AGOSTO | 2020 EDIÇÃO Nº 7

ARTICULAÇÃO

ITINERÁRIOS

NATUREZA

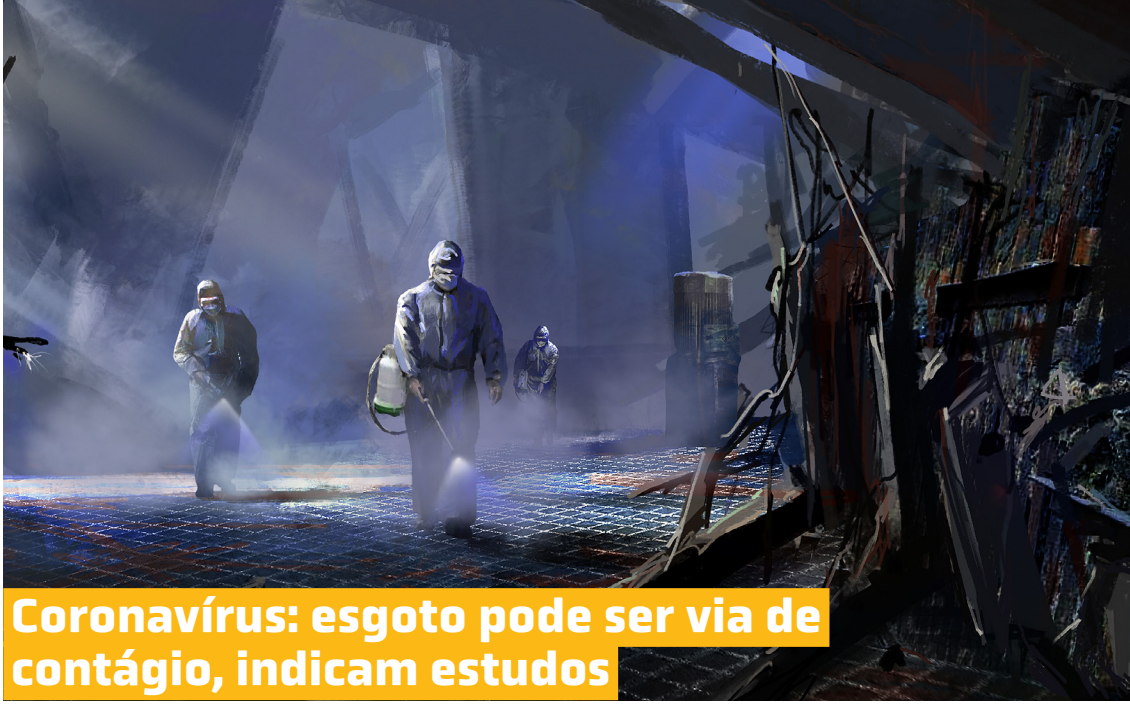
BNCC



Novas pesquisas encontraram material genético do vírus Sars-Cov-2, causador da doença Covid-19, em fezes de seres humanos e também em amostras de esgoto. Seria essa mais uma via de transmissão da doença? Os processos pelos quais os esgotos passam nas estações de tratamento são suficientes para eliminar esses vírus?

CONTATO IMEDIATO

O QUE FALAM SOBRE O ASSUNTO DESTA EDIÇÃO?



Coronavírus: esgoto pode ser via de contágio, indicam estudos

Evanildo da Silveira

De Vera Cruz (RS) para a BBC News Brasil.

[...]

Dois estudos internacionais, um realizado na China, durante a quarentena obrigatória, e outro em Cingapura, recém-publicados na prestigiosa revista científica Lancet Gastroenterol. Hepatol. mostraram que os pacientes da doença tinham em suas fezes o material genético do vírus, mesmo depois de não apresentá-lo mais no pulmão nem nas vias respiratórias.

A primeira pesquisa foi feita no Hospital Universitário de Sun Yat-sen, em Zhuhai, na China, entre 16 de janeiro e 15 de março, durante o período da ocorrência da Covid-19.

Foram analisadas amostras de fezes e do trato respiratório de 98 pacientes.

"Os cientistas detectaram o novo coronavírus nelas", conta a bióloga e doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Juliana Calabria de Araújo, da Universidade Federal de Minas (UFMG) e subcoordenadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto (INCT – ETEs Sustentáveis).

O RNA do vírus foi detectado nas fezes dos pacientes por cerca de cinco semanas, mesmo após as amostras do trato respiratório terem sido negativas.

[...]

Há ainda uma terceira pesquisa, realizada na Holanda, que detectou o novo coronavírus em amostras de esgoto do aeroporto de Schiphol, em Amsterdã, bem como em outras das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) das cidades de Kaatsheuvel e de Tilburg (esta última trata o esgoto do aeroporto de Schiphol), após duas semanas da confirmação do primeiro paciente com covid-19, a doença causada pelo novo coronavírus, na região.

Diante dessas evidências, o INCT – ETEs Sustentáveis divulgou uma nota técnica alertando para os efeitos da presença do coronavírus no esgoto. De acordo com o texto, a possibilidade da transmissão via feco-oral do vírus Sars-CoV-2 tem muitas implicações, especialmente em áreas carentes de infraestrutura de saneamento básico.

SILVEIRA, Evanildo da. Coronavírus: esgoto pode ser via de contágio, indicam estudos. **BBC News Brasil**, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-52143119>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Coronavírus em esgoto de 4 países antes de surto na China aumenta mistério sobre origem do vírus

Por Matheus Magenta, BBC

Pesquisadores de pelo menos quatro países, incluindo o Brasil, apontaram a presença do novo coronavírus em amostras de esgoto coletadas semanas ou meses antes do primeiro caso registrado oficialmente na cidade chinesa de Wuhan, epicentro da pandemia de Covid-19.

[...]

O que afirma a pesquisa liderada pela UFSC?

A equipe liderada por pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) analisou seis amostras de 200 mL de esgoto bruto congelado, coletadas em Florianópolis de 30 de outubro de 2019 a 4 de março de 2020.

No artigo, que ainda não foi analisado por revisores acadêmicos, os pesquisadores afirmam que a presença do vírus foi detectada a partir de 27 de novembro. Naquela amostra havia, segundo eles, 100 mil cópias de genoma do vírus por litro de esgoto, um décimo da identificada na amostra de 4 de março. Santa Catarina registraria oficialmente os dois primeiros casos em 12 de março, em Florianópolis.

[...]

"Isso demonstra que o Sars-CoV-2 circulava na comunidade meses antes de o primeiro caso ser reportado" no continente americano, escrevem os autores do artigo.

[...]

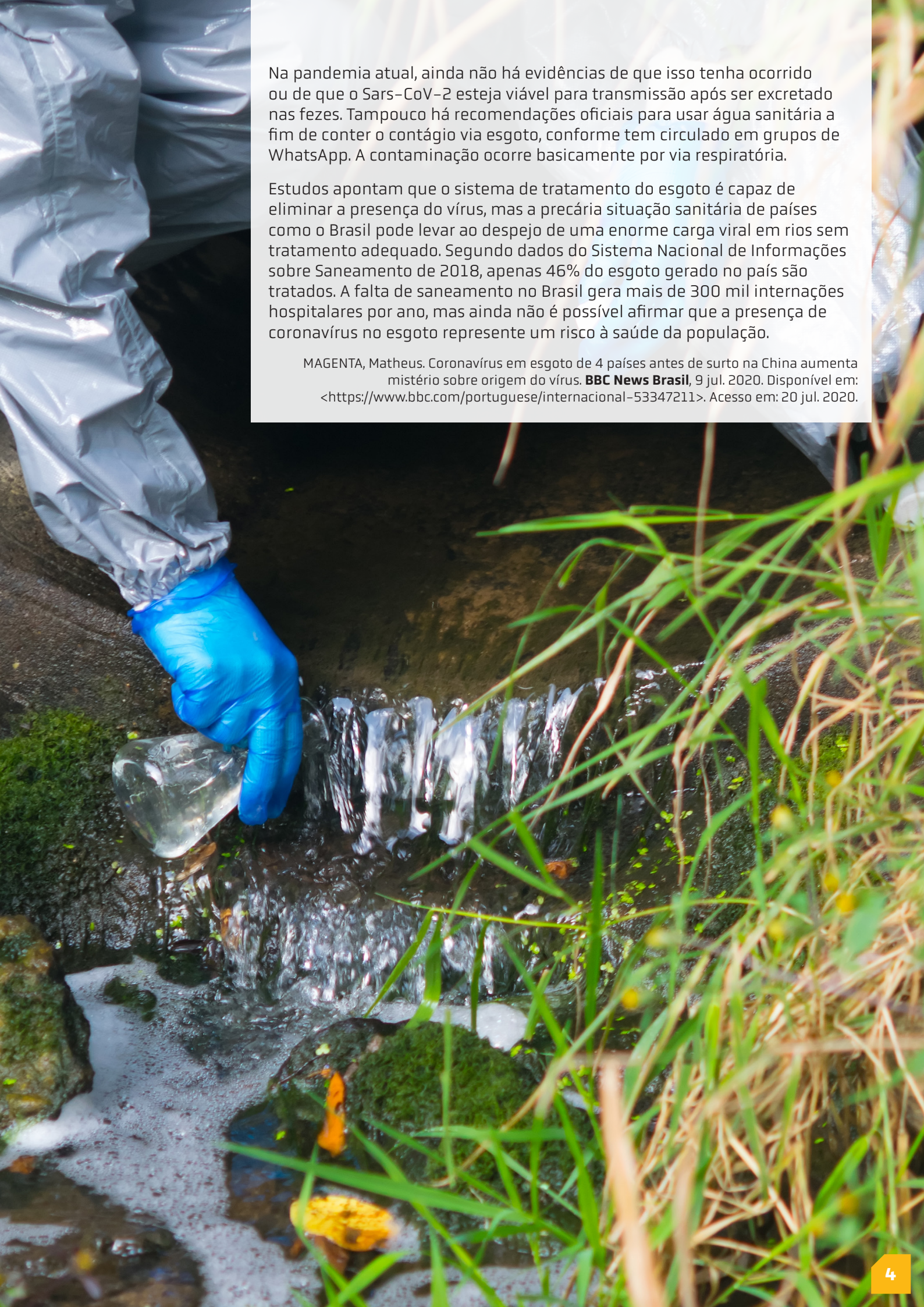
Segundo ela [a bióloga Gislaine Fongaro, líder da pesquisa e professora do Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia da UFSC], a presença do vírus meses antes do registro oficial pode ser explicada, por exemplo, pelo fato de que as pessoas podem ou não ter ficado doentes ou atribuído os sintomas a outras doenças. Mas, de acordo com Fongaro, apenas estudos futuros podem explicar como o vírus foi parar no esgoto de Florianópolis em novembro.

Um sequenciamento genético do vírus encontrado no esgoto poderia, por exemplo, ser comparado ao outros sequenciamentos feitos ao redor do mundo a fim de estimar a data de origem precisa do Sars-CoV-2 encontrado.

[...]

É possível haver contágio de Sars-CoV-2 por meio do esgoto?

A presença do novo coronavírus nas fezes levanta a possibilidade de contágio por meio do esgoto. Em 2003, durante a pandemia de outro vírus Sars-CoV, a infecção de centenas de moradores em um mesmo prédio de Hong Kong foi atribuída a vazamentos na tubulação de esgoto.



Na pandemia atual, ainda não há evidências de que isso tenha ocorrido ou de que o Sars-CoV-2 esteja viável para transmissão após ser excretado nas fezes. Tampouco há recomendações oficiais para usar água sanitária a fim de conter o contágio via esgoto, conforme tem circulado em grupos de WhatsApp. A contaminação ocorre basicamente por via respiratória.

Estudos apontam que o sistema de tratamento do esgoto é capaz de eliminar a presença do vírus, mas a precária situação sanitária de países como o Brasil pode levar ao despejo de uma enorme carga viral em rios sem tratamento adequado. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de 2018, apenas 46% do esgoto gerado no país são tratados. A falta de saneamento no Brasil gera mais de 300 mil internações hospitalares por ano, mas ainda não é possível afirmar que a presença de coronavírus no esgoto represente um risco à saúde da população.

MAGENTA, Matheus. Coronavírus em esgoto de 4 países antes de surto na China aumenta mistério sobre origem do vírus. **BBC News Brasil**, 9 jul. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53347211>. Acesso em: 20 jul. 2020.

DIÁLOGO ABERTO

CONHEÇA A OPINIÃO DE QUEM ESTUDA O ASSUNTO.

Coronavírus: mais uma via de transmissão?

O vírus Sars-Cov-2, causador da doença Covid-19, é um vírus que se tornou conhecido da humanidade no final de 2019. Por ser tão recente, há muitos fatos sobre ele que a ciência ainda não esclareceu por completo. Um desses fatos são as suas possibilidades de transmissão. Já sabemos que ela ocorre pelo ar, e também por contato com superfícies contaminadas seguido de contato com as mucosas do corpo humano, como boca e olhos. No entanto, os estudos discutidos na seção **Contato Imediato** levantam outra possibilidade: e se a transmissão também for possível por meio de contaminação feco-oral, facilitada pelo esgoto? Nesta edição, trataremos do saneamento básico para responder a essa pergunta.

O tratamento de esgoto faz parte do conjunto de serviços que conhecemos como "saneamento básico". Segundo o Instituto Trata Brasil , uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip) formada por empresas com interesse no desenvolvimento do setor de saneamento básico no país:

No vídeo, a Profª Dra. Juliana Calábria de Araújo, da Universidade Federal de Minas (UFMG), comenta as pesquisas citadas no primeiro texto da seção **Contato Imediato** e fala sobre como é feita a detecção do vírus Sars-Cov-2 na água.

https://ftd.li/bucge9

> Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais.
>
> [...]
>
> Ter saneamento básico é um fator essencial para um país poder ser chamado de país desenvolvido. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos levam à melhoria da qualidade de vida das pessoas, sobretudo na saúde infantil com redução da mortalidade infantil, melhorias na educação, na expansão do turismo, na valorização dos imóveis, na renda do trabalhador, na despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos etc.

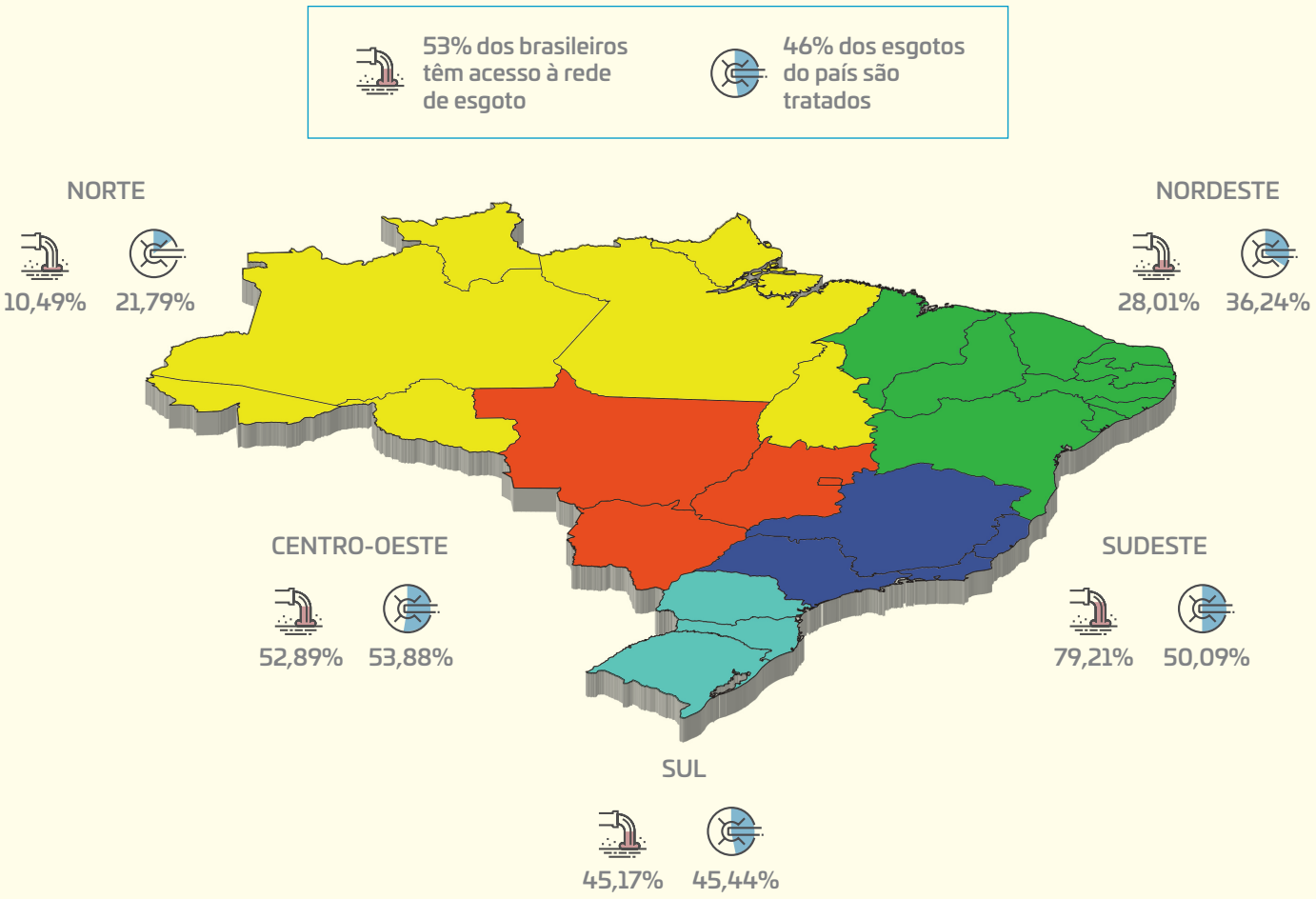
O QUE é saneamento? **Instituto Trata Brasil**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>. Acesso em: 28 jun. 2020.



No Brasil, são muito comuns esgotos a céu aberto em locais com circulação de pessoas.

Entretanto, quando se fala em saneamento básico, a situação do Brasil está longe de ser ideal. Além de uma grande parcela da população não ser atendida por diversos serviços de saneamento, há disparidades significativas entre regiões, estados da mesma região, municípios do mesmo estado e até mesmo localidades do mesmo município. No infográfico a seguir, tem-se a situação das diferentes regiões do Brasil no que se refere aos esgotos.

SITUAÇÃO ATUAL DO ESGOTO NO BRASIL



Fonte dos dados: ESGOTO. **Instituto Trata Brasil**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>. Acesso em: 28 jun. 2020.

Coleta e tratamento de esgoto

Nas cidades que possuem sistemas de coleta e tratamento de esgoto, esse resíduo é canalizado e levado para uma estação de tratamento. Mas o sistema de tratamento de esgoto não recebe apenas os dejetos humanos e de animais que são produzidos em nossas casas – ele recebe também vários tipos de resíduos produzidos pela população, incluindo compostos químicos de fontes industriais e objetos de uso diário, dos menores (tampas de garrafa, bitucas de cigarros) aos maiores (garrafas PET, pneus e outros objetos relativamente grandes).

O esgoto gerado em hospitais e centros médicos é também, de forma geral, descartado na rede pública de esgoto, sendo recebido nas estações de tratamento de esgoto (ETE) das cidades que possuem um sistema de tratamento de esgoto disponível. Nas cidades que não possuem esse sistema, o esgoto hospitalar pode ser despejado em corpos d'água a céu aberto, sendo previamente tratado em uma ETE compacta, particular do hospital, ou, por vezes, sem receber tratamento nenhum.

Um dos principais problemas de se despejar resíduos hospitalares na rede pública de esgoto é que os hospitais tratam muitos pacientes com vários medicamentos diferentes, muitas vezes em doses mais altas do que as pessoas são capazes de absorver. Parte do remédio dado ao paciente não será absorvido pelo corpo e será descartado pelo sistema excretor, pela urina ou pelas fezes, indo parar no sistema de esgoto.

Pela mesma lógica, o mesmo pode acontecer com bactérias e vírus que estão ou estavam presentes no corpo do paciente. Nesse contexto, o paciente do hospital pode estar curado da doença, porém um sistema de tratamento de esgoto ineficiente pode gerar novos pacientes. E não se pode deixar de mencionar, claro, as pessoas que estão doentes em casa e que também estão enviando seus dejetos para o esgoto, seja ele coletado ou não. Todavia, é importante dizer que muitos hospitais possuem sua própria estação de tratamento de água e esgoto, reduzindo bastante a chance de contaminação do sistema público.

A ciência por trás do tratamento de esgoto

O estudo para a melhoria do sistema de tratamento de esgoto é um ramo importante da ciência, pois auxilia no controle de doenças e da contaminação da população por substâncias utilizadas ou produzidas por atividades humanas variadas, como as indústrias e a agropecuária. Atualmente, cientistas já desenvolveram técnicas de tratamento bastante eficientes, e continuam trabalhando no sentido de obter técnicas e processos ainda melhores. Novas técnicas de tratamento são estudadas e publicadas na forma de artigos científicos todos os meses, por vários cientistas do mundo inteiro.

É importante entender como funciona o sistema de tratamento de esgoto para compreender que a nossa tecnologia atual é suficiente para nos proteger da proliferação de doenças – e que o problema não está na insuficiência do tratamento em si, mas sim na baixa quantidade de resíduos que são tratados.





A decantação é um processo de separação de misturas heterogêneas, em que a parte mais densa se deposita no fundo do recipiente.

O canal do YouTube **Manual do Mundo**, em sua série #Boravê, visitou a maior Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do país. Acesse o *link* e veja o processo em detalhes!

https://ftd.li/ac9o7r

Na grande maioria das ETEs públicas ou privadas, o esgoto a ser tratado passa por tratamentos físicos, químicos e biológicos. As etapas iniciais envolvem tratamentos físicos, começando pelo gradeamento grosseiro para a retirada de objetos descartados como pneus, pedaços de madeira, plástico, e sólidos que estão boiando ou sendo arrastados pelo esgoto. Materiais menores, como pedaços de papel, papelão ou raspas de madeira, são retidos por uma grade mais fina, no processo chamado de gradeamento fino.

Após as grades de ferro, o líquido passa pela caixa de areia, em que será retirada a maior parte dos sólidos em suspensão (areia, poeira e sais insolúveis, por exemplo). A seguir, vai para o tanque de decantação primária, no qual ocorre a sedimentação de outras partículas mais densas que a água.

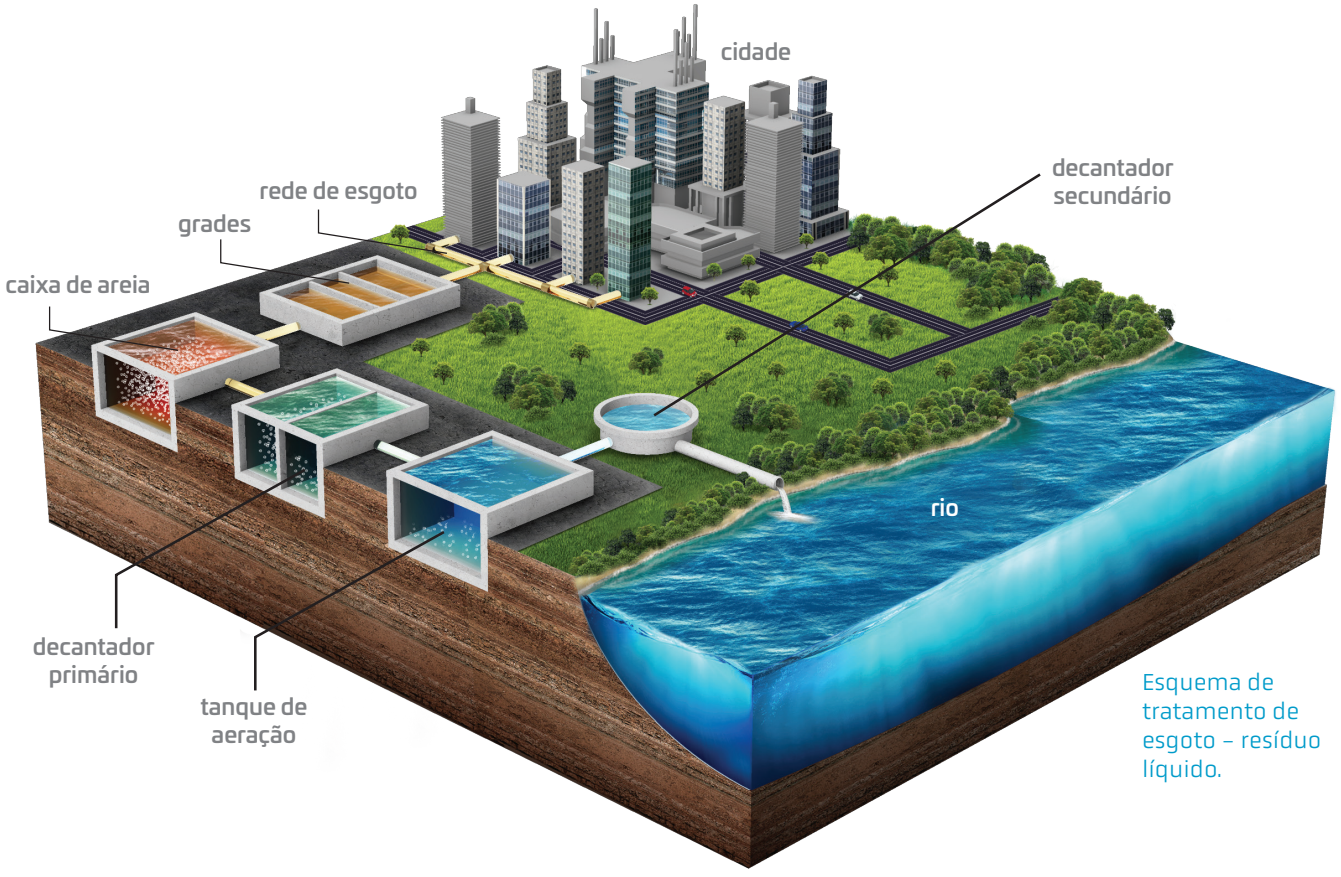
Em seguida, vem um processo biológico: a aeração, em que os resíduos orgânicos produzidos pela população são consumidos por bactérias e convertidos em gases e compostos orgânicos variados. Nessa etapa, são formadas três camadas dentro do tanque de decantação: a camada gasosa, com substâncias produzidas pelo metabolismo bacteriano, como gás metano, amônia e compostos orgânicos de baixa massa molecular; a camada líquida, agora com quantidade reduzida de contaminantes orgânicos; e a camada chamada de lodo, composta por bactérias utilizadas no sistema de tratamento e por substâncias orgânicas que decantaram com as bactérias.

O lodo é removido e seco por prensagem, e então é enviado para um aterro sanitário. A água que sai do lodo prensado é devolvida para o início do sistema de tratamento, para passar novamente por todo o processo.

Finalizado o processo de aeração, o líquido que sobrou após a retirada do lodo passa por um tanque de decantação secundário, para uma nova separação entre os sólidos finos e a parte líquida. O sólido fino é descartado em aterros, com o lodo produzido no tanque de aeração. A parte líquida restante possui uma pureza de aproximadamente 90% e é conhecida como "água de reúso", que não é potável, mas pode ser reutilizada para a limpeza de ruas, por exemplo.

Na imagem pode-se ver a representação de uma ETE e as principais etapas do tratamento.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO



Esquema de tratamento de esgoto – resíduo líquido.

Apesar de todas essas etapas de tratamento, alguns organismos patogênicos, em especial bactérias e vírus, podem resistir a todo o processo. Por esse motivo, a grande maioria das estações de tratamento inclui como etapa final a desinfecção por cloro, luz ultravioleta ou ozonização, ou ainda a combinação de duas ou mais dessas técnicas de tratamento. Essa etapa é determinante para os argumentos apresentados por vários pesquisadores de que o esgoto tratado não carrega a carga viral até a população.

O cloro adicionado, comumente na forma de ácido hipocloroso (HCℓO), reage com moléculas orgânicas, principalmente com moléculas que contêm o elemento nitrogênio. O ácido hipocloroso age espontaneamente, quebrando os compostos orgânicos que constituem os envoltórios externos de bactérias e vírus, e reagindo também com o material genético desses organismos (seja RNA, seja DNA), que também contém o elemento nitrogênio em sua composição. Essas reações químicas levam à destruição dos microrganismos e formam moléculas menores ou mais simples, como os gases CO_2, N_2, NO_2 e H_2O.



Além do cloro, utilizado em ETEs pelo Brasil e pelo mundo, há também outros sistemas de desinfecção das águas já citados, como a produção de ozônio por descargas elétricas ou por iluminação utilizando luz ultravioleta. Esses métodos também eliminam os microrganismos nocivos de forma rápida e convertem moléculas grandes em moléculas menores e menos nocivas à saúde humana. A maior diferença entre essas técnicas de tratamento e o uso do cloro é o custo de instalação ou de manutenção do sistema de tratamento, de acordo com a necessidade local.

Um dos parâmetros utilizados para avaliar os esgotos é a carga orgânica, que é uma medida da matéria orgânica que pode ser consumida por meio de processos biológicos (frequentemente, bactérias decompositoras) em um determinado período de tempo. Medindo a carga orgânica antes e depois do tratamento, pode-se calcular a eficácia do tratamento em relação à matéria orgânica.

Água gerada como produto final do tratamento de esgotos.

Em nota técnica, os pesquisadores do INCT ETEs Sustentáveis afirmam que, por ora, não há evidências de que os vírus encontrados no sistema de esgoto estejam viáveis e sejam capazes de infectar a população. Para ler essa nota, acesse o *link*:

https://ftd.li/fao9kc

E agora?

Tendo em vista todas as etapas de tratamento que foram apresentadas, pode-se concluir que o problema de contaminação viral no sistema de esgoto, quando há tratamento, depende, essencialmente, de as tubulações que levam o esgoto até as estações de tratamento poderem ser acessadas pela população. Quando há o contato direto de um ser humano com o esgoto não tratado, pode haver a contaminação do indivíduo.

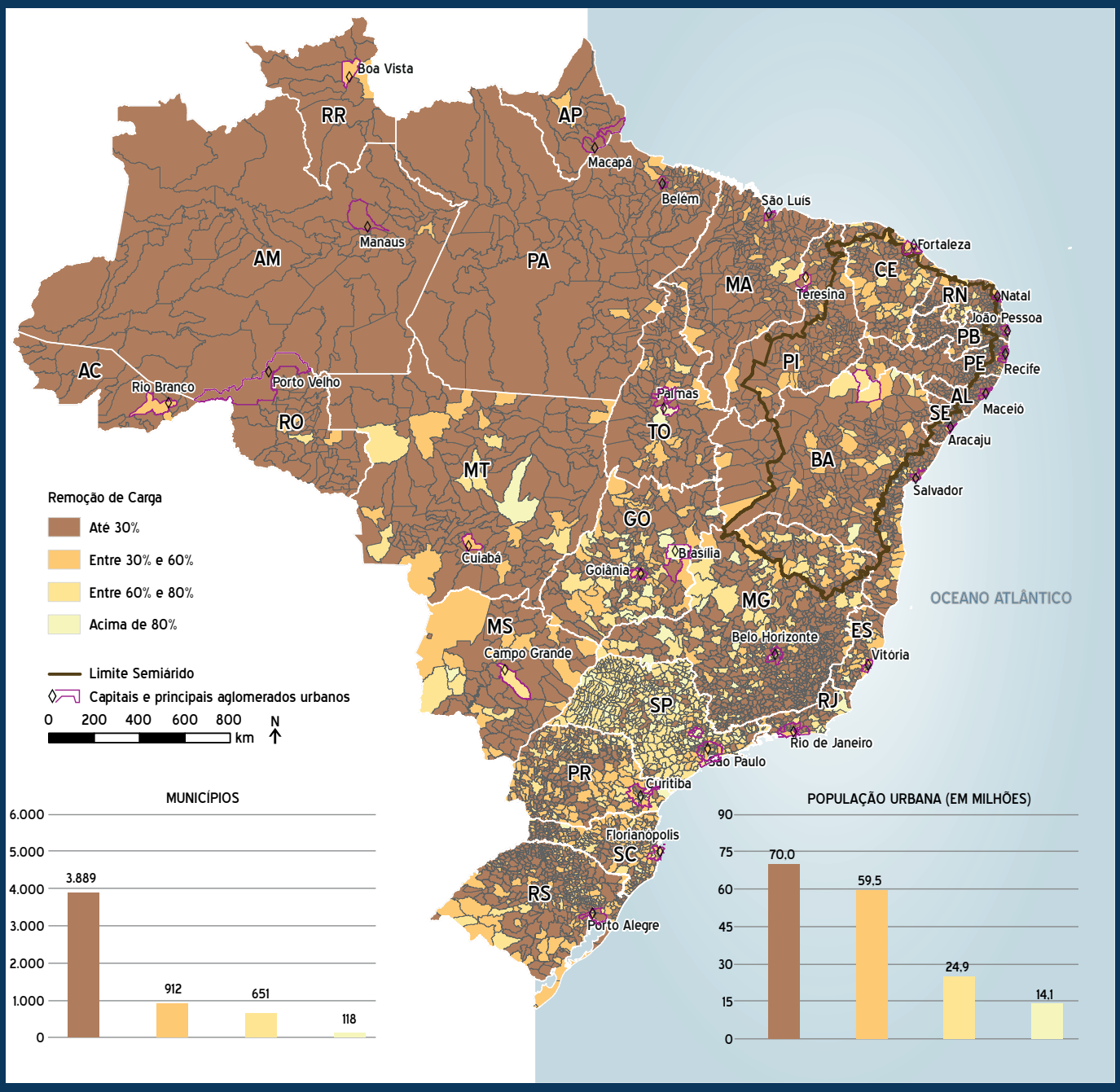
O tratamento de esgoto é tão fundamental para garantir a saúde da população e prevenir novas ondas de contaminação pelo Sars-Cov-2 quanto o isolamento social, a busca por tratamentos mais eficientes em hospitais e o desenvolvimento de técnicas de detecção da doença em curto prazo. A ciência continua a pesquisar tecnologias de tratamento de água e esgoto, fornecendo um produto tratado de melhor qualidade, com custo adequado às necessidades locais e sempre priorizando a chamada degradação total (quebra de moléculas dos contaminantes e formação de substâncias mais simples, com toxicidade nula) dos contaminantes presentes. O que é necessário agora é o acesso total da população ao sistema de saneamento básico, o que melhora a qualidade de vida em geral e diminui a chance de novas ondas de doenças.



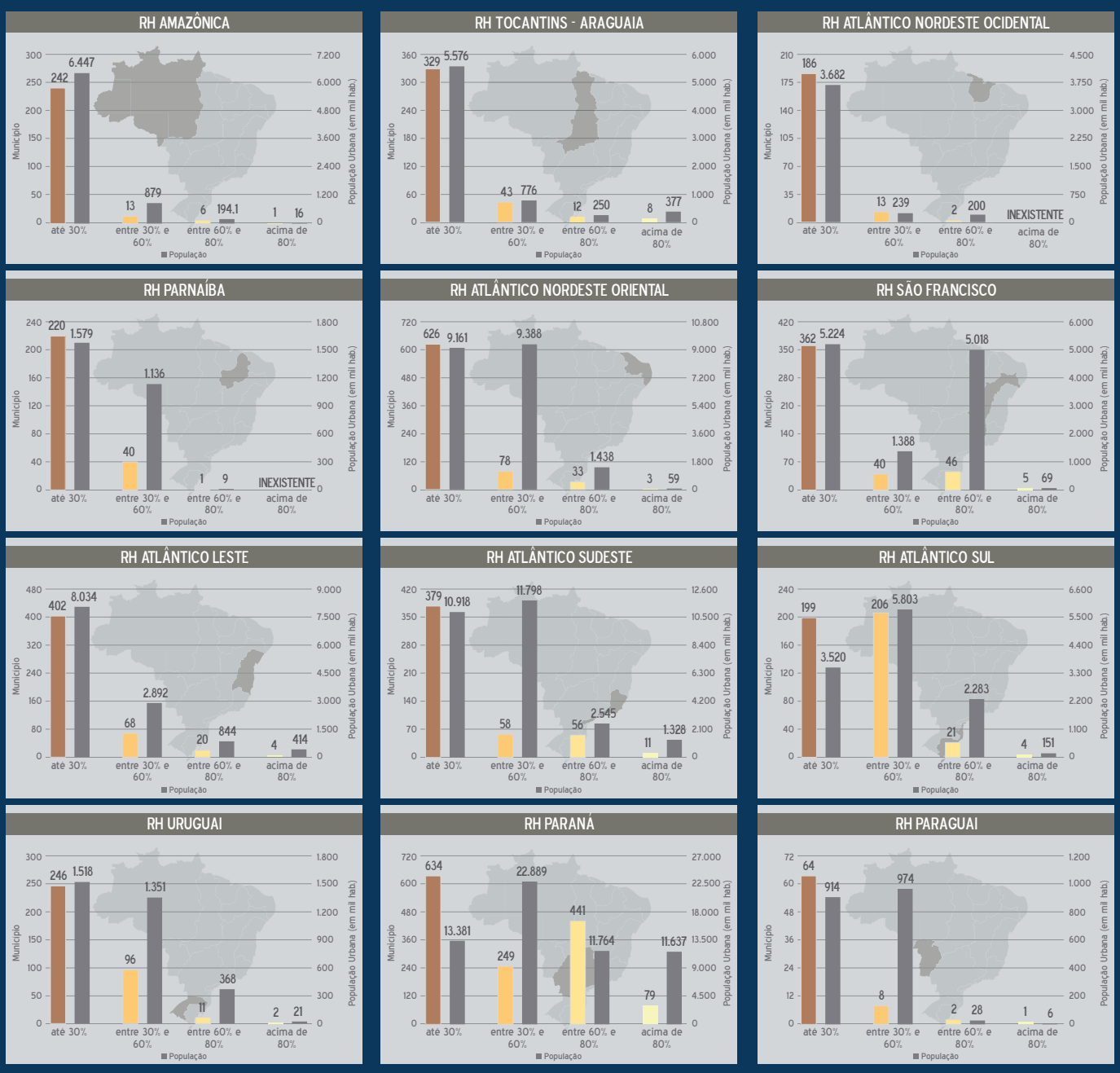


Ricardo B. Valim é bacharel, mestre e doutor em Química pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP). Atualmente, é pesquisador (pós-doutorado) no Departamento de Ciências Básicas e Ambientais da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (DEBAS/EEL/USP), e atua na área de processos oxidativos avançados (POA), com projeto de pesquisa em desenvolvimento de novos materiais e técnicas para o tratamento de água e esgoto.

REMOÇÃO DA CARGA DE ESGOTOS URBANOS



FAIXAS DE REMOÇÃO DE CARGA ORGÂNICA POR REGIÃO HIDROGRÁFICA



REFLEXÃO NA PRÁTICA

ARTICULANDO IDEIAS E PRÁTICAS

IC MIS PC EMP

> **Investigação científica**

> **Processos criativos**

> **Mediação e intervenção sociocultural**

1. Inúmeras charges e cartuns já foram criados relacionando a pandemia de Covid-19 com os mais variados cenários políticos, econômicos e sociais.

- Em grupos, analisem a charge a seguir e discutam sua relação com o que foi exposto nas seções **Contato Imediato** e **Diálogo Aberto**, pensando também na realidade de seu município.



- Pesquisem outras charges e cartuns que relacionem a Covid-19 a temas expostos nesta edição do **Articulação** e exponham para a sala seus achados.

2. Analise atentamente os infográficos e reflita: o que se pode dizer sobre a situação do tratamento de esgoto no Brasil? E sobre a situação específica da região hidrográfica e do município em que você vive?

3. Segundo o texto da seção **Diálogo Aberto**, os efluentes hospitalares são uma provável fonte de contaminação dos esgotos. Em grupos, pesquisem um dos cinco tipos de lixo hospitalar (potencialmente infectante, químico, radioativo, perfurocortante e comum) e suas formas de descarte e tratamento (quando existente). Em seguida, apresentem os resultados de sua pesquisa aos colegas.

ORIENTAÇÕES DE USO

A atividade foi pensada para poder ser feita fora da sala de aula, se a escola estiver fechada por precaução quanto à covid-19. Podem ser usados dispositivos tecnológicos para as discussões em grupo, planilhas e editores de texto compartilhados, aplicativos de mensagens de texto, redes sociais, entre outros.

SUGESTÕES DE TRABALHO

POSSIBILIDADES DE DESENVOLVIMENTO

As pesquisas propostas na seção **Reflexão na Prática** requerem dados atualizados da situação do saneamento no país, assim como dados relacionados ao descarte e tratamento de lixo hospitalar. Tais informações podem ser obtidas em diferentes fontes, como:

- a edição mais recente do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, disponibilizado anualmente pela Secretaria Nacional de Saneamento (SNS);
- *sites* das empresas prestadoras de serviços de saneamento;
- o *site* do Instituto Trata Brasil, uma Oscip (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) formada por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos do país;
- o *site* do INCT ETEs Sustentáveis, do qual participa a Profª Dra. Juliana Calábria de Araújo, mencionada no início desta edição;
- o *site* da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária);
- *podcasts* e artigos da imprensa.

A análise cuidadosa dos infográficos pode ser auxiliada pelo professor. É importante notar que os gráficos referentes a cada uma das regiões hidrográficas do país possuem dois eixos Y, um referente ao número de municípios (barras amareladas e amarronzadas) e outro referente à população (barras cinza).

Na BNCC:
- EM13CNT104
- EM13CNT207
- EM13CNT310
- EMIFCG01
- EMIFCG04
- EMIFCG07
- EMIFCNT05
- EMIFCNT07

Conteúdos abordados:
- Separação de misturas
- Tratamento de esgoto
- Degradação de compostos orgânicos

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Neste ciclo 2020, **Articulação Itinerários (CNT)** aborda temas relacionados à Ciência e ao Meio Ambiente, com ênfase no conhecimento científico a favor da humanidade, em que se pretende apresentar a ciência como estratégia para o desenvolvimento social, econômico e/ou sustentável, sempre com foco no bem-estar da sociedade e das gerações futuras.



ARTICULAÇÃO
ITINERÁRIOS
NATUREZA
AGOSTO | 2020 EDIÇÃO Nº 7

FTD Sistema de Ensino

Diretor de conteúdo e negócios
Ricardo Tavares de Oliveira
Diretor adjunto
Cayube Galas
Gerente editorial
Júlio Ibrahim
Gerente de produção e *design*
Letícia Mendes de Souza
Editoras assistentes
Crizélia Bezerra
Ligia Cosmo Cantarelli
Luiza Grecco e Marques

Coordenador de eficiência e *analytics*
Marcelo Henrique Ferreira Fontes
Supervisora de preparação e revisão
Adriana Soares de Souza
Preparação e revisão
Equipe FTD
Coordenadora de imagem e texto
Marcia Berne
Pesquisa de Iconografia
Equipe FTD
Coordenadora de criação
Daniela Máximo
Supervisor de produção e arte
Fabiano dos Santos Mariano
Projeto gráfico
Bruno Attilli
Editora de arte
Adriana Maria Nery de Souza

Créditos das imagens:
p.1. Liu zishan/Shutterstock.com; p.2. Liu zishan/Shutterstock.com; p.4. Aleksey Kurguzov/Shutterstock.com;
p.5. Joa Souza/Shutterstock.com; p.6. Schwabenblitz/Shutterstock.com, DifferR/Shutterstock.com;
p.7. Aleksey Kurguzov/Shutterstock.com;
p.8. Africa Studio/Shutterstock.com, Rodrigo Figueiredo/YANCOM;
p.9. Avector/Shutterstock.com, Boris Chamicevyc/Shutterstock.com;
p.10. Chico Ferreira/Pulsar Imagens, QA, Acervo pessoal; p.11. Agência Nacional de Águas (ANA);
p.12. Cazo; p.13. ImLucky/Shutterstock.com, PaOlaLa/Shutterstock.com