes nas amostras de esgoto, determinadas em laboratório pela técnica de RT-qPCR, e em variáveis que podem inserir incertezas aos resultados, conforme apresentado no item “Destaques do Boletim”. A partir das estimativas de população infectada e do número de casos confirmados (segundo dados da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte), foram geradas curvas de tendência ajustadas em função dos resultados obtidos ao longo das semanas epidemiológicas 20 a 24

(semanas mais recentes analisadas e que apresentaram concentrações virais mais elevadas).

2. Tendências regionalizadas da circulação do novo coronavírus nas sub-bacias de esgotamento

De posse da estimativa de população infectada pelo novo coronavírus, foram gerados mapas temáticos com as estimativas dos percentuais de população infectada, considerando os equivalentes populacionais referentes às regiões delimitadas pelas 15 sub-bacias de esgotamento monitoradas, representativas das diferentes regiões e bairros de Belo Horizonte e parte de Contagem. Na Tabela 1 (Anexo) são apresentadas a identificação das 15 sub-bacias de esgotamento e seus principais bairros de abrangência.

1. Evolução do número de casos confirmados para a Covid-19 e da estimativa de população infectada pelo novo coronavírus em Belo Horizonte

As estimativas de população infectada pelo novo coronavírus em Belo Horizonte, a partir do monitoramento das concentrações virais quantificadas no esgoto afluente às ETEs Arrudas e Onça, mostram-se significativamente superiores aos casos confirmados acumulados de Covid-19 registrados nos boletins epidemiológicos da Prefeitura de Belo Horizonte (Figura 1). Na semana epidemiológica 22, o número de infectados estimado foi duas vezes maior que os casos confirmados acumulados reportados no mesmo período, atingindo o patamar de aproximadamente 20 vezes maior na semana epidemiológica 24. Essa diferença marcante provavelmente se associa a dois fatores principais: i) o número excessivamente baixo de testes clínicos realizados, haja vista que até a semana epidemiológica 23 (31/05 a 06/06), menos de 7.000 testes clínicos haviam sido conduzidos pela Fundação Ezequiel Dias - Funed, integrante do Sistema de Saúde Pública do Estado de Minas Gerais; ii) o monitoramento do esgoto tem o potencial de detectar os portadores assintomáticos do novo coronavírus, uma vez que estes indivíduos excretam partículas virais ainda que não manifestem sintomas da doença (La Rosa *et al.*, 2020).

Interessante notar que, após o registro do primeiro caso de Covid-19 na cidade de Belo Horizonte, em 16 de março, até a véspera da reabertura dos primeiros estabelecimentos comerciais de natureza não-essencial, em 25 de maio (correspondente à semana epidemiológica 22), registravam-se 1.766 casos confirmados acumulados da doença (ver Figura 1). Nesse período, a estimativa da população infectada pelo novo coronavírus a partir do monitoramento do esgoto era de aproximadamente 20.000 pessoas. Nas duas semanas epidemiológicas posteriores à flexibilização das medidas de distanciamento social pelo poder público local, que incluiu a reabertura de salões de beleza, shoppings populares e comércio varejistas, noticiou-se um expressivo incremento do número estimado de pessoas infectadas, passando para cerca de 50.000 pessoas na semana epidemiológica 24 (3.094 casos confirmados de Covid-19 até 12 de junho).

Com a continuidade do estudo e levantamento de novos dados a partir do monitoramento do esgoto, foi possível inferir a tendência de evolução da estimativa da população infectada e contrapor com a tendência obtida a partir do número de casos confirmados acumulados em Belo Horizonte. Ambas as curvas de tendência seguem apresentadas na Figura 1, considerando-se o comportamento dos dados representado por um modelo de crescimento exponencial, cujas equações são apresentadas na figura em questão. Apesar da tendência de aumento em ambos os casos, o ajuste das curvas aos dados registrados, representado pelo coeficiente de determinação R^2 (quanto mais próximo de 1, mais aderente aos dados

registrados), foi melhor para a série de casos confirmados ($R^2=0,997$) do que para a série de população infectada estimada ($R^2=0,774$). Espera-se que com a ampliação da série de dados o valor de R^2 aumente, possibilitando estimativas ainda mais confiáveis.

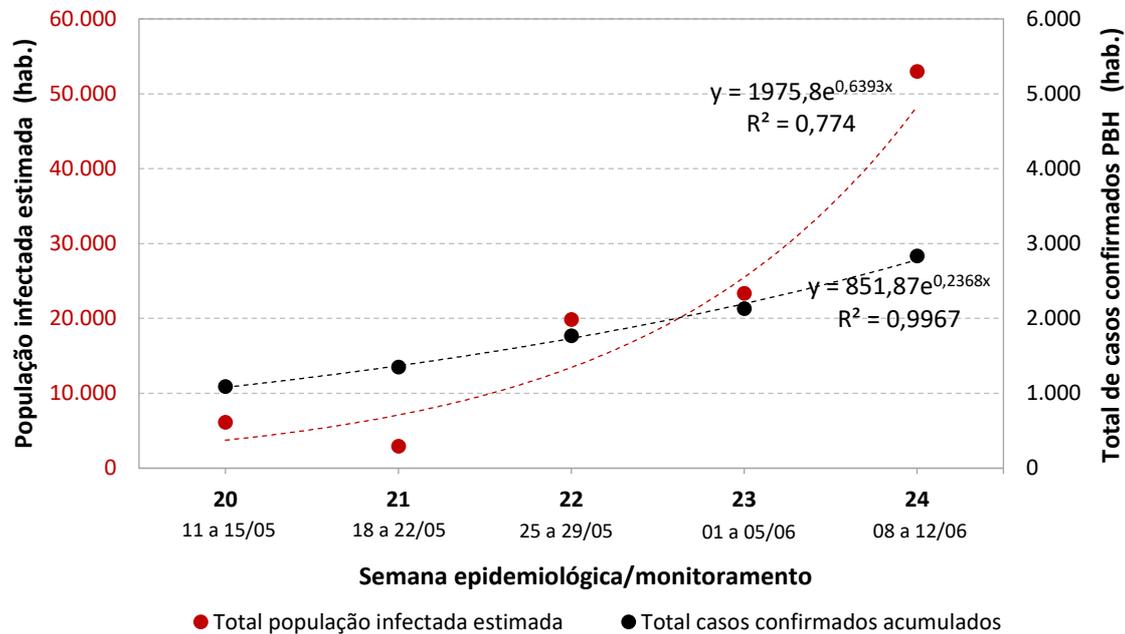


Figura 1: Evolução da estimativa da população infectada pelo novo coronavírus (com base nas concentrações virais quantificadas no esgoto afluente às ETEs Arrudas e Onça) e do número de casos confirmados de Covid-19 em Belo Horizonte (Boletins epidemiológicos Covid-19 da Prefeitura de Belo Horizonte), acumulados até o dia 12/06/2020.

Nota: As estimativas das populações infectadas foram realizadas a partir das cargas virais quantificadas no esgoto e na carga viral per capita equivalente a 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 (Woefel et al., 2020; Zhang et al., 2020)) (para amostras de fezes) e de estudos próprios (para amostras de esgoto hospitalar, cujos resultados no âmbito deste projeto serão apresentados em momento posterior).

2. Tendências regionalizadas da circulação do novo coronavírus nas 15 sub-bacias de esgotamento

Embora a circulação do vírus tenha sido detectada em todas as 15 sub-bacias de esgotamento monitoradas na semana epidemiológica 24 (ver Boletim de Acompanhamento No. 6 - <http://etes-sustentaveis.org/wp-content/uploads/2020/06/Boletim-6-VersaoFinal-19jun20.pdf>), as concentrações do RNA viral encontrado nas amostras de esgoto têm se mostrado bastante distintas, e crescentes ao longo das semanas epidemiológicas, nas duas macrorregiões de monitoramento (bacias do Arrudas e do Onça), em Belo Horizonte, conforme mostrado nos gráficos (a) e (b) da Figura 2.

Conforme pode-se observar a partir da Figura 2-a, as medianas das concentrações virais encontradas para o conjunto das 7 sub-bacias (bairros/regiões) compreendidas na bacia do Arrudas mantiveram-se abaixo de 1,0 número de cópias do genoma viral por mililitro (NC-RNA/mL), durante as semanas epidemiológicas 20 a 24, muito embora se perceba uma tendência de acréscimo no período e também de grandes variações nas semanas 22 e 24. Por sua vez, nas 8 sub-bacias (bairros/regiões) inseridas na bacia do Onça (Figura 2-b), foram detectadas variações muito mais expressivas, notadamente nas semanas epidemiológicas 23 e 24 e, sobretudo, uma elevada tendência de acréscimo nas duas últimas semanas, quando as medianas das concentrações virais atingiram 1,8 e 2,8 NC-RNA/mL,

respectivamente.

Com base nesses resultados, e também dos mapas temáticos com as estimativas dos percentuais de população infectada para as 15 sub-bacias monitoradas no estudo (Figuras 3-a e 3-b), entende-se que as autoridades da área da saúde devem direcionar especial atenção para a população que vive na bacia do Onça, notadamente nos bairros localizados nas sub-bacias SBO-01, 05, 07, 08 e 09. Na bacia do Arrudas, a sub-bacia SBA-04 também se destaca pelo elevado percentual estimado de pessoas infectadas.

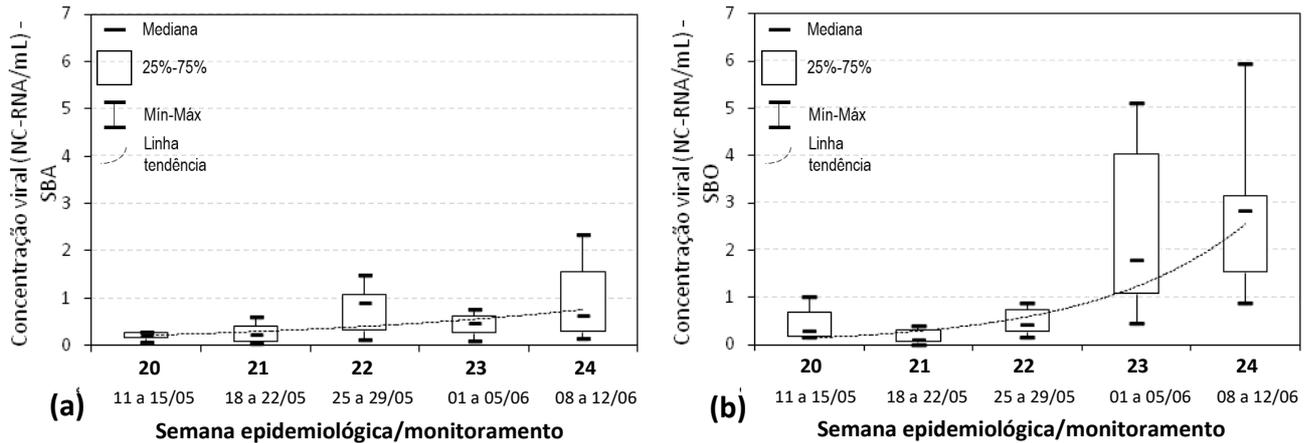


Figura 2: Gráfico Box Plot da evolução das concentrações virais detectadas nos esgotos de 7 sub-bacias (bairros/regiões) localizadas na bacia do Arrudas (a) e 8 sub-bacias localizadas na bacia do Onça (b), ao longo das semanas epidemiológicas 20 a 24. *Nota: Para identificação das 15 sub-bacias de esgotamento e seus principais bairros de abrangência ver Tabela 1 (Anexo).*

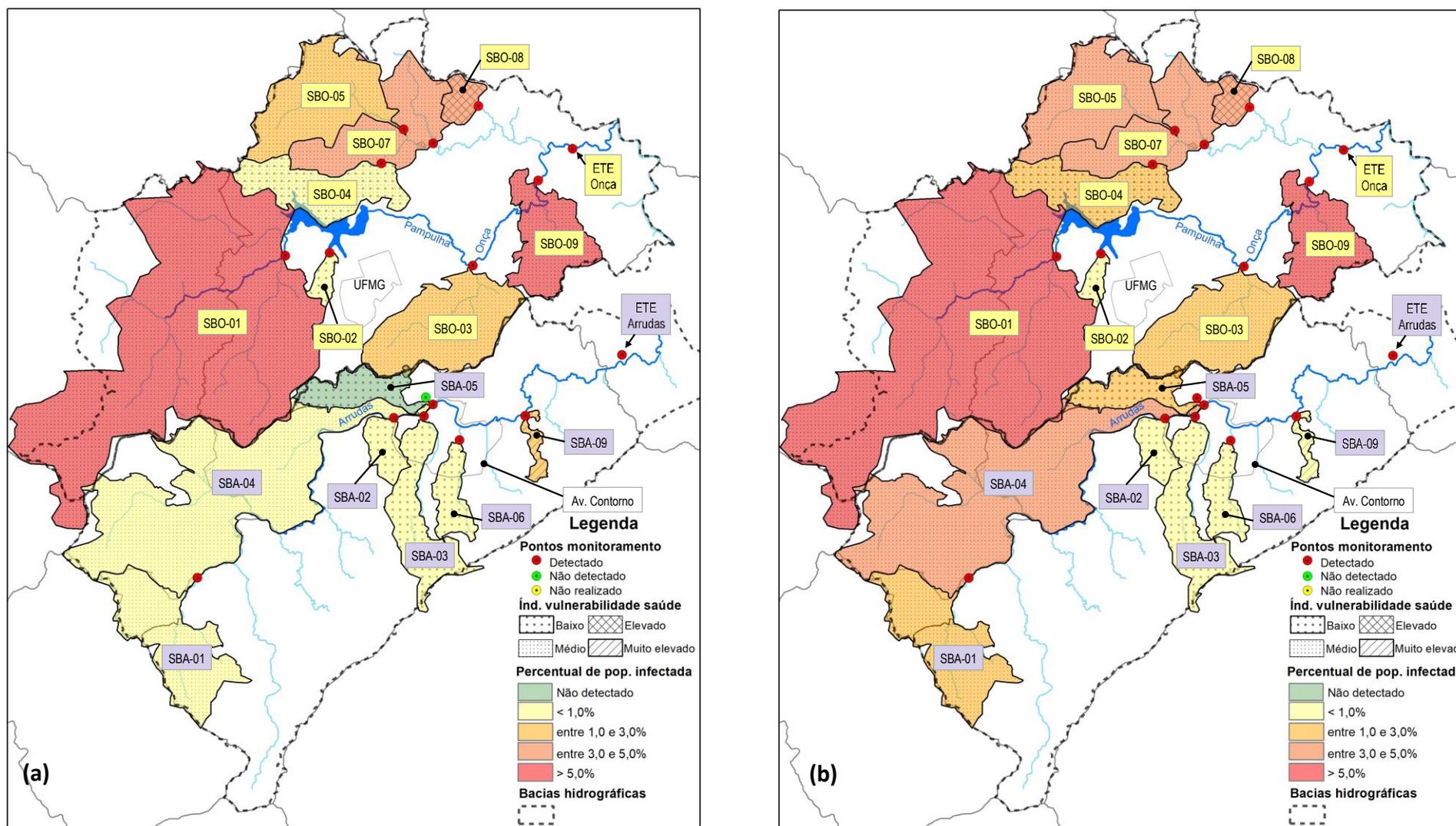


Figura 3: Mapas temáticos com as estimativas dos percentuais de pessoas infectadas pelo novo coronavírus nas 15 sub-bacias de esgotamento monitoradas, as quais são representativas de diferentes regiões e bairros de Belo Horizonte e parte de Contagem: **(a) Semana epidemiológica 23 (01 a 05/06/2020); (b) Semana epidemiológica 24 (08 a 12/06/2020).** Nota: para identificação das 15 sub-bacias de esgotamento e seus principais bairros de abrangência ver Tabela 1 mostrada ao final deste boletim, como anexo.

DESTAQUES DO BOLETIM

1. Na semana epidemiológica 22, quando o número estimado de infectados era de cerca de 20 mil pessoas, houve flexibilização das medidas de distanciamento social em Belo Horizonte, que incluiu a reabertura de salões de beleza, shoppings populares e comércios varejistas. Duas semanas depois, na semana epidemiológica 24, o número estimado de pessoas infectadas com base no monitoramento do esgoto mais que dobrou, passando para cerca de 50 mil pessoas.
2. A tendência de aumento na estimativa de população infectada, considerando o período entre as semanas epidemiológicas 20 e 24, é mais acentuada na série de dados obtidos a partir do monitoramento do esgoto do que na série de casos confirmados acumulados.
3. Em vista do expressivo aumento do número estimado de pessoas infectadas a partir do monitoramento do esgoto (cerca de 50 mil pessoas na semana epidemiológica 24), sugere-se que a flexibilização das medidas de distanciamento social seja acompanhada do aumento na taxa de testagem da população, principalmente nos bairros/regiões de maior atenção (ver destaque de número 4).
4. Sugere-se que as autoridades da área da saúde direcionem especial atenção para as pessoas que vivem na bacia do Onça, notadamente nos bairros localizados nas sub-bacias de esgotamento SBO-01, 05, 07, 08 e 09 (maiores informações sobre os bairros de abrangência das sub-bacias de esgotamento constam na Tabela 1, do anexo). Na bacia do Arrudas, a sub-bacia SBA-04 também se destaca pelo elevado percentual estimado de pessoas infectadas.

As estimativas do número de pessoas infectadas com base nas concentrações virais determinadas em laboratório, apresentadas nas Figuras 1 e 3, foram realizadas a partir de variáveis que podem inserir incertezas nos resultados, a exemplo da carga de RNA viral média excretada pelas pessoas infectadas pelo vírus, mais particularmente os portadores assintomáticos. Portanto, os dados mostrados nas Figuras 1 e 3 devem ser entendidos como "estimativas" do número e dos percentuais de pessoas infectadas pelo novo coronavírus em Belo Horizonte, e não como valores absolutos. Todavia, a replicação desta metodologia de cálculo tem possibilitado acompanhar a evolução relativa do número e dos percentuais de pessoas infectadas, informação essa de grande importância para complementar o mapeamento da circulação do vírus nas regiões investigadas.

REFERÊNCIAS

- La Rosa, G., Iaconelli, M., Mancini, P., Ferraro, et al. (2020) First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139652>.
- Woelfel, R., Corman, V.M., Guggemos, W., Seilmaier, M., et al. (2020) Virological assessment of hospitalized cases of coronavirus disease 2019. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x>.
- Zhang, N., Gong, Y., Meng, F., Bi, Y., Yang, P., Wang, F. (2020). Virus shedding patterns in nasopharyngeal and fecal specimens of COVID-19 patients. medRxiv, in press, doi:10.1101/2020.03.28.20043059.

ANEXO

Tabela 1: Identificação das sub-bacias de esgotamento e de seus principais bairros para o projeto piloto de detecção e quantificação do novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades de Belo Horizonte e parte de Contagem, em Minas Gerais.

Sub-bacia	Identificação	Principais bairros
SBA-01	Interceptor Córrego Jatobá	Lindéia, Regina, Tirol, Jatobá
SBA-02	Interceptor Córrego Pintos	Grajaú, Salgado Filho, Gutierrez, Nova Suíssa, Estrela Dalva, Buriús
SBA-03	Interceptor Córrego Leitão	Belvedere, São Bento, Santa Lúcia, Luxemburgo, Santo Antonio, Cidade Jardim, Lourdes, parte área central
SBA-04	Interceptor Ribeirão Arrudas (ME)	Carlos Prates, Minas Brasil, Padre Eustáquio, Coração Eucarístico, João Pinheiro, Gameleira
SBA-05	Interceptor Córrego Pastinho	Jardim Montanhês, Alto dos Caiçaras, Caiçara-Adelaide, Monsenhor Messias, Pedro II, Santo André, Carlos Prates, Bonfim
SBA-06	Interceptor Córrego Acaba Mundo	Sion, Santo Antônio, Savassi, Funcionários
SBA-09	Interceptor Córrego Cardoso	Vila Cafezal, Paraíso, Santa Efigênia
SBO-01	Interceptor Córregos Ressaca/Sarandi	Nova Pampulha, Xangrilá, Braunas, Dom Bosco, Sarandi, Serrano, Alípio de Melo, Santa Terezinha, Paquetá
SBO-02	Interceptor Córregos Mergulhão/Tijuco	Ouro Preto, Bandeirantes, Paquetá
SBO-03	Interceptor Córrego Cachoeirinha	Dom Joaquim, Fernão Dias, União, São Paulo, Sagrada Família, Cidade Nova, Santa Cruz, São João Batista, Palmares, Nova Floresta, Renascença, São Cristóvão, Nova Esperança, Aparecida, Ermelinda, Nova Cachoeirinha, Cachoeirinha, Ipiranga
SBO-04	Interceptor Córrego Santa Amélia	Itapoá, Jardim Atlântico, Leblon, Copacabana, Santa Amélia, Santa Branca
SBO-05	Interceptor Córrego Vilarinho (montante HRN)	Nova América, Jardim dos Comerciantes, Europa, Minas Caixa, Venda Nova, Rio Branco, São João Batista, Piratininga
SBO-07	Interceptor Córrego Vilarinho (jusante HRN)/Isidoro	Nova América, Jardim dos Comerciantes, Europa, Minas Caixa, Venda Nova, Rio Branco, São João Batista, Piratininga, Juliana, Vila Clóris, Hospital Risoleta Neves
SBO-08	Interceptor Córrego Terra Vermelha	Zilah Spósito, Frei Leopoldo, Etelvina Carneiro, Jaqueline
SBO-09	Interceptor Córrego Gorduras	São Marcos, Goiânia, Maria Goretti, Dom Silvério, Lajedo

SBA= Sub-bacia de esgotamento inserida na bacia hidrográfica do ribeirão Arrudas; SBO = Sub-bacia de esgotamento inserida na bacia hidrográfica do ribeirão Onça

Minas Gerais, 26 de junho de 2020