



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA COORDENAÇÃO DE PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA – PIBIC

**Análise de Efluentes como ferramenta epidemiológica para o monitoramento
da COVID-19**

Relatório Final
Período da bolsa: de Agosto 2020 a Julho 2021

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/COPES

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. METODOLOGIA	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	7
4.1 Estações de tratamento de Esgoto e Qualidade Microbiológica de efluentes.....	7
4.2 O novo Coronavírus e a COVID-19	8
4.3 O monitoramento do novo Coronavírus em redes de esgoto como ferramenta epidemiológica.....	10
4.4 Potencial de transmissão do vírus através de águas residuais.....	14
4.5 Papel da estação de tratamento de esgoto na limitação da transmissão da COVID-19	15
5. CONCLUSÃO	17
6. PERSPECTIVAS DE FUTUROS TRABALHOS	18
7. REFERÊNCIAS	19
8. OUTRAS ATIVIDADES	24
9. JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO	24

RESUMO

A COVID-19 é uma doença causada pelo novo Coronavírus, também denominado vírus SARS-COV-2, um vírus de RNA pertencente à família coronaviridae. Vírus desse gênero são responsáveis por doenças associadas ao trato respiratório que, antigamente, acometia apenas animais, como suínos e morcegos. Devido a mutações, comuns em vírus de RNA, o SARS-COV-2 surgiu com a capacidade de infectar humanos e atualmente é o agente etiológico da COVID-19 que se espalhou por todo mundo. Esse vírus é capaz de infectar várias células nos seres humanos, incluindo o trato gastrointestinal, sendo identificado a partir de amostras de fezes de pacientes infectados. Estudos realizados em várias partes do mundo têm relatado a presença do vírus em águas residuais, principalmente em tubulações de esgoto de hospitais em atendimento a pacientes com COVID-19. Nesse sentido, análises quantitativas da presença do vírus na rede de esgotos de uma determinada cidade podem ser utilizadas para o estabelecimento de medidas para diminuir a transmissão do vírus, como as medidas de isolamento social, por exemplo. Diante disso, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento bibliográfico sobre a importância da análise de efluentes como ferramenta para o monitoramento da COVID-19, bem como do papel das estações de tratamento de esgoto na limitação da transmissão da doença.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes; Coronavírus; Esgoto; Epidemiologia; Monitoramento

1. INTRODUÇÃO

Em março de 2020, o mundo começou a sofrer uma das piores pandemias da história, causada pelo vírus SARS-COV-2 (síndrome respiratória aguda grave do Coronavírus 2), que foi inicialmente descoberto em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China (ROLLEMBERG et al., 2020; BEZERRA et al., 2020). Vírus desse gênero acometiam apenas animais, como uma doença respiratória. Entretanto, devido a mutações, passou a infectar humanos e rapidamente tomou proporção mundial, sendo classificada como pandemia de acordo com a Organização Mundial da Saúde (SILVEIRA, et al., 2020).

Doenças respiratórias acometem a sociedade desde a antiguidade, como a gripe espanhola no século XX, a SARS (síndrome respiratória aguda grave), em 2002 e a gripe suína em 2010 (ROLLEMBERG et al., 2020). Entretanto, nenhuma delas apresentou uma capacidade tão alta de contágio, se comparada a COVID-19 (BEZERRA et al., 2020). Em comparação à H1N1, a COVID-19, apesar de ter uma taxa de contágio maior, é menos letal. Porém, aliada a falta de conhecimento sobre a mesma e o número escasso de profissionais capacitados em seu tratamento, se consolidou como uma das piores pandemias, sendo responsável de maneira direta pela morte de milhões de pessoas ao redor do mundo (LANA et al., 2020).

Em comparação às outras doenças respiratórias que atingiram o *status* de epidemia ou pandemia, a COVID-19, além de acometer células do trato respiratório, também acomete o trato gastrointestinal (CRUZ et al., 2021). Dessa maneira, o SARS-COV-2 tem sido detectado em amostras de fezes e urina de pessoas infectadas. Estudos tem demonstrato que mesmo pessoas assintomáticas, ou que testaram negativo para a COVID-19 eliminam o vírus pelas excretas (XIAO et al., 2020; ELSAMADONY, 2020).

Nesse sentido, o monitoramento da presença do vírus nas águas residuais de uma cidade ou região, torna-se uma potente ferramenta para o monitoramento da carga viral da população. Esse monitoramento pode ser utilizado para o estabelecimento de medidas para diminuir a transmissão do vírus, como as medidas de isolamento social, por exemplo. Diante disso, outra questão também pode ser levantada: o vírus pode ser transmitido a partir de águas residuais? Considerando a precariedade do sistema sanitário em algumas regiões do Brasil e em outros países subdesenvolvidos, se esta possibilidade existir, a contenção do vírus se torna ainda mais difícil.

A proporção de tratamento de esgoto em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento é de cerca de 20%, o restante é descartado, sem tratamento, direto no meio ambiente (BOUGNOM et al., 2019). A abrangência de coleta de esgoto no Brasil é de 61,9%, e deste total apenas 49,1% é tratado. Considerando a extensão do território brasileiro, existe variação nessas taxas entre as regiões, onde 80% do esgoto coletado na região sudeste é tratado, porém esse índice é bem menor nas regiões norte e nordeste, dando uma média de 32% para tratamento de esgoto no país (SNIS, 2019).

Portanto, com esse trabalho pretende-se fazer um levantamento sobre a importância da análise de efluentes como ferramenta epidemiológica para o monitoramento da COVID-19, abrangendo outras questões como a possibilidade de transmissão do vírus por águas residuais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer um levantamento bibliográfico sobre a análise de efluentes como ferramenta epidemiológica para o monitoramento da COVID19

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

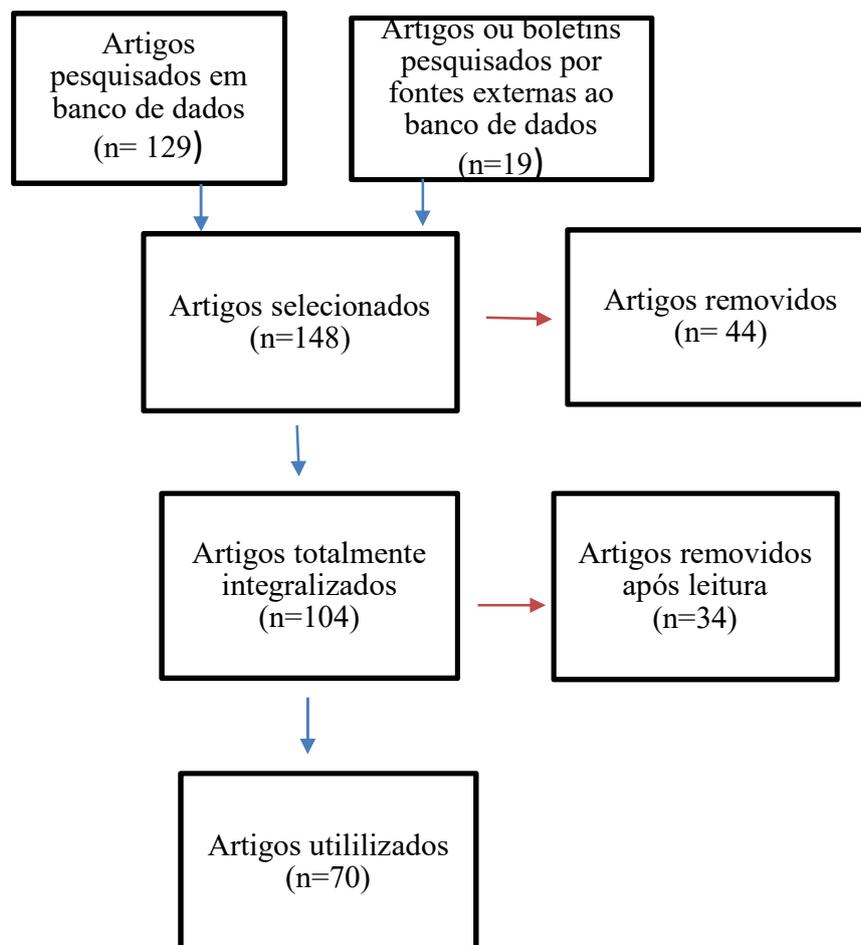
- Pesquisar sobre a qualidade microbiológica de efluentes de estações de tratamento de esgoto;
- Falar sobre o novo coronavírus e a COVID-19;
- Analisar o papel do monitoramento do Coronavírus em redes de esgoto como ferramenta epidemiológica;
- Pesquisar sobre o potencial de transmissão do vírus através de águas residuais;
- Analisar o papel das estações de tratamento de esgoto na limitação da transmissão do vírus.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho envolveu três etapas, sendo a primeira realizada na seguinte ordem: pesquisa de artigos relacionados ao assunto; seleção de artigos mais relevantes ao tema; e a organização dos documentos encontrados. A segunda envolveu a leitura e

interpretação dos artigos e a terceira consistiu na escrita propriamente dita e pesquisa de outros artigos para uma maior abrangência do tema.

A pesquisa de artigos relacionados à temática em questão foi realizada nas bases de dados das plataformas PubMed, SciELO e ScienceDirect usando as palavras chaves na língua inglesa: COVID-19, CORONAVIRUS, SEWAGE, TRANSMISSION AND EPIDEMIOLOGY , que foram pesquisadas de forma individual e aos pares, mesclando os termos, lendo os artigos mais relevantes ao tema e comparando com outros trabalhos na mesma linha de pesquisa. Abaixo, segue um fluxograma de todos os artigos pesquisados, excluídos, integralizados ao trabalho e os que compõem a fundamentação teórica da presente análise sistemática.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estações de tratamento de Esgoto e Qualidade Microbiológica de efluentes

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é a unidade que consegue fazer o tratamento do esgoto, obedecendo aos padrões exigidos pela legislação ambiental nacional, devolvendo para o ambiente um produto final processado e com uma melhor qualidade microbiológica (CASAN, 2020). São importantes porque além de deixar o esgoto apropriado para o reuso, diminuem o risco de doenças que podem ser transmitidas pela água contaminada, como cólera, ascaridíase e giardíase (SILVEIRA et al., 2020). Em sua operação pode realizar o tratamento de três maneiras: processamento físico, químico e biológico (NEVES., et al 2020).

O tratamento físico se dá por gradeamento, floculação, sedimentação ou mistura, envolvendo então, a aplicação de forças físicas. O tratamento químico requer reações químicas e desinfecções. O tratamento biológico se dá por nitrificação, desnitrificação e remoção de matéria orgânica através da atividade microbiana. Um aspecto interessante do tratamento biológico é que podem ser utilizados mais de um processo concomitantemente, aliando remoção química através da desinfecção e o processo biológico da desnitrificação (CORNELLI et al., 2014).

Os processos em uma ETE são caracterizados em níveis, sendo agrupados em preliminar, primário, secundário e terciário. O nível preliminar remove a parte mais grosseira do esgoto, como gordura e areia; o nível primário, geralmente requer o tratamento físico, sedimentando o material tratado, deixando escapar apenas materiais orgânicos, que serão tratados no nível secundário, sendo empregado, geralmente, um processamento biológico, com a remoção de nutrientes como fósforo e nitrogênio. O nível terciário é empregado caso o tratamento biológico anterior não tenha obtido sucesso. Ele remove poluentes tóxicos ou compostos não degradáveis (CORNELLI, R et al., 2014; FAGUNDES, 2010).

No Brasil, temos vários tipos de ETEs, que podem ser empregados diversos tipos de tratamentos no esgoto, como o tratamento por lodos ativados; processos anaeróbios utilizando, geralmente, reatores e por último, lagoas aeradas. Existem outros que podem ser utilizados, mas requer um maior custo monetário, maior disponibilidade de área e o emprego de tecnologias. São eles: lagoas de estabilização e biofilmes (CORNELLI et al., 2014).

O monitoramento da qualidade do efluente tratado geralmente é feito pela análise de

coliformes, pois são considerados indicadores de qualidade pelo fato de serem encontrados no trato gastrointestinal de animais homeotérmicos. Entre os coliformes, *Escherichia coli* é o principal representante dos coliformes fecais, sendo utilizado como padrão para a qualidade microbiológica da água. O efluente tratado precisa seguir algumas normas estabelecidas em relação à quantidade de coliformes fecais e totais do mesmo, que varia de acordo com o Estado, cidade ou região (SAMPAIO et al., 2019).

Em Sergipe, o ministério da saúde admite 95% de ausência de coliformes totais nas amostras de águas tratadas, onde mensalmente ocorre várias coletas para análise em cada região, porém esse padrão é mais rigoroso em localidades do interior, onde a amostragem é menor, sendo tolerada apenas uma amostra fora dos padrões durante o mês, para regiões que coletam menos de 40 amostras (DESO, 2021). O mesmo padrão de qualidade (95% de ausência de coliformes) é observado em Belo Horizonte, Brasília, Manaus e Florianópolis, de acordo com a Companhia de Água de cada estado, respectivamente.

4.2 O novo Coronavírus e a COVID-19

O novo Coronavírus, também chamado de SARS-COV-2, pertence à família Coronaviridae, que é dividida em quatro subclasses: alfa, beta, gama e delta. Os 3 primeiros se originaram de morcegos e suínos, já o último tem origem aviária (HOSEINZADEH et al., 2020). São vírus envelopados de RNA de fita simples, com uma região não codificadora na região terminal 5' e uma região não codificadora no terminal 3'. O material genético do vírus codifica três proteínas que ficam inseridas no envelope: a glicoproteína S, também chamada de espícula, responsável pela ligação ao receptor da célula do hospedeiro; proteína E e proteína de membrana M. Por último, na região N, codifica a proteína do nucleocapsídeo, responsável pela montagem do vírus. Todo seu genoma apresenta 30kb, sendo um dos maiores genomas virais já descritos (YANG; WANG., 2020).

Antigamente, vírus da família coronaviridae eram associados a síndromes leves no trato respiratório, se assemelhando bastante com uma gripe comum (HOSEINZADEH et al., 2020). Em 2003, um vírus dessa família (SARS-COV-1) foi responsável pela síndrome respiratória aguda grave, causando pneumonia através da coinfeção com algumas bactérias, podendo evoluir e posteriormente causar a morte. Centenas de pessoas em alguns países do continente asiático e europeu morreram por complicações da doença (GORMLEY et al.,

2020). Em 2014, uma variante foi responsável pela MERS (Síndrome Respiratória do Oriente Médio), porém uma rápida intervenção foi o suficiente para controlar a epidemia. Naquele ano, perceberam que existia uma possibilidade de coinfeção entre vírus dessa família e bactérias, ocasionando uma pneumonia e na maioria das vezes, a morte. Essa característica foi observada em 2003 e é observada atualmente no SARS-COV-2 (HOSEINZADEH et al., 2020).

O vírus é disseminado pelo contato pessoa a pessoa por inalação de gotículas de aerossol, liberadas através de tosses, espirros ou através da fala. Superfícies contaminadas, como bancadas e maçanetas também podem servir como fonte de contaminação, já que um indivíduo contaminado pode secretar gotículas que permanecem na superfície durante um período de tempo (HOSEINZADEH et al., 2020; ISER et al., 2020). O vírus entra pela via respiratória e pode causar febre, tosse, fadiga muscular, mialgia e desconforto ao respirar que pode ser aliado também a falta de ar, além de diarreias e vômitos. Com o passar do tempo, começou a causar a perda de olfato e paladar (ISER et al., 2020).

Pessoas com o sistema imune fragilizado, seja por problema cardíaco ou por doenças crônicas como diabetes, hipertensão e asma tendem a sofrer sintomas mais drásticos, sendo necessária a internação e na maioria das vezes, a intubação para conter a falta de ar. Nestes casos, as complicações causadas pela COVID-19 podem causar paralisação dos rins, comprometimento parcial ou total dos pulmões e/ou posteriormente, a morte (ISER et al., 2020; PRADO et al., 2020). Pesquisas relatam que o vírus também tem acesso ao sistema gastrointestinal (XIAO et al., 2020).

As glicoproteínas S do vírus tem duas subunidades, uma responsável pela interação com a proteína ACE-2 da célula hospedeira e outra responsável pela fusão da partícula viral com a membrana celular hospedeira. A proteína ACE-2 é encontrada em células dos pulmões, trato gastrointestinal, rins e vasos sanguíneos, sendo relacionada com a regulação da pressão arterial dentro do sistema renina-angiotensina (CRUZ et al., 2021).

Vírus, assim como bactérias possuem a capacidade de sofrer mutações, adquirindo novas características ao longo do tempo, formando novas linhagens, que podem ser mais nocivas ou mais brandas. Os vírus de RNA são mais suscetíveis a mutações considerando que a RNA polimerase viral não é tão eficiente em reconhecer e reparar erros durante a replicação em comparação à DNA polimerase. A partir do SARS-COV-2, novas variantes

rapidamente foram encontradas, sendo primeiramente descritas no Reino Unido e partir dessa nova linhagem, outras mutações foram catalogadas na África do Sul, Japão, Brasil e Itália, sendo neste último, encontradas até nas águas residuais de grandes centros urbanos (BENITO et al., 2021).

A maioria das variantes encontradas nos diferentes países apresentavam mutações em sua proteína 'S', responsável pela ligação do vírus na célula hospedeira. A partir desse diagnóstico existem duas possibilidades: a formação de mais espículas, como no caso do Brasil e Itália, ou ainda uma maior afinidade de ligação com a célula hospedeira a partir da substituição do aminoácido asparagina pelo aminoácido tirosina (BENITO et al., 2021). Esse aumento na eficiência de ligação na célula hospedeira leva ao contágio de um maior número de pessoas, porém, não significa que o vírus seja mais letal (LIMA., 2020). Vale ressaltar que as mutações podem afetar a eficiência do sistema imune em reconhecer e combater o patógeno, pois alteram os sítios de ligação dos anticorpos, sendo mais difícil eliminá-lo (BENITO et al., 2021).

4.3 O monitoramento do novo Coronavírus em redes de esgoto como ferramenta epidemiológica

A epidemiologia baseada em águas residuais (EBAR) vem cada vez mais sendo utilizada não só para monitorar doenças, mas também o uso de drogas em determinada localidade da população (AHMED et al., 2020). Trata-se de coletar amostras de esgotos não tratados e analisá-las, buscando vestígios de fármacos, metabólitos de determinadas doenças ou mesmo vestígios dos agentes etiológicos (GONZALEZ et al., 2020). Baseia-se no fato de que qualquer excreta humana em águas residuais pode servir como pista, desde que suas características permaneçam estáveis durante um período de tempo, sendo possível o seu rastreamento até sua fonte inicial (LU et al., 2020).

Nesse sentido, a EBAR passou a ser utilizada para o monitoramento de várias doenças, considerando que o esgoto constitui uma fonte imprescindível de informação sobre a situação em que a população se encontra (AHMED et al., 2020). Dentre as doenças que são ou foram monitoradas utilizando esta metodologia, pode-se citar a poliomielite nos anos 80; o Zika vírus causador de microcefalia congênita em recém-nascidos em 2017; a SARS em 2003, causadora de uma síndrome respiratória similar à COVID-19, entre outras (AHMED

et al., 2020).

O RNA viral do novo coronavírus também tem sido detectado em águas residuais de várias partes do mundo (Tabela 1). Como já exposto, o novo coronavírus pode infectar diferentes células no organismo, incluindo o trato gastrointestinal (XIAO et al., 2020). Consequentemente, os vírus são eliminados através das fezes (ROLLEMBERG et al., 2020).

Tabela 1. Detecção do SARS-COV-2 em águas residuais em diferentes países

País	Amostra Analisada	Referência
Itália	Esgoto bruto	ROSA et al., 2020
China	Esgoto bruto	ZHANG et al., 2020
Brasil	Esgoto bruto	FERREIRA et al., 2020
EUA	Esgoto bruto	HART et al., 2020
Holanda	Esgoto bruto	TRAN et al., 2020
Austrália	Esgoto bruto	COLLIVIGNARELLI et al., 2020
Holanda	Esgoto bruto	ELSAMADONY ET AL., 2020
Espanha	Esgoto bruto	ISER et al., 2020
EUA	Esgoto bruto	HART et al., 2020
Moçambique	Esgoto bruto	CHONGO et al., 020
Índia	Esgoto bruto	KUMAR et al., 2020
Brasil	Esgoto bruto	PRADO et al., 2020
Brasil	Esgoto bruto	ZANETI et al., 2020
Holanda	Esgoto bruto	TRAN et al., 2020
Alemanha	Esgoto bruto	AGRAWAL et al., 2020
Espanha	Esgoto bruto	BALBOA et al., 2020

Em alguns casos, vários pacientes com COVID-19 testaram negativo para a doença em testes realizados por PCR, mas ao mesmo tempo, em suas fezes, foi encontrado o RNA viral (XIAO et al., 2020). Mesmo indivíduos assintomáticos podem eliminar fragmentos virais nas fezes (ELSAMADONY, 2020). Estudos ainda mostraram que pacientes

contaminados poderiam eliminar o vírus nas fezes 03 dias antes de começarem a apresentar os demais sintomas (PRADO et al., 2020).

Dessa maneira, em vários países, o uso da EBAR permitiu a identificação e quantificação de pessoas infectadas com o novo Coronavírus, antes mesmo da realização de testes sorológicos ou do PCR com resultados positivos (SAAWARN & HAIT, 2020; CHONGO et al., 2020). Isso mostra que a EBAR pode servir de alerta para impedir e/ou diminuir a disseminação do vírus pela identificação precoce do aumento do número de casos da COVID-19 (CHONGO et al., 2020). Nesse sentido, medidas precoces e efetivas para conter o avanço da contaminação podem ser tomadas como, por exemplo, o fechamento de locais públicos que geram aglomerações como bares, praias e shoppings (SOUZA et al., 2020).

Portanto, a análise de águas residuais tem se mostrado como uma ferramenta epidemiológica importante para o combate ao SARS-COV-2 (ROSA et al., 2020). O material genético desse vírus já foi detectado em águas residuais da Itália (ROSA et al., 2020), Brasil (FERREIRA et al., 2020), Austrália (COLLIVIGNARELLI et al., 2020), Holanda (TRAN et al., 2020), Estados Unidos (HART et al., 2020), entre outros (Tabela 1).

A técnica geralmente empregada por esses estudos para a detecção do vírus nas amostras de águas residuais é a RT-PCR (Transcrição Reversa- Reação em Cadeia da Polimerase). Nessa técnica, o material genético do vírus, que é uma molécula de RNA de fita simples, é convertido em uma molécula de DNA de fita dupla pela transcrição reversa. Posteriormente, essa amostra de DNA é submetida ao PCR para aumentar o número de cópias do material genético do vírus, permitindo a sua detecção. Esse método é considerado o padrão ouro para diagnóstico da COVID-19, bastante utilizado ao redor do mundo para a identificação do genoma viral (BRIDGE, 2020; BENITO et al., 2021).

Além da técnica da transcriptase reversa para identificação do vírus, mais uma metodologia pode ser aplicada para melhor precisão no resultado, como por exemplo a *pipeline*, conseguindo identificar a linhagem do vírus e comparar com resultados obtidos em pesquisas anteriores ou subsequentes (PRADO et al., 2020). Com essa técnica, foi possível identificar as novas variantes do vírus no Brasil, Itália, Reino Unido, Japão e África do Sul (BENITO, et al., 2020).

Como o genoma viral nunca foi encontrado de maneira padronizada em amostras

ambientais, para a técnica de RT-PCR é necessária a utilização de *primers* (iniciadores de cadeias de cadeias em polimerase) desenvolvidos a partir de *softwares* (ROSA et al., 2020). Caso a presença seja confirmada, parte da amostra é encaminhada para um banco de dados e fica armazenada, podendo ser usada posteriormente para a identificação de novas linhagens (PRADO et al., 2020). A utilização de *pipelines* é bem similar a dos *primers*, onde através da bioinformática, algumas padronizações são feitas, a fim de reproduzir a sequência genômica em larga escala (RUY, 2011). Dessa maneira, essa técnica pode apresentar uma maior precisão na possível identificação de novas linhagens (PRADO et al., 2020).

Especificamente no Brasil, alguns estudos com o intuito de utilizar a EBAR para o monitoramento da COVID-19 têm sido desenvolvidos (FONGARO, et al., 2020; PRADO, 2020; ROSA et al., 2020). Prado et al. (2020) utilizaram essa abordagem para monitorar o novo Coronavírus na rede de esgotos da cidade de Niterói-RJ. O estudo teve início em março de 2020, e em junho do mesmo ano foi possível a detecção do genoma do vírus na rede de esgotos da cidade (PRADO, 2020). No bairro de Icaraí houve um maior número de amostras com resultados positivos, o que correlacionava com um crescimento acelerado no número de casos da COVID-19. PRADO et al (2020) perceberam então que as águas residuais, de certa forma, refletiam a situação epidemiológica em que a região se encontrava. Nessa pesquisa também foi empregada a pipeline baseada na bioinformática e através dessa técnica, a linhagem do SARS-COV-2 foi identificada e comparada com as outras já catalogadas aqui no país, sendo constatadas apenas linhagens já conhecidas, não apresentando nenhuma nova variante nas águas residuais da localidade. (PRADO, et al., 2020).

Em Santa Catarina, um estudo realizado em março de 2020 conseguiu identificar amostras de esgotos que apresentavam o genoma do SARS-COV-2 antes mesmo do primeiro caso positivo ser divulgado pelo governo do estado. O método usado foi RT-PCR, o mesmo utilizado por ROSA e colaboradores (2020), e os resultados se assemelharam aos obtidos na França e Estados Unidos (FONGARO, et al., 2020).

No estado de Minas Gerais, a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) em parceria com a companhia de saneamento do estado e outros órgãos vem realizando o monitoramento do coronavírus pela rede de esgotos. Através dos resultados obtidos, estimativas podem ser feitas para a população como um todo. Porém, como os infectados são assintomáticos nos primeiros dias e muitos infectados não desenvolvem a doença, o número de casos estimados

via águas residuais é superior ao número de pessoas testadas (ROSA et al., 2020). Portanto, este tipo de análise pode refletir melhor o nível de circulação do vírus na cidade para traçar estratégias mais efetivas de controle e/ou prevenção.

Além destes trabalhos citados, o projeto de monitoramento do SARS-COV-2 através da EBAR vem sendo ampliado para todo o Brasil, para cidades das diferentes regiões do país: Belo Horizonte e Rio de Janeiro, representando a região sudeste; Curitiba, no sul; Brasília na região centro-oeste; e Fortaleza e Recife no nordeste (ANA, 2020). Esse tipo de monitoramento permite a detecção do vírus nos esgotos, antes mesmo da realização dos primeiros testes com resultados positivos em indivíduos sintomáticos. Por isso a EBAR deve ser utilizada futuramente para a identificação do aumento de novos casos da COVID-19 (CHONGO et al., 2020).

4.4 Potencial de transmissão do vírus através de águas residuais

A principal forma de contágio da COVID-19 descrita e comprovada até o momento, envolve o contato pessoa a pessoa, principalmente por meio da secreção de gotículas respiratórias. Entretanto, já foi constatada a presença do vírus em várias amostras biológicas, incluindo o sêmen, leite materno, suco gástrico, secreção vaginal e na urina e fezes. Nesse sentido, outras vias de contaminação vêm sendo investigadas, incluindo a partir das águas residuais (ROLLEMBERG et al., 2020; TRAN et al, 2020; YANG; WANG et al., 2020; GORMLEY et al., 2020;).

Para conseguir infectar outra pessoa através das fezes ou de águas residuais, o vírus precisa se manter ativo fora do corpo humano, o que é bastante difícil, visto que uma alteração sazonal leve pode desativar permanentemente algumas proteínas do capsídeo (BATÈJAT et al., 2020). Portanto, mesmo o vírus sendo encontrado nas fezes, o contágio é muito difícil de ocorrer (ELSAMADONY)

Em 2003, a OMS relatou a presença do Coronavírus responsável pela SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave) na rede de esgoto de um condomínio em Hong Kong, o que pode ter contribuído para a disseminação do vírus (GORMLEY et al, 2020). Portanto, houve preocupação no monitoramento do vírus responsável pela pandemia atual nas águas residuais de várias cidades pelo mundo (GORMLEY et al., 2020). A rede de esgotos, mesmo que as fezes não estejam mais presentes, pode conter o vírus aderido à tubulação ou pairando

no gás daquele meio (SHI et al., 2020).

Além disso, alguns estudos vêm relatando que alguns casos de contágio da COVID-19 podem estar associados ao uso de banheiros (SUN et al., 2020; TRAN et al., 2020). Essa evidência é fortalecida pelo fato de que o vírus é eliminado pelas fezes de pessoas contaminadas. A descarga após o uso do vaso sanitário pode gerar gotículas de aerossol contendo o vírus, o que permite o contágio através da inalação destas gotículas ou pelo contato com superfícies contaminadas (TRAN et al., 2020). A infecção após o uso de um banheiro público já foi relatada no Japão (SUN et al., 2020; TRAN et al., 2020). Entretanto, não se sabe se o contágio ocorreu através do contato com as fezes de outra pessoa contaminada, pela inalação de aerossóis gerados pela descarga ou pela presença do vírus aderido nas paredes internas do vaso sanitário (SUN et al., 2020; TRAN et al., 2020).

Em um estudo realizado na China, o novo Coronavírus foi detectado em papel higiênico de má qualidade oferecido em banheiros públicos (SUN et al., 2020). Por esse motivo, o governo chinês vem monitorando o descarte irregular de papel higiênico nos banheiros de aeroportos, escolas e shoppings (SUN et al., 2020). Mesmo que a infecção não tenha sido comprovada através do aerossol que é gerado na descarga ou mesmo através dos próprios papéis de procedência duvidosa, Sun et al (2020) ressaltam que é necessário dar uma atenção especial a todas as formas de contágio que o novo Coronavírus venha a apresentar.

Um estudo realizado no Brasil por Silva e colaboradores (2020) avaliou todos os municípios, catalogando a população, relacionando com o número de mortes e a realidade do saneamento básico dos locais. Após 03 meses de pesquisa, foi constatado que as mortes registradas após contaminação pelo vírus eram superiores em municípios que não atendiam às diretrizes estabelecidas pela companhia de água local, seja por deficiência no saneamento ou até pela falta dele (SILVA et al., 2020). Estes resultados indicam que embora o contágio a partir de esgoto contaminado ainda não tenha sido observado (TRAN et al, 2020), essa possibilidade existe e precisa ser melhor investigada.

4.5 Papel da estação de tratamento de esgoto na limitação da transmissão da COVID-19

Dentre os fatores que podem inativar os vírus em águas residuais, incluindo o SARS-COV-2 pode-se citar PH adverso, temperatura elevada e raios UV. A exposição a esses

fatores, leva à desnaturação do material genético e das proteínas virais (ROLLEMBERG et al., 2020; BATÉJAT et al., 2020). Nas estações de tratamento de esgoto, durante as várias etapas de tratamento, os vírus são submetidos à essas condições, podendo ser inativados (CORNELLI et al., 2014).

Por exemplo, em lagoas aeradas facultativas, parte da biomassa do esgoto bruto fica decantando no fundo da lagoa até que ocorra a decantação anaeróbia, enquanto na superfície, ocorre a decomposição aeróbia (BRITO et al., 2015). Com isso, a exposição prolongada a raios UV, o aumento do PH e falta de oxigenação cria um ambiente hostil para vírus e bactérias, diminuindo drasticamente suas concentrações no resíduo (ROLLEMBERG et al., 2020; COLLIVIGNARELLI et al., 2020).

Embora no tratamento secundário ocorra a diminuição da concentração viral nos esgotos, no tratamento terciário a eficácia é ainda maior, pois a desinfecção e a filtração conseguem remover até 98% dos vírus. A filtração em filtros de areia consegue remover o vírus através da sedimentação, onde o mesmo fica retido e é transportado pelos lodos. Nesse caso o vírus não é desativado, sendo necessária a desinfecção através do tratamento químico. (ROLLEMBERG et al., 2020).

Existem algumas ETEs que utilizam a ozonização no tratamento de seus efluentes, principalmente no tratamento secundário (JUNIOR, 2020). O potencial do ozônio é aumentado no momento em que é combinado com peróxido de hidrogênio ou radiação UV (ARAÚJO, et al., 2020). O gás gerado pelo ozônio tem capacidade oxidativa e quando entra em contato com o material tratado ocorre um borbulhamento, momento em que a parte orgânica do efluente é absorvida e eliminada com o estouramento da bolha (ARAÚJO, et al., 2020). A água resultante desse processo pode ser reutilizada com destino agrícola, visto que o uso desse tratamento é recomendado para atingir padrões microbiológicos restritivos (ASSIRATI, 2005).

É bem recorrente no Brasil as ETEs que utilizam cloro para a desinfecção, tendo um alto aproveitamento em sua função, removendo a maioria dos patógenos virais no esgoto tratado. O tempo de contato com o efluente e a concentração do cloro usado são os padrões que precisam ser obedecidos para um melhor aproveitamento na desativação do vírus (ROLLEMBERG et al., 2020).

Tanto o cloro quanto o ozônio afetam a proteína N, responsável pela formação do

nucleocapsídeo que protege o material genético do SARS-COV-2. Portanto, o efeito destes agentes pode eliminar o vírus pelos danos causados na estrutura do capsídeo. Entretanto, o ozônio é bem mais eficiente nessa ação, em contrapartida sua utilização exige um investimento mais alto (ROLLEMBERG et al., 2020).

É importante salientar que mesmo após todo o tratamento, algumas partículas virais ainda podem ser encontradas nos efluentes (BALBOA et al., 2020). Porém, a concentração viral é bem menor e o risco de infecção é baixíssimo (ELSAMADONY et al., 2020). Visando uma maior segurança aos funcionários de ETEs, é extremamente indispensável levar em consideração os resultados de pesquisas em relação à Avaliação Quantitativa de Risco Microbiano (AQRM) (NEWTON et al., 2020).

5. CONCLUSÃO

Tendo em vista que o novo Coronavírus está presente nas fezes de indivíduos contaminados, incluindo portadores assintomáticos, e vem sendo detectado nas redes de esgoto em várias partes do mundo, pode-se concluir que o monitoramento da presença do vírus nas águas residuais constitui ferramenta epidemiológica relevante para o monitoramento da COVID-19. Esse monitoramento pode levar a tomada de medidas precoces e mais efetivas no combate ao avanço da taxa de contágio.

Embora o contágio envolvendo águas residuais não tenha sido comprovado, é importante observar todas as formas de contágio que o novo Coronavírus possa ter, considerando a extensão da pandemia que vivenciamos há mais de um ano. Estudos visando a diminuição da carga viral em redes de esgotos para excluir essa forma de transmissão também são importantes. Portanto, a EBAR e a AQRM podem atuar em conjunto e através de seus resultados e estimativas (SOUZA et al., 2020).

Nesse sentido, um maior investimento em ETEs que sejam eficientes na eliminação deste patógeno seria de suma importância. Essa ação é importante principalmente em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, onde os índices de coleta e tratamento de esgoto e água são baixos.

6. PERSPECTIVAS DE FUTUROS TRABALHOS

Como destacado ao longo do trabalho, a COVID-19, assim como diversas outras doenças e até o uso de drogas podem ser monitoradas a partir das redes de esgoto graças a EBAR. Sendo assim, um maior investimento em trabalhos desse tipo seria de suma importância para uma maior atenção e investimento nas técnicas de avaliação quantitativa de riscos microbianos, que infelizmente apresenta um estudo bem reduzido no Brasil.

Embora essa técnica venha sendo empregada para o monitoramento nos grandes centros urbanos, seria interessante a expansão para cidades do interior de todo o Brasil, dando atenção também para as estações de tratamento de esgoto, importantes por fazer um papel crucial na desinfecção dos efluentes a fim de que sejam reutilizados posteriormente.

7. REFERÊNCIAS

AHMED, W. et al. **Decay of SARS-CoV-2 and surrogate urine hepatitis virus RNA in untreated wastewater to inform application in wastewater-based epidemiology.** Environmental Research, v. 191, n. August, p. 110092, 2020.

AGRAWAL, S. et al. **Long-term monitoring of SARS-CoV-2 RNA in wastewater of the Frankfurt metropolitan area in Southern Germany.** Scientific reports, v. 11, n. 1, p. 5372, 2021.

AL-HADIDI, S. H. et al. **The Spectrum of Antibiotic Prescribing During COVID-19 Pandemic: A Systematic Literature Review.** Microbial Drug Resistance, v. 00, n. 00, 2021.

AMOAH, I. D.; KUMARI, S.; BUX, F. **Coronaviruses in wastewater processes: Source, fate and potential risks.** Environment International, v. 143, n. July, p. 105962, 2020.

ARAÚJO, R. et al. **Ozonização e arraste de gases no pós-tratamento de efluente sanitário.** Revista AIDIS. Planta, v. 8, n. 1, p. 44–56, 2007.

ASSIRATI, D. M. **Desinfecção de efluentes de ETE com ozônio para uso agrícola.** 2005.

BALBOA, S. et al. **The fate of SARS-COV-2 in WWTPS points out the sludge line as a suitable spot for detection of COVID- 19.** n. January, 2020.

BATÉJAT, C. et al. **Heat inactivation of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2.** n. February, p. 6–10, 2020.

BENITO, L. et al. **Variantes do vírus SARS-COV-2 causadoras da COVID-19 no Brasil Variants of the SARS-COV-2 virus that cause COVID-19 in Brazil.** v. 10, n. 1, p. 205–219, 2021

BEZERRA, V. DE L. et al. **SARS-CoV-2 como agente causador da COVID-19: Epidemiologia, características genéticas, manifestações clínicas, diagnóstico e possíveis tratamentos.** Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 4, p. 8452–8467, 2020.

BOUGNOM, B. P. et al. **Antibiotic resistance genes are abundant and diverse in raw sewage used for urban agriculture in Africa and associated with urban population density.** Environmental Pollution, v. 251, p. 146–154, 2019.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações de Saneamento.** Diagnóstico dos serviços de água e esgoto-2019. Brasília: SNIS, 2019

BRIDGE, J. A. **Reverse transcription–polymerase chain reaction molecular testing of cytology specimens: Pre-analytic and analytic factors.** Cancer Cytopathology, v. 125, n. 1, p. 11–19, 2017.

BRITO, L. F. et al. **Tratamento de esgoto sanitário por meio do uso de lagoas aeradas.**

Ciências exatas e tecnológicas, v. 3, p. 165–175, 2015.

CHONGO, A. E. et al. **Monitoria da presença de SARS-Coronavirus-2 em Águas Residuais: Uma ferramenta de orientação de estratégias de controle da COVID-19 em Moçambique.** p. 6–8, 2019.

CORNELLI, R. et al. **Revisão Sistemática.** Revista de Estudos Ambientais (online), v. 16, n. 2, p. 20–36, 2014

COLLIVIGNARELLI, M.C et al. **SARS-CoV-2 in sewer systems and connected facilities. Process.** Saf. Environ. Prot. 143, 196–203. 2020

CRISTINA, M. et al. **SARS-CoV-2 in sewer systems and connected facilities.** n. Itália, January 2020.

CRUZ, K. A. T. et al. **PRINCIPAIS ASPECTOS DO NOVO CORONAVÍRUS SARS-CoV-2: UMA AMPLA REVISÃO.** Arquivos do MUDI, v. 25, n. 1, p. 73–90, 2021.

DA SILVA FERREIRA, A. D. et al. **SARS-CoV-2 NO ESGOTO: MÉTODOS DE DETECÇÃO E TRATAMENTO.** Revista Ifes Ciência, v. 6, n. 1, p. 15–22, 2020.

DAUGHTON, C. G. **Wastewater surveillance for population-wide Covid-19: The present and future.** n. January, 2020.

ELSAMADONY, M. et al. **Possible transmission of viruses from contaminated human feces and sewage: Implications for SARS-CoV-2.** Science of the Total Environment, v. 755, p. 142575, 2021.

EM, B. I. O. et al. **Sistema de tanque séptico e filtro anaeróbio em residências do município de Paty do Alferes- RJ.** CAPÍTULO I DO ALFERES - RJ. p. 15–28, [s.d.].

FERREIRA, A. D. et al. **SARS-CoV-2 NO ESGOTO: MÉTODOS DE DETECÇÃO E TRATAMENTO.** Revista Ifes Ciência, v. 6, n. 1, p. 15–22, 2020.

FERREIRA, D. D. M.; NAVONI, J. A. **The presence of SARS-CoV-2 RNA in human sewage in Santa Catarina, Brazil, November 2019.** Janeiro, 2020.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ; ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA. **Fiocruz divulga novos resultados de estudo sobre a presença de SARS-CoV-2 em amostras de esgoto coletadas em Niterói.** p. 2, 2020.

GONZALEZ, R. et al. **COVID-19 surveillance in Southeastern Virginia using wastewater-based epidemiology.** Water Research, v. 186, p. 116296, 2020.

GORMLEY, M.; ASPRAY, T. J.; KELLY, D. A. **COVID-19: mitigating transmission via wastewater plumbing systems.** The Lancet Global Health, v. 8, n. 5, p. e643, 2020

Hart, O & Ralden, R. **Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance**

by wastewater-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities and challenges. Elsevier, abril, 2020.

HELLER, L.; MOTA, C. R.; GRECO, D. B. **COVID-19 faecal-oral transmission: Are we asking the right questions?** Science of the Total Environment, v. 729, p. 138919, 2020.

HOSEINZADEH, E. et al. **An updated min-review on environmental route of the SARS-CoV-2 transmission.** Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 202, n. May, p. 111015, 2020.

ISER, B. P. M. et al. **Definição de caso suspeito da COVID-19: uma revisão narrativa dos sinais e sintomas mais frequentes entre os casos confirmados.** Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Unico de Saúde do Brasil, v. 29, n. 3, p. e2020233, 2020.

Júnior, J. P. **Simulação do Processo de Inativação de Coliformes Totais e E . coli de Efluente Secundário por UV / H₂O₂ com Carbonato e Nitrato como Interferentes.** 2020.

KORDATOU-M, I. et al. **Sewage analysis as a tool for the COVID-19 pandemic response and management: The urgent need for optimised protocols for SARS-CoV-2 detection and quantification.** Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 8, n. 5, p. 104306, 2020.

KUMAR, M. et al. **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, p. 141326, 2020.

ROSA, G. et al. **First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy.** n. January, 2020.

LANA, R. M. et al. **The novel coronavirus (SARS-CoV-2) emergency and the role of timely and effective national health surveillance.** Cadernos de Saúde Pública, v. 36, n. 3, 2020.

LI, Y. et al. **Positive result of Sars-Cov-2 in faeces and sputum from discharged patients with COVID-19 in Yiwu, China.** Journal of Medical Virology, v. 92, n. 10, p. 1938–1947, 2020.

LIMA, B. **Resenha Artigo Diversidade , que me queira : cepas , linhagens e variantes do coronavírus .** p. 1–3, 2021.

LU, D. et al. **Primary concentration – The critical step in implementing the wastewater based epidemiology for the COVID-19 pandemic: A mini-review.** Science of the Total Environment, v. 747, p. 141245, 2020.

MARONEZE, M. M. et al. **A tecnologia de remoção de fósforo: Gerenciamento do**

- elemento em resíduos industriais.** Revista Ambiente e Água, v. 9, n. 3, p. 445–458, 2014.
- MARTIN, J. et al. **Tracking SARS-CoV-2 in Sewage : Evidence of.** 2020.
- MEDEMA, G. et al. **Implementation of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus to support public health decisions: Opportunities and challenges.** Current Opinion in Environmental Science and Health, v. 17, p. 49–71, 2020
- Minas Gerais. **Companhia de Saneamento de Minas Gerais.** Qualidade microbiológica da água tratada. Belo Horizonte: COPASA, 2021
- NALLI DE FREITAS, L. et al. **Eficiência Das Estratégias Adotadas Para Remoção Viral Em Estação De Tratamento De Água.** Revista Ifes Ciência, v. 6, n. 1, p. 03–14, 2020.
- NEWTON, R. et al. **Quantitative microbial risk assessment of SARS-CoV-2 for workers in wastewater treatment plants.** n. January, 2020.
- PANDEMIC, C.- et al. **Tracking SARS-CoV-2 in Sewage: Evidence of Changes in Virus Variant Predominance during COVID-19 Pandemic.** Londres, Outubro. 2020.
- OLIVEIRA, C et al. **Viability of SARS-CoV-2 in river water and wastewater at different temperatures and solids content.** Universidade Federal de Minas Gerais. Março, 2021
- Pará. **Águas de Manaus.** Qualidade microbiológica da água tratada. Manaus: Águas de Manaus, 2021
- PRADO, T. et al. **Preliminary results of SARS-CoV-2 detection in sewerage system in niterói municipality, Rio de Janeiro, Brazil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 115, n. 7, p. 1–3, 2020.
- PRADO, T. et al.. **Wastewater-based epidemiology as a useful tool to track SARS-CoV-2 and support public health policies at municipal level in Brazil .** Rio de Janeiro, Brasil, 2020.
- RAHIMI, N. R. et al. **Bidirectional Association Between COVID-19 and the Environment: a Systematic Review.** Environmental Research, p. 110692, 2020
- ROLLEMBERG, S.; BARROS, A. N. DE; LIMA, J. P. M. DE. **Avaliação da contaminação, sobrevivência e remoção do coronavírus em sistemas de tratamento de esgoto sanitário.** Revista Tecnologia, v. 41, n. 1, p. 1–15, 2020
- RUY, P. DE C. **Análise computacional baseada no desenvolvimento de um pipeline de técnicas ab initio para predição de desordem estrutural proteica em genomas de tripanosomatídeos.** p. 18, 85-18,85, 2011.
- SABA, B. et al. **Bioresource Technology Reports Capacity of existing wastewater treatment plants to treat SARS-CoV-2 . A review.** n. January, 2020.

SAMPAIO, C. A. DE P. et al. **Technical analysis of water from rural sources.** *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 24, n. 2, p. 213–217, 2019.

Santa Catarina. **Companhia catarinense de águas e saneamento.** Qualidade microbiológica da água tratada. Florianópolis: CASAN. 2021.

SAAWARN, B.; HAIT, S. **Occurrence, fate and removal of SARS-CoV-2 in wastewater: Current knowledge and future perspectives.** n. January, 2020.

SANYAL, S. How SARS-CoV-2 (COVID-19) spreads within infected hosts - what we know so far. **Emerging topics in life sciences**, v. 4, n. 4, p. 371–378, 2020.

Sergipe. **Companhia de Saneamento de Sergipe.** Qualidade microbiológica da água tratada. Aracaju: DESO, 2020

SILVA, R. R. et al. **Basic sanitation: a new indicator for the spread of COVID-19?** *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 115, n. 7, p. 832–840, 2021.

SHI, K. et al. **Quantifying the risk of indoor drainage system in multi-unit apartment building as a transmission route of SARS-CoV-2.** n. January, 2020.

STREET, R. et al. **Wastewater surveillance for Covid-19: An African perspective.** *Science of the Total Environment*, v. 743, p. 140719, 2020.

SOUZA, C. D. F.; MACHADO, M. F.; DO CARMO, R. F. **Human development, social vulnerability and COVID-19 in Brazil: A study of the social determinants of health.** *Infectious Diseases of Poverty*, v. 9, n. 1, p. 4–13, 2020.

SUN, S.; HAN, J. **Unflushable or missing toilet paper, the dilemma for developing communities during the COVID-19 episode.** *Environmental Chemistry Letters*, v. 19, n. 1, p. 711–717, 2021.

TRAN, N et al. **SARS-CoV-2 coronavirus in water and wastewater: A critical review about presence and concern.** Janeiro, 2020.

WANG, J. et al. **SARS-CoV-2 RNA detection of hospital isolation wards hygiene monitoring during the Coronavirus Disease 2019 outbreak in a Chinese hospital.** *International Journal of Infectious Diseases*, v. 94, n. January, p. 103–106, 2020.

WANG, S. et al. **High-throughput wastewater analysis for substance use assessment in central New York during the COVID-19 pandemic.** *Environmental Science: Processes and Impacts*, v. 22, n. 11, p. 2147–2161, 2020.

XIAO, F. et al. **Evidence for Gastrointestinal Infection of SARS-CoV-2.** *Gastroenterology*, v. 158, n. 6, p. 1831- 1833.e3, 2020

YANG, P.; WANG, X. **COVID-19: a new challenge for human beings.** *Cellular and*

Molecular Immunology, v. 17, n. 5, p. 555–557, 2020.

ZHANG, Y. et al. **Excretion of SARS-CoV-2 through faecal sperimens.** Emerging Microbes and Infections, v. 9, n. 1, p. 2501–2508, 2020.

8. OUTRAS ATIVIDADES

Durante o período de trabalho, o aluno bolsista desenvolveu uma série de outras atividades, tais como voluntariado no programa de residência pedagógica e mais atividades extracurriculares.

O programa de Residência Pedagógica tem como um dos principais objetivos promover a experiência em docência para alunos de licenciatura da universidade, bem como estimular a interação entre o discente e o mundo fora da sala de aula. Tem como parcerias algumas das escolas públicas de ensino básico dos municípios de Aracaju/Se e São Cristóvão/Se. Os discentes envolvidos nesse modo de estagio adquirem experiências como futuros profissionais, a fim de tornar a graduação mais robusta e se preparar melhor para enfrentar os desafios da vida docente.

As outras atividades extracurriculares somaram ao todo 187 horas, divididas entre os seguintes eventos: Seminário PIBID/ RP/ PROLICE: Compartilhando experiências em tempos remotos, com uma carga total de 16 horas; um curso de Neuropedagogia, rendendo uma carga de 60 horas extracurriculares; outro curso sobre dificuldade no aprendizado, com carga total de 45 horas; o evento “Ditos e não ditos sobre corpo, gênero e sexualidade no ensino de biologia”, o qual conferiu uma carga total de 16 horas; a IV semana da biologia na Universidade Federal do Espírito Santo, com carga de 40 horas; outro evento abordando narrativas sobre a Gestão Educacional, totalizando 10 horas.

9. JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO

Devido à interrupção das atividades presenciais imposta pela pandemia da COVID-19, o plano de trabalho original foi alterado para um trabalho de revisão de literatura relacionado ao tema do projeto, alterando o foco do trabalho para a COVID-19. O título do

plano de trabalho foi alterado para: ANÁLISES DE EFLUENTES COMO FERRAMENTA EPIDEMIOLÓGICA PARA O MONITORAMENTO DA COVID-19. O pedido de alteração foi submetido à copes e o parecer de aceitação encontra-se nesse mesmo arquivo, logo abaixo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PESQUISA & COORDENAÇÃO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA
Solicitação de alteração de PLANO DE TRABALHO

IDENTIFICAÇÃO	
Código do projeto	PIA8708-2020
Título do projeto	Qualidade Microbiológica de Efluente de Uma Estação de Tratamento de E localizada no Estado de Sergipe.
Título do plano de trabalho	<i>Análise de Coliformes totais e termotolerantes em efluente tratado em um</i>

1. IDENTIFICAÇÃO DA SOLICITAÇÃO

Observação: Campos reservados ao Solicitante da mudança.

Descrever aqui o problema encontrado e/ou a necessidade de mudança de projeto ou de plano de trabalho e indicar os riscos/prejuízos de continuidade do projeto caso não seja realizada

Considerando o disposto na portaria N° 790 de 09 de outubro de 2020, que trata das orientações para realização de atividades de pesquisa enquanto durar a pandemia da COVI-19 no âmbito da UFS, que recomenda que bolsistas de iniciação científica (PIBIC), iniciação tecnológica (PIBITI) e afins não retornem às atividades de laboratório antes do período de normalização/retorno das aulas da graduação, venho por meio deste solicitar alteração do projeto supracitado bem como do plano de trabalho. Entretanto, devido à perspectiva de retorno às atividades presenciais em março, não há necessidade de alteração do plano de trabalho, pois a maior parte dos objetivos propostos poderão ser alcançados, diminuindo um pouco a amostragem.

Descrever aqui a parte do projeto ou plano de trabalho com a proposta de alteração

A proposta é substituir os objetivos e metodologia propostos por um levantamento bibliográfico sobre o assunto, alterando o foco para a COVID-19. Nesse caso, o título do projeto ficará: ANÁLISES DE EFLUENTES COMO FERRAMENTA EPIDEMIOLÓGICA PARA O MONITORAMENTO DA COVID-19. Na metodologia ficaria assim: Para a elaboração da revisão de literatura serão pesquisados artigos relacionados à temática em questão nas bases dedados das plataformas PubMed, SciELO, ScienceDirect, usando COVID-19, CORONAVIRUS, ESGOTO e EPIDEMIOLOGIA como palavras chave, pesquisadas de forma individual e aos pares. O trabalho dessa maneira também irá contribuir para a formação científica do aluno devido à pesquisa e leitura de artigos científicos sobre o assunto e também o aprimoramento da escrita.

2. PARECER EM RELAÇÃO À MUDANÇA (a ser preenchido pela COMPITEC/COMPQ)

<input checked="" type="checkbox"/> Aprovada	Justificativa da Decisão <small>Entende-se que a alteração proposta pode manter alinhamento com o projeto se a revisão proposta atentar ao objetivo geral do projeto, considerando portanto incluir dados sobre a qualidade microbiológica de efluentes de estações de tratamento.</small>
<input type="checkbox"/> Não Aprovada	<small>{Descrever a justificativa para a decisão}</small> <small>Recomenda-se que a metodologia para a revisão sistemática se detalhada no relatório parcial.</small>