UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO EM MEIO AMBIENTE

VANESSA DAIANY VIEIRA MEDEIROS

Os Sistemas Atuais de Tratamento de Efluentes São Eficientes na Remoção de Coronavírus? Aspectos Técnicos e Sanitários.

Penedo

2021

VANESSA DAIANY VIEIRA MEDEIROS

Os Sistemas Atuais de Tratamento de Efluentes São Eficientes na Remoção de Coronavírus? Aspectos Técnicos e Sanitários

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Especialização Lato Sensu em Gestão em Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Julio Inácio Holanda Tavares Neto

Penedo

2021

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Biblioteca Unidade Educacional Penedo – BPP
Bibliotecária Responsável: Eliúde Maria da Silva CRB – 4/1834

M488s Medeiros, Vanessa Daiany Vieira.
Os sistemas atuais de tratamento de efluentes são eficientes na remoção de coronavírus? Aspectos técnicos e sanitários / Vanessa Daiany Vieira Medeiros. – Penedo – AL, 2021.
35 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização Lato Sensu em Gestão em Meio Ambiente) Universidade Federal de Alagoas. Campus Arapiraca. Unidade Educacional de Penedo. Penedo, 2021.

Orientadora: Prof. Dr. Júlio Inácio Holanda Tavares Neto.

Bibliografia: f. 29-35.

1. Águas residuais. 2. Eficácia de remoção. 3. SARS-COV-2. I. Tavares Neto, Júlio Inácio Holanda. II. Título.

CDU: 504.5:628.3

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO *LATO SENSU* GESTÃO EM MEIO AMBIENTE

ATA Nº 10

Ata da sessão referente à defesa intitulada "AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES NA REMOÇÃO DE CORONAVÍRUS"**,** para fins de obtenção do certificado de Especialista em Gestão em Meio Ambiente pela discente **VANESSA DAIANY VIEIRA MEDEIROS** (início do curso em 28/06/2019) sob orientação do Prof. Dr. Júlio Inácio Holanda Tavares Neto.

Ao décimo terceiro dia do mês de março do ano de 2021 às 14 horas, online, reuniu-se a Banca Examinadora em epígrafe, aprovada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu conforme a seguinte composição:

Julio Inácio Holanda Tavares Neto/UFAL
Petrônio Alves Coelho Filho/UFAL
Tânia Maria Gomes Voronkoff Carnaúba/UFAL

Tendo sido declarada aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho bem como da apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* por parte de cada membro da Banca, a candidata foi submetida à arguição online e avaliação de produção condizente com o perfil do egresso do curso que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X) **APROVADO (**com média nove virgula dois).

( ) **REPROVADO**, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em formulários em anexo a esta Ata, elaborado pela Banca Examinadora.

Observações da Banca Examinadora (caso inexistam, anular o campo):

NÃO APLICÁVEL

Nada mais havendo a tratar, declarou-se encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(as) senhores(as) membros da Banca Examinadora e pela discente, atestando ciência do que nela consta.

Julio Inácio Holanda Tavares Neto/UFAL

Petrônio Alves Coelho Filho/UFAL

Tânia Maria Gomes Voronkoff Carnaúba/UFAL

Vanessa Daiany Vieira Medeiros

Minha dor é perceber
Que apesar de termos feito tudo, tudo o
que fizemos
Ainda somos os mesmos, e vivemos
Como os nossos pais

COMO NOSSOS PAIS, de Belchior

RESUMO

O século XXI foi marcado pela experiência de três epidemias mortais associadas a novos coronavírus: SARS, Síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS) e COVID-19. Todos esses vírus, pertecentes à família coronaviridae, são responsáveis por causar infecções agudas no trato respiratório e são altamente contagiosos por natureza. A doença COVID-19 recentemente emergida é uma infecção viral altamente transmissível causada por outro novo coronavírus zoonótico denominado coronavírus de síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2). Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto da doença, relatada pela primeira vez em Wuhan, na China, em dezembro de 2019, uma Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional e em 11 de março de 2020 foi caracterizado como uma "pandemia". Até 11 de fevereiro de 2021, esta pandemia infectou 107.423.526 pessoas e causou 2.360.280 de mortes de mortes. Embora ainda não haja estudos conclusivos sobre a transmissão fecal-oral do novo coronavírus, o SARS-CoV-2 já foi detectado em efluentes domésticos. Alguns autores têm avaliado a sobrevivência do vírus no efluente líquido, e no lodo de estações de tratamento de águas residuais. Há, dessa maneira, uma preocupação com o aumento significativo do volume de lançamento de águas residuais hospitalares, especialmente sem tratamento adequado. Outras duas problemáticas ambientais emergem em meio a pandemia: a crescente descarga de fármacos associados ao tratamento de covid-19 e o aumento desenfreado do consumo de produtos antibacterianos e desinfetantes biocidas, utilizados no intuito de inativar o vírus, ambos, além de provocar alterações em ecossistemas, tem comprometido a eficácia de operações unitárias envolvidas no processo de tratamento de efluentes. Esse trabalho tem por objetivo fazer uma revisão bibliográfica acerca da condições de prevalência e eficiência de remoção do SARS-COV-2 em estações de tratamento de efluente, ressaltando os impactos causados pelo aumento do uso de desinfetantes e medicamentos diretamente ligados ao tratamento de covid-19, no intuito de apontar as dificuldades e possíveis perspectivas de melhoramento no funcionamento dessas plantas.

Palavras-chave: Águas Residuais. Eficácia de remoção. SARS-COV-2.

ABSTRACT

The 21st century was marked by the experience of three deadly epidemics associated with new coronaviruses: SARS, Middle East respiratory syndrome (MERS) and COVID-19. All of these viruses, belonging to the coronaviridae family, are responsible for causing acute infections in the respiratory tract and are highly contagious in nature. The newly emerged COVID-19 disease is a highly transmissible viral infection caused by another new zoonotic coronavirus called severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). On January 30, 2020, the World Health Organization (WHO) declared the outbreak of the disease, first reported in Wuhan, China, in December 2019, a Public Health Emergency of International Interest and on March 11, 2020 was characterized as a “pandemic”. As of February 11, 2021, this pandemic had infected 107,423,526 people and caused 2,360,280 deaths from deaths. Although there are still no conclusive studies on the fecal-oral transmission of the new coronavirus, SARS-CoV-2 has already been detected in domestic effluents. Some authors have evaluated the survival of the virus in the liquid effluent, and in the sludge of wastewater treatment plants. Thus, there is a concern with the significant increase in the volume of discharge of hospital wastewater, especially without adequate treatment. Two other environmental problems emerge in the midst of the pandemic: the increasing discharge of drugs associated with the treatment of covid-19 and the unbridled increase in the consumption of antibacterial products and biocidal disinfectants, used in order to inactivate the virus, both in addition to causing changes ecosystems, has compromised the effectiveness of unit operations involved in the effluent treatment process. This work aims to make a bibliographic review about the conditions of prevalence and efficiency of SARS-VOC removal in effluent treatment plants, highlighting the impacts caused by the increased use of disinfectants and drugs directly linked to the treatment of covid- 19, in order to point out the difficulties and possible perspectives of improvement in the functioning of these plants.

Keywords: Wastewater. Removal effectiveness. SARS-COV-2.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO……..……7
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....9
3. CORONAVIROSES E PRESENÇA DO VÍRUS EM EFLUENTES: POSSÍVEL ROTA DE TRANSMISSÃO E A CONSOLIDAÇÃO DE UM CENÁRIO PARA A VIGILÂNCIA AMBIENTAL.....10
4. FATORES QUE INFLUENCIAM NA SOBREVIVÊNCIA DO VÍRUS EM CORRENTES DE EFLUENTES.....16
5. À SOMBRA DO COVID-19: FATORES QUE INTERFEREM NA EFICIÊNCIA DE OPERAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.....19
5.1. Desinfetantes.....19
5.2. Fármacos.....21
6. TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO PARA A INATIVAÇÃO DO CORONAVÍRUS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: UMA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE REMOÇÃO.....24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....28
REFERÊNCIAS.....29

1. INTRODUÇÃO

A doença coronavírus 2019 (COVID-19) causada pela síndrome respiratória aguda SARS-CoV-2 trouxe um impacto sem precedentes em todo o mundo. O Coronavirus, do subgênero Betacoronavirus, foi isolado pela primeira vez na cidade de Wuhan (China), em dezembro de 2019, de um agrupamento de pacientes apresentando pneumonia aguda não reconhecível, cujo único denominador comum era a visita ao Mercado Huanan Seafood (Peeri et al., 2020).

A família Coronaviridae, vírus de fita simples de RNA com envelope de polaridade positiva (por exemplo, espécies de Coronavírus humano, HCoV), são geralmente responsáveis por uma ampla gama de gripes comuns e infecções do trato respiratório superior. Os H-CoV estão envolvidos em patologias graves, como bronquite, bronquilotis, pneumonias, afetando principalmente neonatos, crianças, idosos e pacientes imunocomprometidos (GELLER et al., 2012).

Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto da doença, relatada pela primeira vez em Wuhan, na China, em dezembro de 2019, uma Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional e em 11 de março de 2020 foi caracterizado como uma “pandemia”. Até 11 de fevereiro de 2021, esta pandemia infectou 107.423.526 pessoas e causou 2.360.280 de mortes de mortes.

O SARS-CoV-2 é transmitido via contato de pessoa para pessoa (em pacientes infectados ou incubação / indivíduos assintomáticos), por contato com superfícies infectadas (fômites ou pele a pele) ou mediado pela boca, nariz, olhos ou por inalação do vírus exalado nas gotículas respiratórias (tosses ou espirros de uma pessoa infectada), o que eventualmente recomenda a necessidade de 'distanciamento social' para reduzir a propagação do vírus. A replicação e persistência do SARS-CoV- 2 no trato gastrointestinal e eliminação através das fezes é agora evidenciada como uma nova rota potencial de transmissão para a matriz ambiental, o que é uma grande preocupação. (QU et al, 2020).

A Epidemiologia baseada em águas residuais tem sido uma abordagem bem-sucedida para compreender e tratar problemas de saúde pública, como surtos de doenças virais e bacterianas, além de abuso de substâncias, com infinitade de propósitos em potencial. No início da pandemia de COVID-19, foi levantada a hipótese de que a vigilância de águas residuais poderia ser uma alternativa econômica para o teste de diagnóstico de alta frequência de populações, além da possibilidade de ser usada para orientar intervenções mais imediatas e direcionadas em populações afetadas (RICHTEL, 2020.)

A importância de meios de detecção do vírus em estações de tratamento de efluentes permite analisar áreas mais propensas à infecção e, a partir dos resultados, planejar medidas de

contingência do contágio do vírus. Além da possibilidade da obtenção de um valor aproximado de infectados, em países aonde há subnotificações de casos, pela impossibilidade de testagem em massa.

Entretanto, a epidemiologia baseada em efluentes, durante a pandemia de COVID-19 esbarra em outras importantes questões ambientais subjacentes. A primeira e, sem dúvidas, a mais preocupante, frente à quantificação do vírus para tomada de decisões, é: Os meios de desinfecção comumente estabelecidos para o tratamento de efluentes são capazes de remover os SARS-CoV-2 de águas residuais? Além disso, é importante salientar que o aumento do lançamento de efluentes, o uso indiscriminado de desinfetantes para a inativação do vírus e o aumento abrupto do uso de fármacos para tratar sintomas secundários e previnir infecções em pacientes sintomáticos podem alterar significativamente o desempenho de estações de tratamento de efluentes.

Usman et. al. (2020) alertam para o aumento exponencial do uso de antimicrobianos, como o de produtos antibacterianos biocidas embora sabonetes comum sejam eficazes na inativação de vírus envelopado, como o SARS-CoV-2. As atuais técnicas de tratamento de águas residuais são incapazes de oferecer a eliminação completa desses compostos que, então, podem se acumular em diferentes compartimentos ambientais, interrompendo o funcionamento de micróbios nativos importantes na ciclagem biogeoquímica de elementos e na remediação ambiental.

Estudiosos têm alertado que o uso de fármacos utilizados no tratamento da doença Covid-19 pode afetar significativamente o desempenho de sistemas anaeróbicos de tratamento de efluentes. Chen et al. (2020) mostraram que o aumento significativo da presença de fármacos à base de cloroquina inibiu o funcionamento de reatores anaeróbios, culminando na redução da remoção de matéria orgânica, o que mostra a suscetibilidade dos sistemas de tratamento que possam receber maior carga de fármacos utilizados no combate ao coronavírus, como no caso dos efluentes hospitalares.

Esse trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de revisão bibliográfica sistemática, a eficiência das várias etapas de sistemas de tratamento de efluentes quanto à detecção e desinfecção do SARS-CoV-2, mostrar como a epidemiologia baseada em efluentes é um ferramenta crucial no combate à pandemia e alertar para a interferência de fármacos e desinfetantes, usados em larga escala, e seu impacto na biota e em águas superficiais.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Foram escolhidas as seguintes bases de dados para a realização de uma revisão bibliográfica sistemática: Web of Science, Scopus, Microbioly Society, e Engineering Villag.

Os buscadores “wastewater systems”, “prevalence covid-19”, “persistence covid-19”, “surrveillece covid-19”, “effluent-based epidemiology” , covid-19 survival” foram testados no Google Scholar para verificar a pertinência da busca. Só então, as buscas foram direcionadas a cada uma das bases de dados escolhidas.

A busca foi filtrada por artigos publicados entre os anos de 2019 e 2021, em periódicos com peer view, limitando-se a artigos disponíveis na plataforma de periódicos da CAPES.

Ao todo, foram escolhidos, por relevância, 49 artigos, além de dois boletins epidemiológicos e uma entrevista.

3. CORONAVIROSES E PRESENÇA DO VÍRUS EM EFLUENTES: POSSÍVEL ROTA DE TRANSMISSÃO E A CONSOLIDAÇÃO DE UM CENÁRIO PARA A VIGILÂNCIA AMBIENTAL.

O virion Cov, identificado pela primeira vez em 1960, pertence a uma grande família de vírus envelopados, é classificado como um vírus altamente patogênico, o potencial desse vírus de causar epidemias mortais, no entanto, veio à tona apenas nas últimas duas décadas, e está associado ao SARS-Cov-1, surgido em 2003, na China, que, há época, ocasionou uma epidemia, suscitando em uma taxa de mortalidade de 9,1% de infectados; ao MERS-CoV, originado na Arábia Saudita, em 2012, responsável por uma taxa de mortalidade de 32% dos infectados e ao atual SARS–CoV-2, responsável pela doença denominada COVID-19, classificada pela Organização Mundial da Saúde como pandemia, em 30 de janeiro de 2020 (MOHAN *et. al*., 2021).

Segundo Mohan et. al. (2021), as atividades antrópicas e o consumo desenfreado de recursos naturais, decorrente do aumento substancial da população e uma maior pegada ecológica dos países do primeiro mundo, têm causado desequilíbrios ecológicos, gerando estresse em variados ecossistemas e sendo considerados um dos fatores determinantes para o surgimento de epidemias e pandemias.

Khan et. al. (2021) afirmam que, apesar do grande número de mortes associadas ao Covid-19, o SARS-CoV-2 parece ter uma taxa de letalidade menor quando comparado ao SARS-CoV-1 ou MERS-CoV, a rápida propagação da doença, no entanto, fez com que autoridades de saúde pública e agências governamentais aplicassem medidas sem precedentes. Os autores indicam a importância do entendimento de que, no caso das coronaviroses, como o SARS-CoV-2, a compreensão crítica das outras duas pandemias recentemente surgidas relacionadas ao SARS e MERS pode ter sido crucial para planejar contramedidas no intuito identificar, gerenciar e prevenir surtos futuros. Ainda assim, embora tenha havido sete surtos de doença respiratória aguda associada a coronaviroses, desde 1960, percebeu-se um progresso muito lento no desenvolvimento de medicamentos antivirais e vacinas.

Rollemberg et. al. (2020) apontam que, embora ainda não haja estudos conclusivos sobre a transmissão fecal-oral do novo coronavírus, o SARS-CoV-2 já foi detectado em efluentes domésticos e em fezes de pacientes. Os autores fazem uma revisão de literatura e avaliam a sobrevivência do vírus seja pela presença no efluente líquido, seja no lodo de estações de tratamento, que podem ocasionar contaminações devido ao manejo inadequado dos resíduos produzidos no sistema de tratamento.

Elsamadony et. al. (2021) ressaltam a importância de estender a consequência da entidade do vírion no esgoto, dada a persistência relatada na fezes humanas e em efluentes por mais de dias.

Os pesquisadores discutem as preocupações associadas à ocorrência do vírus em fezes e efluentes como uma possível rota de de transmissão do SARS-CoV-2, com base em uma extensa revisão bibliográfica. A possibilidade de infecção fecal-oral permanece em debate, mais pesquisas são necessárias para examinar essa possível linha de transmissão, uma das dificuldades em se estudar essa rota é que o histórico médico do paciente é uma variável pertinente, uma vez que a credibilidade dos resultados pode ser afetada pelo estado de saúde e prescrição associada, como a interferência de medicamentos para facilitar a digestão, reduzir a acidez do estômago ou para tratar o cólon.

Naddeo e Liu (2020) relembram que, durante o surto de SARS-CoV-1 em Hong Kong, 2003, um vazamento em tubulação de efluente doméstico foi associado a cerca de 319 casos de infecção devido à disseminação de partículas fecais aerossolizadas. Fears et. al. (202) mediram as eficiências dinâmicas (de curto prazo) de aerossol de SARS-CoV-2 e compararam as eficiências com dois outros coronavírus emergentes, SARS-CoV (surgido em 2002) e síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV, surgida em 2012), também foi quantificada e ressaltada a persistência de longo prazo do SARS-CoV-2 e sua capacidade de manter a infectividade quando suspenso em aerossóis por até 16 horas.

Em animais, dois órgãos dominantes são infectados por coronavírus, o trato respiratório e o intestino. Analisando dados de epidemias anteriores, Danchin et. al. (2021) observaram uma mudança do pulmão para o intestino – ou vice e versa. A análise do episódio da SARS em 2003 sugeriu a possibilidade de uma “dupla epidemia”, explicando a ausência de casos graves em Xangai, na época. Usando dados de Wuhan, Hong Kong, Cingapura e Shezhen, os pesquisadores elaboraram um modelo matemático de propagação epidêmica, para verificar se a atual rota de contágio respiratório para SARS-CoV-2 também pode resultar numa rota de contaminação fecal. Quando ajustados ao modelo, os dados disponibilizados pelas autoridades sanitárias das cidades analisadas sugerem que a propagação do covid-19 na cidade de Wuhan seguiu seu curso original, as outras regiões tiveram um forte indicativo de que a transmissão pode ter sido facilitada por uma rota secundária de propagação. O estudo ressalta a importância de explorar medidas de prevenção relevantes que levem em consideração ambas as rotas de propagação, como ferramenta de contingência da extensão da pandemia a outros locais.

Kumar et. al (2020) realizaram o primeiro estudo bem-sucedido para detecção de material genético do vírus SARS-CoV-2 em águas residuais na Índia. Os pesquisadores realizaram uma amostragem entre o período de 8 a 27 de maio de 2020 na Estação de Tratamento de Águas Residuais do município de Ahmedabad, em Gujarat, que recebe efluentes do Hospital Civil, responsável pelo tratamento de pacientes com COVID-19. Os autores relacionaram, pela terceira

vez no mundo, a análise de água quanto à presença e confirmação de material genético de SARS-CoV-2, chegando à conclusão que o aumento de número de casos se alinham ao aumento das concentrações de RNA em águas residuais, embora reconheçam a necessidade de um monitoramento mais apurado, com menores intervalos de coleta. O estudo demonstra, ainda, que uma estação de tratamento convencional é capaz de remover o material genético do SARS-CoV-2, mas pode não haver eliminação completa. Observam, também, a necessidade de se estudar cada etapa do tratamento da água residual, para determinar a eficácia, sobretudo em países onde os sistemas de esgoto não contemplam grande parte das regiões.

Sulabhenvis (2020), analisando a situação da Índia, enquanto país em desenvolvimento, afirmaram que dos 61754 milhões de litros de esgotos gerados diariamente, existe a capacidade de tratamento de apenas 22.963 milhões de litros diários, o que leva a uma lacuna enorme entre a geração e capacidade de tratamento de águas residuais, sendo que cerca de 70% do esgoto gerado não é submetido a nenhum tipo de tratamento. Dados da UNICEF (2018) apontam que, em todo o mundo, cerca de 892 de milhões de pessoas ainda praticam defecação à céu aberto. São realidades que não podem ser desconsideradas quando se trata de uma possível rota de transmissão do vírus através de sistemas de esgoto descentralizados.

Em Alagoas, por exemplo, a secretaria do Estado de Infraestrutura, SEINFRA, (2020) divulgou dados do Ministério do Desenvolvimento Regional de 2019 que apontam o fato alarmante de que apenas 22,35% da população possuía, naquele ano, acesso à coleta de esgoto e apenas 20% desse esgoto era tratado. O que evidencia um cenário preocupante frente à pandemia de COVID-19, tanto pela suscetibilidade a uma possível segunda rota de transmissão – a fecal-oral – uma vez que o volume de efluente sem nenhum tratamento é significante; quanto pela impossibilidade de se viabilizar um cenário de vigilância ambiental abrangente como estratégia de direcionar recursos, adotar medidas mais duras de isolamento quando necessário, e estimar, com maior precisão, o número real de casos, uma vez que a testagem em massa ainda não é uma realidade.

Kataki et. al. (2021) observam que na ausência de uma conexão de esgoto centralizada regulamentada, o que é uma realidade na maioria dos países em desenvolvimento, é indispensável o desenvolvimento de estratégias decentralizadas de tratamento de águas residuais. Uma das maneiras de viabilizar a desinfecção de águas residuais, além de quantificar o rna viral, nesses casos, seria a construção de infraestruturas em pequena escala, alternativa ao sistema de tratamento centralizado, em hotspots, incluindo hospitais, clínicas, áreas de pesquisa potencial, áreas rurais, como construção de lagoas de estabilização de resíduos – essa tecnologia é particularmente eficiente na redução da carga de patógenos. O uso de doses adequadas de cloro e algumas opções ecológicas

promissoras, como ácido peracético e dicloroisocianurato de sódio também parecem ser eficazes no combate a qualquer possível contaminação por meio de águas residuais, segundo os autores.

Randazzo et. al. (2020) investigaram a ocorrência de RNA SARS-CoV-2 em seis estações de tratamento de águas residuais que servem os principais municípios da Região de Múrcia (Espanha), área com a menor prevalência de COVID-19 na Península Ibérica. O monitoramento ocorreu no período compreendido entre 12 de março e 14 de abril de 2020 em amostras de afluente e efluentes secundário e terciário. Entre 18 amostras, 2 amostras de efluente secundário testaram positivas e todas as amostras de água terciária foram testadas negativas. Os dados da vigilância ambiental foram então comparados com os casos declarados de COVID-19 no mesmo período, revelando que membros da comunidade estavam liberando RNA do SARS-CoV-2 em suas fezes antes mesmo dos primeiros casos serem relatados pelas autoridades locais ou nacionais em muitas das cidades onde as águas residuais foram amostradas. O estudo destaca a relevância da estratégia da detecção do SARS-CoV-2 em águas residuais nas fases iniciais da propagação do COVID-19, como um indicador precoce da infecção em uma população específica.

Jahn et al. (2021) ressaltam que a análise de águas residuais para composição genômica do SARS-CoV-2 é desafiadora, uma vez que os efluentes contém uma grande quantidade de DNA bacteriano, humano, outros genomas virais. Por outro lado, o rastreamento do RNA viral, ao longo do tempo, aumenta a capacidade de obter resultados confiáveis e se torna uma oportunidade de monitorar a circulação de diversas linhagens de SARS-CoV-2. Em pesquisa realizada em três estações de tratamento de águas residuais, na Suécia, a análise de sequenciamento de mais de 48 amostras, coletadas entre julho e dezembro de 2020, permitiu a identificação de várias mutações do vírus. Os autores apontam a importância Liberation Sans da análise genômica SARS-CoV-2 em águas residuais como um campo de apoio à epidemiologia, fornecendo dados confiáveis, através de procedimentos baratos, imparciais a nível de comunidade e não invasivos.

A pandemia de COVID-19 apresenta um risco maior de transmissão em ambientes de grupo, incluindo presídios, instituições de longa permanência, como asilos, escolas, campi universitários residenciais, nesse sentido, a vigilância de águas residuais pode fornecer uma alternativa econômica a outras abordagens mais caras, como testes combinados e aleatórios de grupo.

Gibas et. al. (2021) implementaram um programa piloto de vigilância de águas residuais na Universidade da Carolina do Norte, em Charlotte, que recebe uma população substancial de alunos moradores dos dormitórios do campus. A vigilância foi conduzida no interior do prédio e foram estabelecidas coletas periódicas três dias por semana e, em vários casos, permitiu a identificação de casos assintomáticos de Covid-19 os quais não foram detectados por outros componentes do programa de monitoramento do campus – que incluiu testes programados em alunos atletas,

rastreamento de contato interno, teste sintomático. A vigilância de águas residuais foi capaz de detectar indivíduos assintomáticos em dormitórios com população total residente entre 150 e 200 pessoas. Os pesquisadores acreditam que a estratégia possa ser aplicada à mitigação, no caso de futuras epidemias, em universidades ou outros ambientes de vida em grupo, mas também chamam atenção para a importância de avaliar o contexto em que os sinais de patógenos positivos serão mensurados, e como essas informações serão combinadas com outros indicadores, afim de fornecer uma ferramenta eficaz de monitoramento e tomada de decisão.

Barich e Slonczewski (2021) conduziram estudo similar de medição do RNA SARS-CoV-2 em uma linha de esgoto na Kenyon College, faculdade residencial localizada no centro de Ohio, na Vila de Gambier, que recebe, em um ano normal, cerca de 1600 alunos residentes, e 650 residentes na Vila Gambier (não estudantes). Os sistemas de efluentes da faculdade e da vila são servidos por uma estação de tratamento de efluentes comum. Em primeira instância, foram realizados testes clínicos nasofaríngicos padrão RT-PCR, ao longo do semestre (entre agosto e novembro), totalizando 7600 testes realizados, em 916 alunos residentes, e revelando 8 casos confirmados. Simultaneamente, águas residuais foram amostradas duas vezes por semana, às segundas e quintas, às 09:00, usando um amostrador automático YSI PM-12 e foram submetidas à análise laboratorial. Os pesquisadores concluíram que a vigilância sanitária mostrou-se uma ferramenta útil, uma vez que os níveis de RNA viral de águas residuais permitiram que a faculdade direcionasse os testes clínicos, aumentando sua prioridade e frequência quando os indicadores sanitários se mostravam altos, e diminuindo a prioridade do teste quando a quantidade de RNA viral presente no efluente diminuía, o que permitiu um melhor aproveitamento de recursos.

A importância de meios de detecção do vírus em estações de tratamento de efluentes permite analisar áreas mais propensas à infecção e, a partir dos resultados, planejar medidas de contingência da propagação do vírus. Além da possibilidade da obtenção de um valor aproximado de infectados, em países aonde há subnotificações de casos, pela impossibilidade de testagem em massa.

Prado et al. (2021) aplicaram epidemiologia baseada em águas residuais como uma abordagem complementar para o rastreamento espacial de casos de COVID-19, no município de Niterói, região metropolitana do Rio de Janeiro. Foram realizadas 12 amostras de esgoto bruto semanais de duas estações de tratamento de águas residuais, além de 17 amostras alternadas de tubulações de esgoto de bairros vizinho Liberation Sanss e comunidades, ao longo de 20 semanas. Ao todo, 223 amostras foram concentradas Os vírus emergentes são um grande problema de saúde pública. A maioria dos patógenos zoonóticos se origina na vida selvagem, incluindovírus da imunodeficiência humana (HIV), influenza, Ebola e coronavírus. Síndrome respiratória aguda grave (SARS) é uma doença respiratória viral causada por um coronavírus denominado coronavírus

associado a SARS (SARS-CoV). Vi-ruses são partículas coloidais carregadas que têm a capacidade de se adsorver em superfícies dependendo do pHe o RNA SARS-CoV-2 foi isolado e quantificado no período de 5 de abril a 25 de agosto de 2020, de modo a ser detectado em 84,3% das amostras, com uma taxa positiva variando de 42% na primeira semana de monitoramento a 100% durante o pico da epidemia. As taxas positivas foram maiores nas estações de tratamento de águas residuais quando comparadas às redes de esgoto das adjacências, e o monitoramento se tornou uma ferramenta útil de monitoramento de tendências da evolução da curva de transmissão de COVID-19. Os pesquisadores geraram ainda, utilizando geoprocessamento, mapas baseados em dados de prevalência de SARS-CoV-2, que foram atualizados semanalmente e disponibilizados online para a população em geral, como um indicador da evolução epidêmica na cidade de Niterói.

Para Prado et al (2020) a ideia de monitorar não só as estações de tratamento de águas residuais foi sustentada pela necessidade de novos indicadores que orientassem a alocação de recursos e investimentos para o controle da disseminação da doença, promovendo intervenções nas áreas mais afetadas. Para exemplificar esse plano de ação, os estudiosos apontam a Comunidade Boa Esperança, que abrigada 610 famílias, cerca de 2000 pessoas. Até 22 de abril de 2020, nenhum caso de COVID-19 havia sido reportado pela comunidade, entretanto a vigilância detectou o RNA viral na linha de esgotos, e, a partir desse dado, a vigilância ativa foi utilizada para rastrear indivíduos assintomáticos por meio de testes e implementar medidas para controlar a propagação da doença. A partir desse cenário, foram realizados serviços de assistência suplementar, como orientação sobre o tratamento e até o pagamento de hospedagem em hotel para membros de famílias que não dispunham de espaços físicos em suas residências para promover o isolamento social.

O caso de Niterói demonstra o sucesso da estratégia da vigilância ambiental no direcionamento de recursos e no controle de propagação da pandemia, sobretudo em comunidades periféricas, gentrificadas, e, muitas vezes, negligenciadas pelo Estado.

Ainda faltam estudos, no Brasil, contudo, sobre eficácia de remoção do vírus nesses sistemas de efluentes, no intuito de mitigar uma possível nova rota de transmissão. Kumar et. al. (2020) demonstram que o tratamento convencional de uma ETE é capaz de remover material genético do SARS-CoV-2, mas pode não haver eliminação completa, sobretudo em locais aonde os sistemas de tratamento de efluentes e a redes de recepção dos mesmos não cobrem grande parcela da população, o caso de Alagoas, por exemplo.

4. FATORES QUE INFLUENCIAM NA SOBREVIVÊNCIA DO VÍRUS EM CORRENTES DE EFLUENTES.

Oliveiros et. al. (2020) propuseram um modelo matemático linear para a taxa de propagação do COVID-19, usando como critério o tempo de duplicação do número de casos confirmados como variável dependente e outras quatro variáveis meteorológicas independentes: temperatura, umidade, precipitação e velocidade do vento. Consideraram, para o modelo, apenas os casos reportados na China, como uma forma de controlar as variáveis: aspectos culturais e políticas de contenção. O número de casos confirmados e as variáveis meteorológicas foram contabilizados entre 23 de janeiro de 2020 e 1 de março do mesmo ano, totalizando um período de observação de 39 dias, para as 31 províncias da China Continental. Os resultados do modelo indicam que o tempo de duplicação do vírus se correlacionava inversamente com a temperatura e a umidade, sugerindo uma diminuição na taxa de progressão do COVID-19 com a chegada da primavera e do verão no hemisfério norte. O modelo sugere, ainda, que um aumento de 20ºC pode atrasar o tempo de duplicação do vírus em 1,8 dias. Os pesquisadores ressaltam, entretanto, que essas variáveis são capazes de explicar apenas 18% da variação no tempo de duplicação da doença, os outros 82% podem estar relacionados a medidas de contenção, políticas gerais de saúde, densidade populacional, aspectos culturais, dentre outros fatores não considerados no modelo matemático.

Bogler et. al. (2020) também apontam a temperatura como uma variável importante para a sobrevivência dos virions em geral, e SARS-CoV's em particular. Enfatizando que baixas temperaturas estão relacionadas a um maior tempo de infecciosidade de SARS-CoV's em águas residuais, apontam um tempo de infecciosidade de 14 dias em efluentes a 4ºC e cerca de dois dias a 25ºC. Os pesquisadores revelam ainda que ,em temperaturas acima de 56ºC, o SARS-CoV-1 e o SARS-CoV-2 são inativados com segurança após um período de 90 minutos para o SARS-CoV-1 e 30 minutos para o SARS-CoV-2.

Chin et al. (2020) apontam que o o SARS-CoV-2 é extremamente estável numa ampla faixa de pH, a temperatura ambiente. O pH das fezes, portanto, não tem impacto considerável na inativação viral, não mostrando redução substancial no título infeccioso mesmo submetido por períodos de 60 minutos em faixa de pH variando de 3-10, o que era inesperado, uma vez que contrasta com o fato de que a sobrevivência do SARS-CoV-1 mostrou ser consideravelmente impactada pelo pH, variando de três horas nas fezes ligeiramente ácidas de um recém-nascido a quatro dias nas fezes diarreicas de um adulto com um pH de até 9.

Hart e Halden (2020) empregaram modelagem e análise computacional para examinar a viabilidade econômica, oportunidades e desafios do emprego da epidemiologia baseada em águas residuais como ferramenta para enumerar infecções ativas por coronavírus, local e globalmente. Os

pesquisadores observam e alertam que, para esse tipo de modelo, a variação de temperatura em Liberation Sanságuas residuais é uma variável que exige uma atenção especial. O início do clima quente (abril de 2020) e o aumento da temperatura de efluentes no hemisfério norte podem resultar, por exemplo, em subestimativas da prevalência do COVID-19 nas comunidades. O impacto de desconsiderar a temperatural da água residual no cálculo retroativo das métricas de saúde aumenta durante o verão. Os pesquisadores observaram que para um conjunto de dados específicos, a observação contínua das mesmas contagens virais em maio, junho, julho e agosto, se comparadas a dados de janeiro, fevereiro e início de março, sugeriam uma carga estável de casos. No entanto, ao empregar o modelo, para os menos dados, levando em conta a temperatura do efluente, as previsões do modelo mostraram que o número de indivíduos pode ter triplicado durante esse período, o que se deve ao tempo de residência do vírus no esgoto. Os autores consideram que, se realizada em duas etapas, a vigilância pode ser uma alternativa bastante eficaz, uma vez que serve para predizer e enumerar casos infectados, mostrando pontos de acesso onde deve ser realizado o teste clínico, servindo para identificar indivíduos contaminados. A abordagem pode ser aplicável em todo mundo e potencialmente ajudar no gerenciamento mais preciso da pandemia, com menos dispêndio de recursos.

Goswami et al. (2020) realizaram uma investigação de ocorrência de COVID-19, para verificar a influência de diferentes fatores meteorológicos na incidência e persistência do vírus em águas residuais. Os estados de Maharashtra, Gujarat, Tamil Nadu, Delhi, Rajasthan, Madhya Pradesh, Uttar Prades16,1h, Andhra Pradesh, West Bengal, Punjab e Telengana, na Índia, foram monitorados por meio de dados fornecidos pelo Ministério da Saúde e Bem-Estar da Família da Índia, entre 1º de abril de 2020 e 10 de maio do mesmo ano. Além disso, dados meteorológicos de temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média diária e umidade relativa diária de cada estado e território foram coletados da plataforma https: //en.tutiempo.net/that que fornece uma quantidade generosa de dados meteorológicos mundiais. Foram utilizados diferentes métodos de análises estatística para verificar a influência de diferentes fatores meteorológicos sobre a prevalência de COVID-19. Os dados indicaram que existe uma influência da interação da temperatura média e umidade relativa média na incidência do vírus, e são compatíveis com resultados obtidos por Qi et al. (2020) na província de Hubei, na China. A melhora da temperatura média diminui a influência da umidade relativa média na incidência do vírus. Os pesquisadores alertam que os resultados mostraram algumas inconsistências entre os vários estados, sendo necessários mais estudos que incluam também outras variáveis meteorológicas.

Ye et al. (2016) já alertavam que, no contexto do tratamento de águas residuais, a matéria orgânica pode adsorver não especificamente ao envelope dos virions SARS-CoV, protegendo-os de

danos oxidativos, cloração, radiação ultravioleta e predação por protozoários ou metazoários e que surtos locais ou pandemias globais de vírus envelopados excretados nas fezes exigem um olhar apurado para os serviços de águas residuais. Nesse sentido, existe a possibilidade de que vírus envelopados excretados pelas fezes humanos ou urina possam sobreviver em ambientes aquosos por um período longo de tempo,

Analisar os cenários e as variáveis que circundam a persistência do vírus em águas residuais é de extrema relevância, sobretudo em locais nos quais há um grande percentual de efluente não tratado.

5. À SOMBRA DO COVID-19: FATORES QUE INTERFEREM NA EFICIÊNCIA DE OPERAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.

5.1. Desinfetantes

A pandemia causada pela síndrome respiratória aguda grave de SARS-CoV-2, gerou um esforço massivo, em resposta à rápida propagação do vírus e sua taxa de letalidade, para conter a patogenicidade. Em resposta, uma grande quantidade de desinfetantes e antibióticos têm sido utilizada na saúde pública.

Çeleb et al. (2021) reforçam que a pandemia de COVID-19 levou, dentre outras medidas, ao uso de vários tipos de desinfetantes, no intuito de reduzir a propagação do vírus em residências e espaços públicos, nestes, inclusive, uma quantidade maior que a necessária de compostos químicos tem sido usada para contingenciar a epidemia, em todo mundo. Essa prática, contudo, pode afetar adversamente a diversidade biológica, a saúde humana e os recursos hídricos.

Segundo Chen et. al. (2021), a concentração de desinfetantes e antibióticos têm aumentado rapidamente em vários ambientes, incluindo águas superficiais, solos, sedimentos e águas residuais. Os pesquisadores analisaram as potencialidades de impactos negativos ambientais causados por desinfetantes, resumindo sua utilização, ocorrência ambiental, distribuição e toxicidade. As evidências apontam que as altas concentrações e altas doses de desinfetantes promovem a evolução em direção à resistência antimicrobiana por meio da transformação de genes. Os pesquisadores sugerem ainda a elaboração de estudos que abracem técnicas ecológicas de remoção de desinfetantes por fotodegradação, biodegradação e adsorção, para mitigar impactos, uma vez que estações de tratamento de efluentes comuns não só não estão preparadas para receber essa carga, como muitos desses compostos podem comprometer algumas das operações unitárias e afetar significativamente a eficiência do processo de tratamento.

O uso de produtos químicos na remoção de microrganismos patogênicos tem sido uma prática comum, é um método que envolve o uso de um agente químico para eliminar microorganismos patogênicos reconhecidos em superfícies inanimadas. Com a pandemia de COVID-19, em muitas partes do mundo, altas concentrações de soluções desinfetantes têm sido utilizadas por pulverização em áreas públicas urbanas, no intuito de controlar a propagação do vírus. Dentre os compostos utilizados com maior frequência, tanto em espaços públicos, como no ambiente doméstico, é possível citar álcool, cloro, formaldeído, gluraldeído, peróxido de hidrogênio, iodóforos, ácido peracético, compostos fenólicos e compostos de amônio quaternário (KUMAR, 2020b)

Desinfetantes químicos são biocidas, o que significa dizer que sua função é matar e destruir organismos de grupos menores para grupos superiores. Paul et. al. (2021) enfatizam que a pressão seletiva aplicada sobre microrganismos pode resultar na alteração de seu fenótipo e na formação de cepas resistentes a esses biocidas, pelo estresse induzido em concentrações menores que a dose letal , o que pode desencadear mutações em algumas células. Ainda é imprevisível o quão, de fato, mudanças radicais nos genomas de patógenos e no microbioma terrestre e aquático foram provocadas devido a exposição repetida de algumas localidades a biocidas específicos. Os autores concluem que a construção de um banco de dados acerca da produção industrial de biocidas durante a pandemia de COVID-19, do padrão e aumento de consumo e seus diversos usos é uma ferramenta importante para analisar os impactos a longo prazo.

Em entrevista à Bloomberg News (2020), o CEO Laxman Narasimhan, da Lysol, marca americana de produtos de limpeza e desinfecção, distribuída pela empresa Reckitt Bencksier, afirma que a produção da multinacional, apLiberation Sansenas em maio de 2020, ultrapassou todo o ano de 2019 e as vendas de lenços desinfetantes nos EUA foram 146% maiores do que em mesmo período do ano anterior. O que leva à antecipação de que empresas que produzem produtos de limpeza têm mudado o comportamento do consumidor e aumentando sua demanda durante a pandemia de COVID-19. Há ainda de se observar que os impactos imprevistos podem persistir ou aumentar se os comportamentos humanos (lavar as mãos, desinfecção de superfícies) e os padrão de compra de produtos permanecerem alterados a longo prazo, pós pandemia. Com todos os compostos biologicamente ativos, há tanto toxicidade aguda potencial, quanto problemas de exposição crônica a baixas doses. Em caso de doses em alta concentração, a curto prazo, como a limpeza de hospitais e edifícios, esse excesso de compostos de amônio quaternário, quando despejado em estações de tratamento de águas residuais, pode impactar negativamente operações importantes no sistema de tratamento, como o funcionamento de digestores anaeróbios, além disso, tais compostos são surfactantes, formam espuma exacerbada nos sistemas de tratamento, resultando em uma diminuição temporária de sua eficiência.

Nabi et al. (2020) atentam que as consequências ambientais da aplicação massiva de desinfetantes no ambiente urbano ainda são imensuráveis, e as pesquisas sobre a toxicidade e ameaça potencial à biodiversidade ainda são limitadas, o que leva à necessidade de adotar medidas de mitigação do uso indiscriminado de desinfetantes em áreas abertas, como a adoção da suspensão de atividades humanas nesses locais, aliada ao desenvolvimento de desinfetantes de baixo risco.

Hora et. al. (2020) alertam para o aumento da quantidade de compostos de amônio quaternário, presentes em uma série de desinfetantes usados na inativação do vírus SARS-CoV-2 em superfícies. Os pesquisadores, através de revisão bibliográfica, avaliam a presença desses

compostos em águas residuais, águas superficiais e sedimentos, e seu efeito sobre a resistência aos antibióticos. Além disso, destacam a importância de avaliar os impactos ambientais causados, incluindo a interrupção das operações de unidade de tratamento de águas residuais, proliferação de resistência a antibióticos, formação de subprodutos de desinfecção de nitrosamina e impactos na biota em águas superficiais.

Usman et. al. (2020) alertam para o aumento exponencial do uso de antimicrobianos, como o de produtos antibacterianos biocidas, embora sabonetes comum sejam eficazes na inativação de vírus envelopado, como o SARS-CoV-2. As atuais técnicas de tratamento de águas residuais são incapazes de oferecer a eliminação completa desses compostos que, então, podem se acumular em diferentes compartimentos ambientais, interrompendo o funcionamento de micróbios nativos importantes na ciclagem biogeoquímica de elementos e na remediação ambiental.

5.2. Fármacos

Segundo o Centro de Controle e Prevenção de Doenças da China, CDC (2020), a maioria das pessoas com COVID-19, cerca de 84%, desenvolve uma doença leve ou sem complicações. Entretanto, cerva de 14% dos infectados desenvolvem doença grave que requer hospitalização e suporte de oxigênio, com cerca de 5% desses pacientes necessitando de admissão em UTI, para pacientes internados em UTI, a doença pode ser agravada por síndrome da doença respiratória aguda (SDRA), sepse, choque séptico e falência múltipla dos órgãos.

A OMS (2020) publicou diretrizes detalhadas para o manejo clínico de pacientes com COVID-19. Em geral, os pacientes que apresentam sintomas leves não requerem intervenções hospitalares, o tratamento é de suporte, incluindo antipiréticos para controlar possíveis febres. O manejo de casos graves de COVID-19 inclui oxigenoterapia e monitoramento imediatos, podendo ser necessário a prevenção de complicações e infecções secundárias, de forma proativa, além do tratamento de doenças subjacentes e o fornecimento de suporte funcional do órgão afetado. Ainda não há evidências suficientes para a recomendação de um tratamento específico para COVID-19, embora uma variedade de agentes antivirais e corticosteroides tenham sido amplamente utilizadas.

Ainda são escassas as informações sobre os tratamentos antimicrobianos administrados a pacientes com infecção por SARS-CoV-2, muito embora os antimicrobianos usados tenham sido relatados em alguns estudos, ainda não há considerações suficientes para afirmar seu uso de forma indiscriminada e inapropriada, especialmente quando combinados com antibióticos de amplo espectro.

Chen et. al. (2020) estudaram todos os casos confirmados de COVID-19 no Wuhan Jinyintan Hospital entre os dias 1 e 10 de janeiro de 2020, os casos haviam sido confirmados por RT-PCR em tempo real e analisados quanto à epidemiologia, demografia, clínica, característica radiológicas e dados laboratoriais. Os estudiosos relataram que 15% dos pacientes com COVID-19 receberam tratamento antifúngico e 71% receberam tratamento antibiótico, destes, 25% foram tratados com um único antibiótico e 45% com terapia combinada. Dentre os antibióticos utilizados, foram citados cefalosporinas, quinolonas, carbapenêmicos, tigeciclina e linezolida. O estudo ainda demostra uma preocupação com os efluentes do hospital, que experimentou um aumento significativo da presença de fármacos à base de cloroquina, o que leva à inibição do funcionamento de reatores anaeróbios, culminando na redução da remoção de matéria orgânica, o que mostra a suscetibilidade dos sistemas de tratamento que possam receber maior carga de fármacos utilizados no combate ao coronavírus, como no caso dos efluentes hospitalares.

Wang et al. (2020) explicaram que muitos pacientes doentes receberam terapia antibacteriana, como moxifloxacina (64%), ceftriaxona (25%) e azitromicina (18%).

Em revisão sobre as implicações do aumento do uso de antibióticos na atual pandemia de COVID-19, Mirando et. al. (2020) alertam que o uso prolongado, excessivo e inadequado de antimicrobianos contribuem para o desenvolvimento de resistência antimicrobiana. Na pandemia de COVID-19, é importante alertar sobre as quantidades não relatadas de antibióticos e antifúngicos que estão sendo admministrados em todo o mundo. Deve-se observar que a azitromicina na classe dos macrolídeos e cetolídeos), bem como a vancomicina, carbapenêmicos, tigeciclina, ceftriaxona e linezolida foram todos classificados como antimicrobianos criticamente importantes para a medicina humana, entretanto, seu uso indiscriminado atual pode ser responsável por um grande número de mortes futuras. Atentam ainda para a escassez de dados documentados, ou subnotificados, da quantidade de antibióticos ministrados, na intenção de tratar ou prevenir complicações e infecções secundárias em pacientes com COVID-19, os pesquisadores alertam que o uso excessivo desses medicamentos podem acelerar o advento de uma próxima crise global de saúde pública causada pela resistência de uma grande variedade de microorganismos a um espectro de fármacos, além das possíveis implicações, ainda inimagináveis, para humanos, saúde animal e meio ambiente.

Slater et al. (2010) estudaram a perda de remoção de nutrientes e a adaptação de bactérias para a degradação de carboxilato de oseltamivir (Tamiflu), medicamento utilizado em larga escala durante a pandemia de Influenza, em efluentes. As informações advindas desse estudo podem ser muito valiosas, na ausência de estudos voltados para os fármacos utilizados durante a pandemia do

COVID-19. Ao estudar, em escala laboratorial, os tratamentos biológicos de efluentes, com adição de quantidades variadas de carboxilato de oseltamavir, em um reator batelada, os pesquisadores concluíram não haver pressão seletiva suficiente para o enriquecimento de degradantes de carboxilato de oseltamavir. Além disso, perceberam a evidência da ecotoxicidade em efluentes devido à altas concentrações de produtos farmacêuticos bioativos, como antivirais e antibióticos. O estudo já apontava para a realidade de riscos químicos durante a operação de estações de tratamento de efluentes e para a necessidade de otimização das plantas de tratamento, no sentido de enfrentar as ameaças ao seu desempenho e também no sentido de compreender a dimensão da liberação de produtos farmacêuticos não metabolizados no ambiente.

Os estudos do impacto da utilização de antimicrobianos e antibióticos na eficiência dos sistemas de tratamento biológicos de estações de tratamento de efluentes durante a pandemia de COVID-19 ainda são bastante insipientes, pode-se inferir, com base em epidemias passadas, que o uso indiscriminado de medicamentos comprometem a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes, no entanto, ainda não se tem a dimensão, de fato, do impacto que o uso de fármacos em excesso pode causar ao ambiente, essa é uma compreensão que necessita de um campo maior de pesquisas.

6. TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO PARA A INATIVAÇÃO DO CORONAVÍRUS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: UMA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE REMOÇÃO.

O tratamento de efluentes é projetado para eliminar, ou mitigar, sólidos suspensos, matéria orgânica dissolvida, nutrientes, metais pesados, patógenos fecais. Seu grau de tratamento é frequentemente indicado pelos pelos padrões prescritos por agências regulamentadoras, em função do destino final do efluente. Até o momento da escrita dessa monografia, no entanto, nenhuma medida adicional específica para a eliminação de COVID-19 em efluentes foram recomendadas, nem pela Organização Mundial da Saúde (OMS), nem pelo Conselho Regional do Meio Ambiente (CONAMA) – órgão regulamentador das condições e padrões de referência para os efluentes no Brasil.

Wang et. al. (2020) mostraram preocupação com o aumento significativo do lançamento de águas residuais hospitalares, especialmente sem tratamento adequado, durante a pandemia de Covid-19, apontando para a importância e urgência de uma estratégia nacional de desinfecção para águas residuais durante a pandemia COVID-19.

Zhang et al. (2020) realizaram um estudo no Wuchang Cabin Hospital, um hospital temporário designado ao tratamento de pacientes de COVID-19, localizado no Estágio Wuchang, em Wuhan, China. Entre 5 de fevereiro de 2020 e 10 de março do mesmo ano – período no qual o hospital esteve em funcionamento – foram recebidos um total de 1124 pacientes contaminados. O hospital dispunha de oito banheiros separados, sendo as águas residuais de esgoto e chuveiros interligadas a uma mesma tubulação e direcionada a fossas sépticas que, por sua vez, eram desinfectadas com 800g/m³ de hipoclorito de sódio (obedecendo a diretriz atual de desinfecção da Organização Mundial da Saúde). As fossas sépticas, que recebiam em média 200 m³ de efluentes diários, eram esvaziadas diariamente, pós desinfecção e os efluentes, por sua vez, descarregados na rede de dutos e estações de tratamento de águas residuais. Os pesquisadores relataram, pela primeira vez, a presença inesperada de RNA viral SARS-CoV-2 em fossas sépticas após desinfecção com 800 g/m^3 de hipoclorito de sódio, chegando a conclusão de que a diretriz de desinfecção atual, proposta pela OMS pode não garantir uma remoção completa do SARS-CoV-2 em águas residuais hospitalares.

Kocamemi et. al. (2020) quantificaram o RNA do SARS-CoV-2 em amostras de lodo ativado retiradas de Estações de Tratamento de Águas Residuárias em Istambul, todas as amostras coletadas testaram positivo para a presença de SARS-CoV-2, foram detectados traços variando entre $1{,}17 \times 10^{-4}$ e $4{,}02 \times 10^{-4}$ unidades por litro de lodo ativado.

As estações de tratamento de águas residuais (ETARs) funcionam como as principais barreirqas para interromper a transmissão do vírus por rotas alternativas. Normalmente, o tratamento convencional de uma ETAR inclui tratamento primário, que consiste na remoção de sólidos em suspensão através de operações unitárias de triagem, equalização (opcional), coagulação, sedimentação; tratamento secundário cuja função é a remoção de matéria orgânica através de tratamentos biológicos para acelerar a biodegradação, são utilizados diferentes tipos de biorreatores para essa finalidade, operados com microambientes aeróbicos, anóxicos ou anaeróbicos; por fim, o tratamento terciário, que visa remover poluentes específicos, não removidos pelos métodos biológicos, as operações unitárias envolvidas variam de acordo com o tipo de poluente que se deseja retirar, incluem adsorção por carvão ativado, desinfecção (por irradiação UV, cloração, ozonização, dentre outros), além de lagoas de estabilização e digestão aneróbia, o tratamento terciário desempenham um papel fundamental na remoção de vírus (ZHANG et. al., 2016).

Até o momento, poucas pesquisas foram realizadas no intuito de acurar a eficácia do tratamento primário, envolvendo processos físicos, na remoção de SARS-CoV-2 em efluentes. Balboa et. al. (2020) analisaram amostras de uma estação de tratamento de efluentes na região noroeste da Espanha, as amostras foram coletadas em várias etapas do tratamento, no período compreendido entre 6 e 21 de abril de 2020 e levadas para análise de detecção e quantificação de SARS-CoV-2 na Universidade de Santiago de Compostela. O estudo mostra a ocorrência do RNA viram em 25% das amostras de efluentes usando um decantador primário, o que indica que a sedimentação gravitacional parece ser insuficiente para a remoção completa do vírus em águas residuais durante o tratamento primário. Os autores apostam na hipótese de que a afinidade de partículas virais por biossólido fazem com que o material genético do SARS-CoV-2 seja desviado para a linha de lodo, mas admitem que o número de amostras estudados foi limitado e que a replicação do estudo em estações de tratamento com características diferentes seria bastante relevante para se chegar a uma conclusão mais apurada. Apesar de, no tratamento primário, a prevalência do RNA viral seja significativamente alta, em comparação com os afluentes, essa é uma indicação importante não só para se pensar em estratégias de melhorar a eficiência de remoção do vírus, como também é um indicador de onde as amostras devem ser retiradas, nos casos em que haja a intenção de se realizar a vigilância ambiental, uma vez que é no decantador primário que há um maior tempo de retenção do SARS-CoV-2.

Uma das operações unitárias utilizadas no tratamento secundário é o processo de lodo ativado, a adsorção de vírus na biomassa orgânica e a remoção por sedimentação num sedimentador

secundário foi considerada o principal mecanismos pra a remoção de vírus no lodo ativado. Os vírus envelopados, como no caso do SARS-CoV-2, são mais propensos a se aderir à biomassa orgânica, e serem removidos, que os vírus sem envelope (GUNDY, 2009).

Até Maio de 2020, ainda não haviam publicações de estudos relatando a presença de SARS-CoV-2 em amostras de lodo primário e lodo ativado, Kocamemi et. al. (2020) foram os primeiros a relatar a presença do vírus em amostras de lodo ativado, em estações de tratamento de águas residuais de Istambul. Apesar do número reduzido de amostras, os pesquisadores atentam que o conhecimento sobre a existência de SARS-CoV-2 no lodo ativado pode ser útil para rever estratégias de manuseio do lodo durante seus processos de desidratação, estabilização e disposição, além de alertar para estratégias de desinfecção.

A remoção de SARS-CoV-2 durante o tratamento biológico de águas residuais no estágio secundário das ETE's, analogamente a outros vírus, é provavelmente regido por vários parâmetros operacionais como o tempo de retenção hidráulica, tempo de retenção biológica de sólidos e parâmetros ambientais, como temperatura e pH.

Verbyla e Miihelcic (2015) fizeram uma revisão bibliográfica bastante abrangente acerca da remoção de vírus em plantas de tratamento de efluentes, revelando uma correlação do tempo de retenção hidráulica nos sistemas de tratamento de águas residuais, em sedimentadores secundários, fraca, às vezes moderada. Bivins et. al. (2020), no entanto, analisando a persistência de SARS-CoV-2 em águas e efluentes na região norte de Indiana, nos EUA, demostraram cerca de 90% de remoção de SARS-CoV-2 em um tempo de retenção de 36h, em águas residuais. O resultado sugere que um maior tempo de retenção do que o usual, para processos de tratamento biológico de águas residuais, favorece a remoção do vírus nas ETAR's. O que pode levar a inferência de que o aumento do tempo de retenção nas ETAR's pode ser eficaz para a inativação de SARS-CoV-2 em águas residuais, espera-se ainda que esse efeito seja potencializado em temperaturas mais altas.

Como precaução adicional, as ETAR's podem considerar a adição de uma etapa final de desinfecção (tratamento terciário) para mitigar ainda mais o risco apresentado por patógenos virais, como o SARS-CoV-2, antes da destinação do lodo final. Dentre os métodos utilizados atualmente para a inativação de vírus em águas residuais pode-se citar a radiação ionizante por raios gama e por ultravioleta , luz, calor, oxidação fotodinâmica (métodos puramente físicos), além de métodos puramente químicos como adição de cloro, dióxido de cloro, ozônio, iodo, bromo e cloreto de bromo.

Na maioria dos países, as diretrizes emitidas para as agências de gestão de águas residuais são a da continuação da desinfecção de acordo com as práticas já prevalecentes. Nos EUA, a

Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA), em fevereiro de 2020, dispôs que os métodos de desinfecção existentes (oxidação com ácido hipocloroso ou peracético e irradiação ultravioleta devem ter sucesso na inativação do coronavírus (OSHA, 2020).

Na China, foi instituído um plano de tratamento de emergência para águas residuais hospitalares durante a pandemia de COVID-19, instruindo a desinfecção rigorosa de esgotos hospitalares através de cloração, com o nível de cloro residual mantido acima de 6,5 ppm (maior que 6,5 ppm para um tempo de contato maior que 90 minutos e maior que 10 ppm para um tempo de contato menor que 90 minutos). O aumento do nível de cloro residual resultou em sua detecção nas fontes de água potável, sendo relatado pleo Ministério da Ecologia e Meio Ambiente da China, no entanto, em condições ainda inferiores às exigidas pelas normas de potabilidade, que é de 0,3mg/ L. (www.chinacdc.cn, 2020).

Collivignarelli et. al. (2020) revisaram as pesquisas sobre a inativação de SARS-CoV e HCoV-229E em águas residuais empregando técnicas de desinfecção para compreender a resposta do SARS-CoV-2 ao tratamento. O estudo inferiu que a inativação do SARS-CoV-2 foi alcançada em 30 min em concentração de cloro residual superior a 0,5 mg/L ou em concentração de ClO_2 superior a 2,19 mg/L. O que é corroborado por estudo realizado por Chin et. al. (2020), mostrando uma inativação completa de SARS-CoV-2 usando água sanitária diluída na proporção 1:99 após 5 min de contato.

Estudos como os realizados por Kumar et. al. (2020) e Wurtzer et. al. (2020) relataram a presença de RNA SARS-CoV-2 no efluente de sistemas centralizados de tratamento de efluentes e em corpos d’água superficiais que receberam efluente tratado, o que indica um risco para a saúde pública. O risco de contaminação por meio de contato direto ou aerossolização do efluente tratado após descarte não pode ser negligenciado sem uma avaliação mais apurada da extensão da infectividade viral.

A dosagem mais alta de desinfetantes tem sido estabelecida como uma ferramenta eficaz para eliminar os vírus em águas residuais hospitalares, são ainda necessárias mais pesquisas aprofundando as técnicas de tratamento comumente empregas nas ETAR’s com a avaliação do efeito paramétrico para a completa inativação do SARS-CoV-2. No Brasil, até a escrita desse trabalho, não houve nenhum direcionamento específico do CONAMA para tratamento de águas e águas residuais com foco na remoção de coronavírus.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos sobre a transmissão fecal-oral do SARS-CoV-2 entre pessoas ainda são inconclusivos, mas há evidências de que essa segunda rota de transmissão seja possível e que, inclusive, esse seja um risco maior que o inicialmente assumido, no início da pandemia.

Várias evidências da presença de RNA SARS-CoV-2 em águas residuais foram destacadas nesse trabalho, ao redor do mundo e sob diferentes condições ambientais de prevalência do vírus, sendo assim, o número de indivíduos infectados, que se liga diretamente ao aumento do volume de efluentes lançados, aliados a alta infectividade do SARS-CoV-2, representam um grande desafio para o tratqamento de águas residuais.

Nesse trabalho também foram destacados estudos sobre a abundância do SARS-CoV-2 em águas residuais brutas, águas residuais trataadas e nos ambientes repectores, entretanto, ainda há uma evidente insuficiência de pesquisas que gerem um panorama mais amplo no sentido de gerar uma avaliação quantitativa de risco, a níveis mais abrangentes que o de pequenas populações.

Estudos sobre a eficiência de remoção do vírus por meio de tratamentos convencionais de águas residuais também foram levantados, a maioria deles garante que tratamentos como a cloração e ozonização são suficientes na remoção, no entanto também há escassez de informações que possibilitem uma afirmação, de fato, conclusiva, mesmo porque variáveis ambientais influenciam na sobrevivência do vírus, e algumas variáveis comprovadamente reduzem a eficácia dos sistemas de tratamento aeróbicos – como a presença de fármacos e desinfetantes.

Ao mesmo tempo que a epidemiologia baseada em efluentes garante uma ferramenta eficaz, de baixo custo, para a tomada de decisão e para a inferência, numa determinada população, de medidas mais efetivas para a contingência, ou mitigação, da transmissão, os formuladores de políticas públicas também devem garantir requesitos de desinfecção de acordo com o carregamento de vírus e transmissão via ETAR’s para assegurar a remoção completa de SARS-CoV-2, o que não tem acontecido em vários países.

Nesse sentido, ressalta-se a importância de se investir no desenvolvimento de ferramentas para monitoramento ambiental, afim de fornecer evidências científicas indispensáveis aos formuladores de políticas, tanto na criação de estratégias de desinfecção, quanto na utilização dessas informações para detectar e conter surtos futuros de doenças virais.

REFERÊNCIAS

BALBOA, S.; MAURICIO-IGLESIAS, M.; RODRIGUEZ, S.; MARTÍNEZ-LAMAS, L.; VASALLO, F. J.; REGUEIRO, B.; LEMA, J. M.; The fate of SARS-COV-2 in WWTPs points A review of virus removal in wastewater treatment pond systems out the sludge line as a suitable spot for monitoring, **MedRxiv**, 2020.

BARICH, D.; SLONCZEWSKI, J. L. Wastewater Virus Detection Complements Clinical COVID-19 Testing to Limit Spread of Infection at Kenyon College. **MedRxiv**.

BIVINS, A.; GREAVES, J., FISCHER, R.; YINDA, K.C.; AHMED, W., KITAJIMA, M.; MUNSTER V.; BIBBY K. Persistence of SARS-CoV-2 in water and wastewater, P. 1-6, 2020.

BOGLER, A.; PACKMAN, A.; FURMAN, A.; GROSS, A.; KUSHMARO, A.; RONEN, A. et. al. Rethinking wastewater risks and monitoring in light of the COVID-19 pandemic. Nature Sustainability. v. 3, p. 981–990, 2020.

BUCKLEY, T. Lysol Maker Sees Fastest Growth in Decade on Disinfectants. Bloomberg News, 2020. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-10-20/reckitt-benckiser-raises-sales-forecast-on-disinfectant-demand> Acesso em: 15 dez. 2020.

CHEN N, ZHOU M, Dong X et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. **Lancet**, v. 395, p. 507–13, 2020.

CHEN, Z.; GUO, J.; JIANG, Y.; SHAO, Y. High concentration and high dose of disinfectants and antibiotics used during the COVID-19 pandemic threaten human health. **Environ Sci Eur**. n 33. v. 11, 2021.

CHIN, A. W. H.; CHU, J. T. S.; PERERA, M. R. A.; HUI, K. P. Y.; YEN, H.; CHAN, M. C. W.; PEIRIS, M.; POON, L. L. M. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. The Lancet. v. 1, 2020.

COLLIVIGNARELLI, M.C.; ABBÀ, M. A.; PEDRAZZANI, R.; BERTANZA, G. SARS-CoV-2 in sewer systems and connected facilities, **Process Saf. Environ. Prot**. v.143, p. 196–203, 2020 .

ÇELEB, H.; BAHADIR, T.; SIMSEK, I.; TULUN S. Coronavirus (COVID-19): What could be the environmental effects of disinfectant use in the pandemic? **The 3rd International Electronic Conference on Environmental Research and Public Health**, 2021.

DANCHIN, A.; WAI, T.; TURINICI, G. A New Transmission Route for the Propagation of the SARS-CoV-2 Coronavirus. **Biology**. v1, n 10, 2021.

ELSAMADONY, M.; FUJI, M; MIURA, T. WATANABE, T. Possible transmission of viruses from contaminated human feces and sewage: Implications for SARS-CoV-2. **Science of the Total Environment** . v. 755, n 142575, 2021.

FEARS, A.C.; KLIMSTRA, W.B. , DUPREX, P.; HARTMAN, A., WEAVER, S.C.; PLANTE, K.C. ;MIRCHANDANI, D.; PLANTE, J.A.; AGUILAR, P.V.; FERNÁNDEZ, D.; NALCA A.; TOTURA, A.; DYER, D.; KEARNEY, B.; LACKEMEYER, M.; BOHANNON, J.K.; JOHNSON, R.; GARRY, R.F.; REED, D.S.; ROY C.J. Comparative dynamic aerosol efficiencies of three emergent coronaviruses and the unusual persistence of SARS-CoV-2 in aerosol suspensions. **MedRxiv**.

GELLER, C.; VARBANOV ,M.; DUVAL, R. E. Human Coronaviruses: Insights into Environmental Resistance and Its Influence on the Development of New Antiseptic Strategies. Viruses. **NCBI,** v. 4, n 11, p. 3044–3068, 2012.

GIBAS, C.; LAMBIRTH, K.; MITTAL, N.; JUEL, M. A. I, BHARATI, V.; BRAZELL, L. R.; et al. Implementing Building-Level SARS-CoV-2 Wastewater Surveillance on a University Campus. **MedRxiv.** preprint DOI: https://doi.org/10.1101/2020.12.31.20248843, 2020.

GOSWAMI, K.; BHARALI, S.; HAZARIKA, J. Projections for COVID-19 pandemic in India and effect of temperature and humidity. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews** v.14, p. 801-805, 2020.

GUNDY, P. M.; GERBA, C.P.; PEPPER, I. L.. Survival of coronaviruses in water and wastewater, **Food Environ. Virol**. v. 1,p. 10–14, 2009.

HART, O. E. & HALDEN, R. U. Computational analysis of SARS-CoV-2/ COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: feasibility, economy, opportunities and challenges. **Sci. Tota A review of virus removal in wastewater treatment pond systems l Environ**. v. 730, n. 138875, 2020.

HORA, P, I.; PATI, S. G.; MCNAMARA, P. J.; ARNOLD, W. A. Increased Use of Quaternary Ammonium Compounds during the SARS-CoV 2 Pandemic and Beyond: Consideration of Environmental Implications. **Environ. Sci. Technol**. Lett. v. 7, p. 622−63, 2020.

JAHN, K.; DREIFYSS, D.; TOPOLSKY, I.; KULL, A.; GANESANANDAMOORTHY, L.; et al. Detection of SARS-CoV-2 variants in Switzerland by genomic analysis of wastewater samples. **MedRxiv.** Preprint, 2021. DOI:https://doi.org/10.1101/2021.01.08.21249379.

KATAKI, S.; CHATTERJEE, S.; VAIRALE, M. G.; SHARMA, S.; DWIVEDI, S. K. Concerns and strategies for wastewater treatment during COVID-19 pandemic to stop plausible transmission. Resources, Conservation & Recycling. v.164, n. 105156, 2021.

KHAN, M.; ADIL, S. F.; HAMAD, Z. A.; TAHIR, M.N. ; SAIF, S.; KHAN, M.; KHAN, S. T. COVID-19: A Global Challenge with Old History, Epidemiology and Progress So Far. **Molecules**. V 26, n 39, 2020.

KOCAMEMI, B. A.; KURT, H.; SAIT, A.; SARAC, F.; SAATCI, A. M.; PAKDEMIRLI, B. SARS-CoV-2 Detection in Istanbul Wastewater Treatment Plant Sludges. **MedRxiv**. 2020.

KUMAR, M.; PATEL, A. K.; SHAH, A. V.; RAVAL, J.; RAJPARA, N.; JOSHI, M.; JOSHI, C, G. First proof of the capability of wastewater surveillance for COVID-19 in India through detection of genetic material of SARS-CoV-2. **Science of the Total Environment**. v. 746, n. 141326, 2020.

KUMAR, N. R.; ANUSHRUTI, A.; BUTCHI, R. A. Consequences of chemical impact of disinfectants: safe preventive measures against COVID-19. **Crit. Rev. Toxicol**. v. 50, p. 513-520, 2020.

MIRANDA, C.; SILVA, V.; CAPITA, R.; ALONSO-CALLEJA, C.; IGREJAS, G.; POETA, P. Implications of antibiotics use during the COVID-19 pandemic: present and future**. J Antimicrob Chemother**, v. 75, p. 3413–3416, 2020.

MOHAN, S. V.; HEMALATHA, M.; KOPPERI, H.; RANJITH, I.; KUMAS, A.K. SARS-CoV-2 in environmental perspective: Occurrence, persistence, surveillance, inactivation and challenges. **Chemical Engineering Journal**. v. 405, n. 126893, 2021.

NABI, G.; WANG, Y.; HAO, Y.; KHAN, S.; WU, Y.; LI, D. Massive use of disinfectants against COVID-19 poses potential risks to urban wildlife. **Environmental Research**. v.188, n. 109916, 2020.

NADDEO, V.; LIU, H. Editorial Perspectives: 2019 novel coronavirus (SARS-CoV-2): what is its fate in urban water cycle and how can the water research community respond? **Environ. Sci.: Water Res. Technol.** v. 6, p. 1213-1216, 2020.

OLIVEIROS, B.; CARAMELO, L.; FERREIRA, N. C. ; CARAMELO, F. Role of temperature and humidity in the modulation of the doubling time of COVID-19 cases **medRxiv**. v. 03, n. 0031872, 2020.

OSHA, 2020. OSHA, Standards and directives for COVID-19, **United States of America Occupational Safety and Health Administration**. Disponível em: <https://www.osha.gov/SLTC/covid-19/standards.html>. Acessado em 05 Dez. 2021.

PEERI N. C.; SHRESTHA N.; RAHMAN M. S.; ZAKI R.; TAN Z.; BIBI S.; BAGHBANZADEH M.; AGHAMOHAMMADI N.; ZHANG W.; HAQUE U. 2020. The SARS, MERS and novel Coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? **Int. J. Epidemiol**. p.1-10, 2020.

PRADO, T.; FUMIAN, T. M; MANNARINO, C. F.; RESENDE, P. C.; MOTTA, F. C. et. al. Wastewater-based epidemiology as a useful tool to trac SARS-CoV-2 and support public health policies at municipal level in Brazil. **Water Research**. v. 191, n. 116810, 2021.

QI H.; XIAO, S.; SHI, R.; WARD, M. P.; CHEN, Y.; TU, W. et al. COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: a time-series analysis. **Science of the Total Environment,** v. 728, 2020.

QU, G.; LI, X.; HU, L.; JIANG, G. An imperative need for research on the role of environmental factors in transmission of novel coronavirus (COVID-19), **Environ. Sci. Technol**. p. 3730–3732, 2020.

RANDAZZO, W.; TRUCHADO, P. CUEVAS-FERRANDO, E.; SIMÓN,P.; ALLENDE, A.; SANCHEZ, G. SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. **Water Research.** v. 181. n 115942, 2020.

RICHTEL M. Looking to Reopen, Colleges Become Labs for Coronavirus Tests and Tracking Apps. **The New York Times**. 30 Aug 2020. Disponível em :<https://www.nytimes.com/2020/08/30/us/colleges-coronavirus-research.html>. Accesso em 21 Dez. 2020.

ROLLEMBERG, S. L. S.; DE BARROS, A. N.; DE SOUZA, S. L. Avaliação da contaminação, sobrevivência e remoção do coronavírus em sistemas de tratamento de esgoto sanitário. **Rev. Tecnol**., v. 41, n. 1, p. 1-15, Fortaleza, 2020.

SLATER, F. R.; SINGER, A.C.; TURNER, S.; BARR, J.; BOND, P. L. Pandemic pharmaceutical dosing efects on wastewater treatment: no adaptation of activated sludge bacteria to degrade the antiviral drug Oseltamivir (Tamifu's) and loss of nutrient removal performance. **Microbiol Lett.** v. 315, p. 17–22, 2011.

SULABHENVIS, 2020. Disponível em: <http://www.sulabhenvis.nic.in/Database/STST_wastewater_2090.aspx> Acessado em: 3. Set. 2020

The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team. Vital surveillances: the epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) —China. **China CDC Weekly** 2020; 2: 113–22.

TULLO, A.; BETEENHAUSEN, C. Disinfectant Demand from Coronavirus Concerns Challenges Specialty Chemical Supply Chain. **Chem. Econcentratedng News.** v. 98, n. 15, 2020.

UNICEF, 2018; Diponível em <https://www.unicef.org/wash/files/UNICEF_Game_plan_to_end_open_ S. Kataki, et al. Resources, Conservation & Recycling 164 (2021) 105156 17 defecation_2018.pdf> Acesso em 22. Jul.2020.

USMAN, M.; FAROOQ, M.; HANNA, K. Environmental side effects of the injudicious use of antimicrobials in the era of COVID-19. **Science of the Total Environment**. v. 745, n. 41053, 2020

VERBYLA, M.E.; MIHELCIC, J.R, A review of virus removal in wastewater treatment pond systems, **Water Res**. v. 71, p.107–124, 2015.

WANG, D.; HU, B.; HU, C et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. **JAMA**; 323: 1061–9, 2020.

WHO. Clinical management of severe acute respiratory infection when COVID-19 is suspected. 2020. Disponível em: < https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected> Acessado em 01 Jan. 2021.

WURTZER S.; MARECHAL V.; MOUCHEL J.M.; MADAY,Y. TEYSSOU R.; RICHARD E.; ALMAYRAC J. L.; MOULIN L.; Evaluation of lockdown impact on SARS-CoV-2 dynamics through viral genome quantification in Paris wastewaters, **MedRxiv**. v. 6, p. 10–13, 2020.

www.chinacdc.cn, Technical solution for emergency treatment of medical sewage contaminated by novel coronavirus, 2020.

YE, YINYIN, ELLENBERG, R. M.; GRAHAM, K. E.; WIGGINTON, K. R. Survivability, Partitioning, and Recovery of Enveloped Viruses in Untreated Municipal. **Wastewater. Environ. Sci.** Technol. v. 50, p. 5077−5085, 2016.

ZHANG, M.; XU, P. C.; XU, L. M.; WANG, X. C. Elimination of viruses from domestic wastewater: requirements and technologies, **World J. Microbiol. Biotechnol**. v.32, n.4, p. 69-78, 2016.

ZHENG, G.; FILIPPELLI, G. M.; SALAMOVA, A. Increased Indoor Exposure to Commonly Used Disinfectants during the COVID-19 Pandemic. **Environ. Sci. Technol**. Lett. v. 7, p. 760−765, 2020.