



YASMIM ROMENI VIDAL

**COVID - 19 E O SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO GRANDE**

LAVRAS – MG

2020

YASMIM ROMENI VIDAL

**COVID - 19 E O SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
RIO GRANDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Ambiental e
Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Ronaldo Fia
Orientador

Msc. Gabriela Rezende de Souza
Coorientadora

LAVRAS – MG

2020

YASMIM ROMENI VIDAL

**COVID - 19 E O SANEAMENTO BÁSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
RIO GRANDE**

**COVID - 19 AND BASIC SANITATION IN THE ALTO RIO GRANDE
HYDROGRAPHIC BASIN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Ambiental e
Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 11 de dezembro de 2020.

Dr. Mateus Pimentel de Mattos
Dra. Luciene Alves Batista Siniscalchi

UFLA
UFLA

Prof. Dr. Ronaldo Fia
Orientador

Msc. Gabriela Rezende de Souza
Coorientadora

LAVRAS – MG

2020

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho a minha mãe, Merlluy, pois sem o seu esforço a possibilidade de fazer uma graduação em tempo integral não seria possível. Ela é a fonte de toda a minha força, exemplo de perseverança e melhor ouvinte de explicações de Física e Mecânica dos Fluidos.

Dedico, também, aos meus primos: Alice, Cecília, Neto e Mateus, para que saibam que tudo é possível para aqueles que ousam sonhar. Estarei aqui sempre que precisarem!

Agradeço meus tios, Michelly e Fábio, por serem meu exemplo profissional. Minha avó Teresinha pela paciência quando eu perdia almoços em família. E toda minha família, que infelizmente não conseguirei citar todos aqui, por sempre me apoiaram e comemoraram cada conquista minha.

Agradeço meu orientador Ronaldo, por toda paciência e sabedoria, a minha amiga e coorientadora Gabriela por aguentar todos os meus surtos, ao Leandro, que me salvou com toda parte estatística e à minha banca, Luciene e Mateus, que aceitaram contribuir com suas experiências.

Aos meus amigos, que mesmo de longe se fizeram perto, agradeço não só o apoio na construção desse trabalho, como também por estarem comigo nessa vida. Obrigada Flavia e Renata, por todos os desesperos e conquistas compartilhadas nessa graduação. Obrigada Ana, Bruna, Allan e Gabriella por todo companheirismo, concelhos e idas a Carrancas. Obrigada Lucas, Janaina e Rodolfo por todas gargalhadas e leveza em tempos tão difíceis.

E, para dizerem que eu agradei até o cachorro e o gato, obrigada Pandora, Hades e Neguinha por simplesmente existirem.

RESUMO

Em 2020, o mundo passou pela pandemia causada pelo novo coronavírus, o COVID-19. Descoberto em Wuhan na China, obrigou a população mundial a rever seus hábitos e retomar a discussão sobre a importância de serviços básicos como o saneamento. Este trabalho foi dividido em duas partes, onde a primeira tem como objetivo levantar o panorama do saneamento básico no Brasil e identificar sua relação com a Saúde Pública. A segunda parte deste estudo, pretendeu avaliar o índice de saneamento da Bacia Hidrográfica Alto do Rio Grande, obter a regressão com ajuste ao modelo logarítmico para correlacionar os indicadores de abastecimento de água e coleta de esgoto com os casos e óbitos de COVID-19. Os dados de saneamento foram obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e os dados de casos e óbitos por COVID-19 na Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais (SES-MG). Por meio desse estudo, foi possível estabelecer uma relação entre o baixo saneamento e a alta incidência de doenças, incluindo o novo coronavírus, onde estima-se que o número de casos e óbitos por COVID-19 na bacia diminui 5% a cada unidade a mais da porcentagem de abastecimento de água.

Palavras-chaves: GD1, Marco Legal Saneamento, Sars-CoV-2.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Grupos de Indicadores do SNIS.

FIGURA 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

FIGURA 3 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Grande e da sub-bacia Alto do Rio Grande.

FIGURA 4 – Gráficos envelopes do (a) cenário 2 e (b) cenário 5, relacionando o número de casos de COVID-19 com o abastecimento de água na Bacia do Alto Rio Grande.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado.

TABELA 2 – Índices do Saneamento Básico nas regiões brasileiras.

TABELA 3 – Cenários do Modelo Linear Generalizado - MLG com ajuste Binominal Negativo entre as variáveis resposta e variáveis explicativas.

TABELA 4 – Tabela dos coeficientes do modelo binomial negativo com função de ligação log e os valores de AIC dos Cenários.

LISTA DE SIGLAS

AG001 - População total atendida com abastecimento de água.

AIC - Critério de Informação de Akaike.

ANA - Agência Nacional das Águas.

BHRG - Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

DRSAI – Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado.

ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário.

GD1 - Bacia Hidrográfica do Rio Grande – Afluentes Alto Rio Grande.

IN015 - Índice de coleta de esgoto.

IN016 - Índice de tratamento de esgoto.

IN055 - Índice de atendimento total de água.

MLG - Modelos Lineares Generalizados.

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

OMS – Organização Mundial de Saúde.

ONU – Organização das Nações Unidas.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde.

SES-MG - Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais.

SINIMA – Sistema Nacional de Informações em Meio Ambiente.

SINSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

SNIRH – Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	11
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Saneamento Básico	13
2.2 O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS)	16
2.3 Saúde Pública e Saneamento Básico	18
2.4 Doença do Coronavírus Sars-CoV-2: COVID-19	20
REFERÊNCIAS	23
SEGUNDA PARTE	27
ARTIGO 1 – COVID - 19 e o Saneamento Básico na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAIS E MÉTODOS	31
2.1 Saneamento no Alto do Rio Grande	31
2.2 Relação entre COVID-19 e Saneamento na Bacia do Alto do Rio Grande	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.1 Saneamento na Bacia do Alto do Rio Grande	33
3.2 Relação entre COVID-19 e Saneamento na Bacia do Alto do Rio Grande	35
4 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A - Figuras Adicionais	46
APÊNDICE B – Rotina Utilizada	47

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

O saneamento é indispensável para uma boa qualidade de vida da população, tornando-se conectado diretamente com a saúde pública como o principal instrumento de combate a pandemias e prevenção de ocorrências de doenças infecciosas e parasitárias.

Com a pandemia instituída pelo COVID-19, aumentou-se a visibilidade sobre a discussão da importância do saneamento básico e sua relação direta com o setor da saúde. Aos prestadores dos serviços de saneamento foi atribuída a responsabilidade de garantir à população a manutenção do abastecimento de água potável, fornecendo meios para que ela pudesse preservar os hábitos de higiene e controlar a propagação do vírus. Mas o saneamento básico é mais que isso, o não contato da população com a água contaminada, por meio do tratamento de água para sua potabilidade; o tratamento e coleta do esgoto; a coleta e destinação correta dos resíduos sólidos e a destinação adequada das águas pluviais são os principais métodos para aumentar o índice de qualidade de vida da população.

Portanto, por meio de instalações de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana de águas pluviais, é possível promover a saúde pública, a prevenção de doenças e a preservação do meio ambiente.

O presente trabalho foi dividido em uma revisão bibliográfica sobre o panorama do saneamento básico brasileiro e um artigo em que é analisada a correlação da qualidade do Saneamento Básico nas cidades localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande – Afluentes Alto Rio Grande (GD1) com a quantidade de casos diagnosticados de COVID-19.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Saneamento Básico

O saneamento é um conjunto de ações que visa preservar o ambiente e controlar fatores ambientais que possam afetar o bem-estar físico, mental e social da população, melhorando, assim, a saúde pública por meio da prestação de serviços de qualidade (OMS, 2013).

Assegurado como direito do cidadão pela Constituição de 1988, o saneamento básico é definido pela Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007) como conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

- Abastecimento de água potável: fornecer água potável para todos, realizando o tratamento e o abastecimento adequado, por meio de infraestruturas e instalações operacionais técnicas de abastecimento público de água potável.
- Esgotamento sanitário: coleta e tratamento do esgoto, utilizando de infraestruturas e instalações necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados do efluente.
- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: manutenção das vias públicas urbanas e coleta dos resíduos sólidos, oferecendo infraestruturas para a realização da coleta, varrição das vias, conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e de limpeza urbana;
- Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: oferecimento de infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas e a fiscalização preventiva das redes.

Segundo dados de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), 92,1% dos brasileiros têm acesso à coleta de lixo e 83,6% acesso ao serviço de abastecimento de água. Entretanto, o cenário de atendimento da rede de esgoto é deficitário, pois, pouco mais da metade da população, cerca de 53%, é atendida com coleta de esgoto, enquanto apenas 46,3% possuía tratamento de esgoto. A situação é ainda mais discrepante quando são analisados os dados das regiões brasileiras separadamente (Tabela 1). A região Norte tem o pior índice de saneamento básico, contando com apenas 10,5% da sua população atendida pelo esgotamento sanitário e 57,1% pelo abastecimento de água. Em contrapartida, a

Região Sudeste é dona dos maiores índices, com 91% de abastecimento de água e 79,2% de coleta de esgoto (SNIS, 2018).

Tabela 1 – Índices do saneamento básico nas regiões brasileiras.

Regiões	Abastecimento de Água	Atendimento de coleta de Esgoto	Coleta Domiciliar dos Resíduos Sólidos
Norte	57,1%	10,5%	83,6%
Nordeste	74,2%	28,0%	86,1%
Centro-Oeste	89,0%	52,9%	92,9%
Sudeste	91,0%	79,2%	96,2%
Sul	90,2%	45,2%	91,5%
Média Total	83,2%	53,2%	92,1%

Fonte: SNIS (2018).

A falta de saneamento induz situações de fragilidade socioambiental, principalmente em áreas com indivíduos em estado de vulnerabilidade socioeconômica, além de aumentar a possibilidade de contaminação e degradação do ambiente (OLIVEIRA, 2008). Ao se proporcionar elevados índices de atendimento das diferentes vertentes do saneamento básico é possível assegurar o bem-estar da população, evitando doenças causadas pelo contato direto com a água contaminada.

Tentando reverter o atual cenário, com o objetivo de erradicar a pobreza, proteger o planeta e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do serviço de saneamento básico, em uma reunião de líderes mundiais na sede das Nações Unidas (ONU) em 2015, o Brasil firmou um plano de ações para o desenvolvimento sustentável, denominado Agenda 2030 (ONU, 2015).

A Agenda 2030 contém 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) que deverão ser cumpridos até 2030 (Figura 1). Dentre os vários objetivos, destaca-se o referente ao sexto item, que tem como meta assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos (ONU, 2015). Desde então, cientistas e especialistas discutem a importância de investimentos em projetos políticos para a aceleração da universalização do saneamento básico do Brasil.

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Itamaraty (2015).

Em 2020, com a chegada da Pandemia do novo corona vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19, a discussão em volta da precariedade do saneamento no Brasil se tornou pauta emergencial, dado que o acesso a instalações de saneamento adequadas e seguras é indispensável para a higiene, prevenção de doenças e saúde humana.

Conforme a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e a OMS, a melhor maneira de prevenir o COVID-19 é lavando as mãos frequentemente com água e sabão ou álcool em gel, cobrir a boca ao tossir ou espirrar e utilizar máscara sempre que o distanciamento social não for uma opção (OPAS, 2020).

Segundo o SNIS (2018), cerca de 35 milhões de brasileiros não têm acesso ao abastecimento de água e quase 100 milhões não tem coleta de esgoto. A previsão é que para levar água tratada e sistema de esgotamento para todas as residências brasileiras em até 20 anos, será necessário um investimento médio R\$ 443,5 bilhões, ou seja, um investimento anual mínimo de R\$ 22,2 bilhões (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Assim, a universalização dos serviços de saneamento no Brasil continua longe de ser realidade, tornando a prevenção inacessível para uma parcela da população. Os municípios que detêm poucos recursos financeiros e periferias de grandes cidades são os mais afetados com condições sanitárias de baixo nível, fruto de um processo de urbanização excludente e desigual (OLIVEIRA, 2008; PORTO et al., 2015; MENDES; BARCELLOS, 2018)

De acordo com Souza e Gomes (2019), o financiamento sempre foi um ponto crítico para a universalização do saneamento básico no Brasil. As crises financeiras e a falta de recursos públicos sempre foram as justificativas para os reduzidos investimentos públicos no setor. Isso tem servido de base para iniciativas que propõem a abertura do setor do saneamento para o mercado, como proposto pelo novo marco legal do saneamento, delimitado pela Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020).

Nesse cenário de urgência a Lei Nº 14.026 (BRASIL, 2020), que instituiu o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, abriu discussões sobre a importância da universalização do saneamento básico e o método de fiscalização e regulação dos serviços prestados. O setor de saneamento básico tem suas diretrizes nacionais definidas pela Lei Federal nº. 11.445/2007 e sua regulação dada pelo Decreto Federal nº. 7.217/2010. Com a sanção da Lei Nº 14.026/2020, alterações foram realizadas e entre elas destacam-se quatro:

- Universalização dos serviços de saneamento básico até 2033, pela realização de contratos que “garantam o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos” (BRASIL, 2020);
- O fortalecimento da regulação setorial e consequente segurança jurídica para investimentos privados no saneamento básico (SION, 2020);
- A regionalização da prestação dos serviços de saneamento básico, por meio da união dos municípios para a prestação dos serviços de forma qualificada e universal (DIAS; MARANHÃO; MOTTA, 2020);
- Formas de contratação das prestadoras de serviços por licitações.

Além disso, outra mudança está prevista na Lei nº 14.026/2020, a Agência Nacional das Águas (ANA) passa a editar normas de referência relacionadas ao manejo de resíduos sólidos e à drenagem de águas pluviais em centros urbanos (BRASIL, 2020). Assim, as modificações causadas pelo novo marco legal pretendem auxiliar no crescimento do índice de brasileiros atendidos pelos serviços essenciais de saneamento básico.

2.2 O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS)

O Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) foi criado pela Lei nº 11.445, que estabelece as diretrizes nacionais e a Política Federal de Saneamento Básico, com o objetivo de (BRASIL, 2007):

- Coletar e computar dados relacionados à eficiência dos serviços públicos de saneamento básico;

- Fazer análises estatísticas, demonstrar indicadores para a produção do quadro de demanda e oferta de serviços públicos de saneamento básico, garantindo a racionalidade da aplicação dos recursos federais;
- Realizar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia, por meio de relatórios técnicos, da prestação dos serviços de saneamento básico.

Criada em conjunto pelo Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (SNIRH) e pela Sistema Nacional de Informações em Meio Ambiente (SINIMA), o SINISA mais tarde passou a ser denominado por Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em que sua evolução constou com a ampliação de escala de coleta de dados, aumento de informações e indicadores analisados (SNIS, 2019).

O SNIS é composto por dados dos serviços de água e esgoto (SNIS-AE), manejo de resíduos sólidos urbanos (SNIS-RS) e drenagem e manejo de águas pluviais (SNIS-AP), englobando os aspectos institucionais, técnico-operacionais, administrativos, econômico-financeiros e de qualidade dos serviços prestados (BRASIL, 2019)

O método de coleta de informação é realizado pelos titulares dos serviços (organização e gestão municipal), pelos prestadores do serviço (gestão técnica de serviços de esgotamento sanitário, abastecimento de água, resíduos sólidos urbanos e drenagem de águas pluviais) e pelas entidades reguladoras. A partir dessas informações, o SNIS gera grupos com os indicadores descritos na Figura 2 (SNIS, 2020).

Figura 2 – Grupos de Indicadores do SNIS.



Fonte: SNIS (2020).

Os indicadores fornecidos pelo SNIS servem como parâmetros para análise da qualidade do Saneamento Básico do Brasil. Na esfera federal, os indicadores destinam-se ao planejamento e à execução das políticas públicas, através da coleta de informações sobre a prestação dos serviços, orientando as áreas que necessitam de maiores investimentos e auxiliando no acompanhamento e avaliação de desempenho dos programas e serviços. Já nas esferas estaduais e municipais, os dados fornecem indicadores para a fiscalização e avaliação dos prestadores de serviços, aumentando a eficiência e eficácia da sua gestão (SNIS, 2004).

2.3 Saúde Pública e Saneamento Básico

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a saúde é o completo estado de bem-estar físico, mental e social e não somente a ausência de doenças ou enfermidades (OMS, 2013). Assim, o meio ambiente no qual o indivíduo está inserido se faz extremamente importante para a manutenção do seu bem-estar.

As Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), descritas na Tabela 2, podem ser evitadas com investimentos em abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, resultando em grande economia financeira para a área da saúde (FUNASA, 2004; SIQUEIRA et al., 2017). A UNESCO (2015), estima que o retorno estimado para cada Dólar investido em saneamento básico é de U\$5,00 a U\$28,00. Segundo o Ministério Saúde, para cada R\$1,00 investido em saneamento básico, gera-se uma economia de R\$4,00 na área da medicina curativa do SUS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Tabela 2 – Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado.

Categoria	Doenças
Doenças de transmissão feco-oral	Diarréias Febres entéricas Hepatite A
Doenças transmitidas por inseto vetor	Dengue Febre Amarela L. tegumentar L. visceral Filariose linfática Malária Doença de chagas
Doenças transmitidas através do contato com a água	Esquistossomose Leptospirose
Doenças relacionadas com a higiene	Doenças dos olhos Tracoma Conjuntivites Doenças da pele Micoses superficiais
Geo-helminthos e teníases	Helmintíases Teníases

Fonte: Adaptado FUNASA (2004).

A má qualidade de vida e o agravamento do estado de saúde podem ser causados pela carência ou ineficiência dos serviços de saneamento (SANTOS et al., 2018). A mortalidade infantil, por exemplo, tem relação direta com o saneamento básico. No modelo estatístico aplicado por Mendonça e Motta (2005), o aumento da extensão dos serviços de esgotamento em 1% resultaria na redução de 216 no número de óbitos de crianças de 0 a 4 anos. Para os serviços de abastecimento de água, a extensão de 1% causaria o impacto de redução de 108 casos de morte. Ou seja, a partir do momento que esses serviços melhoram, há um impacto positivo na mortalidade, diminuindo o índice de óbitos.

Teixeira, Gomes e Souza (2012) fizeram uma associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina, e verificaram que quanto maior a cobertura populacional por serviços de esgotamento sanitário e por sistemas de abastecimento de água, menor a mortalidade infantil e menor a taxa de mortalidade de menores de 5 anos de idade. Concluíram então, que a melhoria da saúde pública na América Latina depende da ampliação do acesso aos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Em um estudo global, Troeger et al. (2018) verificaram que a falta de água potável e a falta de saneamento adequado foram dois dos principais fatores de risco para diarreia, responsáveis por 72,1% e 56,4% das mortes por diarreia em crianças com menos de 5 anos, respectivamente.

Em um estudo sobre internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, Siqueira et al. (2017) verificaram que das 13.929 internações por DRSAI, 93,7% relacionaram-se às doenças de transmissão feco-oral e 20,4% foram de crianças de 1 a 4 anos de idade; a letalidade hospitalar foi de 2,2%, tendo as doenças de transmissão feco-oral como principais causas de óbito. Observaram ainda que o gasto total com as internações foi de cerca de R\$ 6,1 milhões. Segundo estes autores, as DRSAI permanecem como um importante problema na região estudada, embora esta apresente bons indicadores de desenvolvimento.

No Brasil, um estudo do Instituto Trata Brasil, nomeado como “Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento Brasileiro 2018”, utilizou informações coletadas na Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2015) para estimar que no ano de 2013, cerca de 15 milhões de brasileiros não realizaram suas atividades, como comparecer ao trabalho por causa de diarreias e vômitos, sintomas que estão ligados a doenças relacionadas ao saneamento inadequado. As maiores taxas de incidência foram nas regiões do país com menores índices de Saneamento Básico, o Norte e Nordeste (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017). Sendo assim, o maior índice de saneamento evita doenças de veiculação hídrica e conseqüentemente, gera economia à saúde pública.

2.4 Doença do Coronavírus Sars-CoV-2: COVID-19

Em dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS), recebeu alerta sobre um surto de problemas respiratórios na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Diferente de um quadro normal de Pneumonia, a epidemia se espalhava rapidamente. Em janeiro de 2020, autoridades chinesas confirmaram a descoberta de um novo coronavírus, denominado SARS-CoV-2, que provocava a doença COVID-19 (OPAS, 2020).

O coronavírus se disseminou rapidamente entre os continentes e, em 30 de janeiro de 2020, pela sexta vez na história, a OMS declarou Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional. Mas, foi no dia 11 de março de 2020, pouco mais de dois meses do início do surto, que a OMS declarou estado de pandemia do COVID-19 (OPAS, 2020).

Não existe vacina ou tratamento comprovado para o COVID-19, e a única forma de combate à doença é a prevenção da sua propagação, por meio das seguintes medidas de proteção, indicadas pela OMS (OPAS, 2020):

- Distanciamento social: resguarda pelo menos um metro de distâncias de outras pessoas;

- Higienização das mãos: realizada constantemente utilizando água e sabão ou álcool em gel para matar o vírus;
- Uso de máscara: evitando que pequenas gotículas contendo o vírus entre em contato com as vias aéreas;
- Desinfecção de superfícies e produtos: utilizar o álcool em gel ou água e sabão para esterilizar superfícies, compras de supermercados e tudo que tenha entrado em contato com outras pessoas.

Mesmo com a adoção das ações indicadas, o cenário mundial e os números assustavam, foram computados mais de 118 mil casos em 114 países e 4,2 mil pessoas mortas, até a data da declaração de estado de pandemia pela OMS. A Espanha, Itália, China e Estados Unidos lideravam o índice de novos casos, demonstrando o poder de expansão da contaminação do vírus em diferentes climas, continentes e características sociais e econômicas (OMS, 2020).

Alguns países enfrentaram o total colapso do sistema de saúde, em que não conseguiam atender todos os pacientes, sendo obrigados a declararem *lockdown*, ou seja, adotar o distanciamento social total, deixando em funcionamento apenas os serviços essenciais, a fim de controlar e conter a infecção de novos indivíduos (PARMET; SINHA, 2020). Este método foi considerado radical por muitas pessoas, já que impactava diretamente os aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais da população.

No Brasil, o primeiro caso foi diagnosticado no dia 26 de fevereiro de 2020 na cidade de São Paulo, o paciente havia voltado de uma viagem à Itália, que na época passava pelo pico de contaminação (PINHEIRO; RUPRECHT, 2020). Porém, foi somente em abril que se declarou *lockdown* no Brasil, o estado de São Paulo liderou o índice de contaminação e no período a qual tentavam conter a disseminação do vírus pelo país, alguns estados pararam. Por divergências políticas, o distanciamento social total não foi adotado por todos os brasileiros, impossibilitando a tentativa de redução de disseminação do vírus.

Manaus, capital do estado de Amazonas, foi a primeira capital a apresentar sinais de esgotamento na rede pública hospitalar, devido ao rápido aumento do número de casos de COVID-19. Em levantamento sobre o tema, Orellana et al (2020) verificaram que em Manaus, só na primeira quinzena de maio, foram quase sete mil novos casos, o dobro do número até então identificado. Ademais, de 19 a 28 de abril, a média diária de sepultamentos foi de 123, valor quatro vezes maior do que a média diária de 2019. A partir dos dados coletados, os autores verificaram ainda uma ampla subnotificação, um problema mundialmente reconhecido, sobretudo em regiões de precária testagem e serviços de saúde deficitários.

Diversos fatores colaboraram pelo colapso do setor da saúde em Manaus, e depois em diferentes cidades brasileiras, entre eles a baixa testagem da população causada pelo alto valor dos testes, a não aderência ao distanciamento social por parte da população e o baixo índice de saneamento básico, evidente nos bairros de menor renda (SANTOS, 2020). No Norte do Brasil, por exemplo, apenas 57,1% da população tem acesso ao abastecimento de água e 10,5% a coleta de esgoto (SNIS, 2018).

Com foco no saneamento básico, constata-se que este, entre outros fatores, torna-se fundamental para reduzir a transmissibilidade do COVID-19. Wu et al. (2020) sugerem que é possível a presença do Sars-Cov-2 nos excrementos dos pacientes por quase cinco semanas após os testes respiratórios serem negativos para o vírus. Os autores reconhecem que, embora o conhecimento sobre a viabilidade do SARS-CoV-2 seja limitado, o vírus pode permanecer viável no ambiente por dias, o que pode levar à transmissão fecal-oral, como visto para outras síndromes respiratórias causadas por SARS-CoV (YEO; KAUSHAL; YEO, 2020).

Assim, a possibilidade de transmissão da COVID-19 pela via feco-oral tem graves implicações, principalmente em áreas carentes de saneamento como no caso do Brasil (CAPODEFERRO; SMIDERLE, 2020).

A má qualidade do saneamento, vulnerabilidade socioeconômica de parte da população e a crise política fizeram o Brasil entrar em novembro de 2020 com cerca de 5,6 milhões de casos diagnosticados com COVID-19, ocupando o terceiro lugar no ranking mundial, atrás apenas dos Estados Unidos da América e da Índia. Quanto ao número de óbitos, o país fica em segundo lugar, atrás novamente dos Estados Unidos da América, com 160 mil óbitos (ONU, 2020).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.

BRASIL. **Decreto nº. 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

BRASIL. **Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 2020.

CAPODEFERRO, M. W.; SMIDERLE, J. J. A resposta do setor de saneamento no Brasil à COVID-19. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 1022–1036, 2020.

DIAS, C.; MARANHÃO, P.; MOTTA, C. Webinar: Novo Marco Legal do Saneamento. (1h e 01 min.) **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**, Brasília, 02 jul. 2020.

Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/dirigentes-ana-e-do-mdr-debatem-mudancas-trazidas-pelo-novo-marco-legal-do-saneamento-basico>> Acesso em: 07 set. 2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública**. Brasília: Funasa, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa nacional de saúde 2013. Acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. [s.l: s.n.]. v. 39

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento brasileiro**. 2017. Disponível em:

<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario_executivo.pdf>.

Acesso em: 25 out. 2020.

ITAMARATY. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). **Itamaraty**. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e->

meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>. Acessado em: 15 de nov. de 2020.

MENDES, T. M.; BARCELLOS, C. A dimensão territorial do esgotamento sanitário: o caso do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro, Brasil. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 23, n. 2, p. 647–658, 2018.

MENDONÇA, M.; MOTTA, R. Saúde e Saneamento no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**, n. 1994, p. 24, 2005.

OLIVEIRA, S. M. M. C. de. **Mortalidade infantil e saneamento básico**: ainda uma velha questão. 16. 2008, Caxambu. Anais – XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Caxambu: Associação Brasileira de Estudos.

ORELLANA, J. D. Y. *et al.* Explosion in mortality in the Amazonian epicenter of the COVID-19 epidemic. **Caderno de Saúde Pública**, Manaus, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 25 set. 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf> Acesso em: 09 nov. 2020

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard**. Disponível em: <https://covid19.who.int>. Acesso em: 09 nov. 2020

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Coronavirus disease (COVID-2019): situation report 72. Genebra: World Health Organization; 2020. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200401-sitrep-72-covid-19.pdf?sfvrsn=3dd8971b_2 Acesso em: 08 nov. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS; UNICEF. **Progress on Sanitation and Drinking Water 2013 update**. WHO, 2013. 40 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS. Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil - OPAS/OMS. **Organização Pan-Americana da Saúde**. Disponível em: <<http://www.paho.org/pt/covid19>>. Acessado em: 10 de nov. de 2020

PARMET, W. E., SINHA, M. S. Covid-19 — The Law and Limits of Quarantine. **New**

England Journal of Medicine, v. 382, n. 15, p. e28, abr. de 2020.

PINHEIRO, C.; RUPRECHT, T. Coronavírus: primeiro caso é confirmado no Brasil. O que fazer agora? **Veja Saúde**, 2020. Disponível em:

<<https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-primeiro-caso-brasil>> Acesso em: 08 nov. 2020.

PORTO, M. F. de S. *et al.* Saúde e ambiente na favela: reflexões para uma promoção emancipatória da saúde Health and environment in the slums: thoughts to foster emancipatory promotion of health. **Serviço Social & Sociedade**, v. 123, p. 523–543, 2015.

SANTOS, F. F. S. D. *et al.* O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 241–251, 2018.

SANTOS, J.G. A primeira fase pandêmica da SARS-COV-2 no Brasil; apontamentos para uma análise integrada de desigualdades territoriais associadas aos padrões e ritmos de propagação da doença e seus impactes na população brasileira. jul. de 2020.

doi:10.1590/SciELOPreprints.916

SION, A. O. Necessidade de Investimentos em Infraestrutura para Universalização do Saneamento Básico no Combate a Pandemias: Uma Análise do Enfrentamento à COVID-19 à Luz do Novo Marco Legal do Saneamento Básico. **Revista de Ciências Jurídicas e Sociais - IURJ**, v. 1, n. 1, p. 111–141, 2020.

SIQUEIRA, M. S. *et al.* Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 26, n. 4, p. 795–806, 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2004**. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/downloads/arquivosold/1_INSTITUCIONAL/os%20dez%20anos%20do%20snis.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2018**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico->

anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018 >. Acesso em: 20 out. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Ministério das Cidades**, 2020. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/concepcao> >. Acesso em: 20 out. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS.

Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. **Secretaria Nacional de Saneamento – SNS**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p.

SOUSA, A. C. A. DE; GOMES, J. P. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe7, p. 36–49, 2019.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; DE SOUZA, J. A. Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: Estudo com dados secundários. **Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health**, v. 32, n. 6, p. 419–425, 2012.

TROEGER et al. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoea in 195 countries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet Infectious Diseases**, v.18, n.11, p.1211-1228, 2018.

UNESCO. Água Para Um Mundo Sustentável. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**, 2015.

WU Y. *et al.* Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples. **The Lancet Gastroenterol Hepatol**, 2020;5(5):434-435.

YEO, C.; KAUSHAL, S.; YEO, D. Enteric involvement of coronaviruses: is faecal–oral transmission of SARS-CoV-2 possible? **The Lancet Gastroenterology and Hepatology**, v. 5, n. 4, p. 335–337, 2020.

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1 – COVID - 19 e o Saneamento Básico na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande

RESUMO

O saneamento básico adequado é um fator importante para prevenção de diversas doenças. Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a condição do saneamento das cidades pertencentes a Bacia Hidrográfica Alto do Rio Grande (GD1) e a relação com os casos e óbitos de COVID-19 na região. Os dados de saneamento foram obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e os dados de casos e óbitos do novo coronavírus na Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais (SES-MG). Como resultado, foi constatado que o índice de abastecimento de água e de coleta de esgoto do GD1 está abaixo da média nacional, indicando a necessidade de investimento. Com base nos dados do SNIS 2018 e os números de casos e óbitos por COVID – 19, averiguou-se, por meio do Modelo Linear Generalizado com ajuste Binominal Negativo, que o aumento de 1% no abastecimento de água, implica na redução de 5% dos casos e óbitos de COVID-19 na Bacia Alto do Rio Grande. Recomenda-se que o estudo seja refeito utilizando um banco de dados maior para aumentar a verossimilhanças do modelo aplicado.

Palavras-Chaves: Sars-CoV-2, Pandemia, Saneamento Ambiental, Água Potável.

1 INTRODUÇÃO

Um surto de internações por problemas respiratórios na cidade de Wuhan, província de Hubei, na China levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a ficar em alerta. Inicialmente, diagnosticada como pneumonia, a doença se espalhava muito rápido entre a população. Foi somente em janeiro de 2020, que houve a confirmação da descoberta de um novo coronavírus, denominado SARS-CoV-2, causador da doença COVID-19 (HUANG et al., 2020; ZHU et al., 2020).

Os coronavírus (CoV), pertencentes a família *Coronaviridae*, são vírus de RNA de fita positiva encapsulados, que infectam animais e humanos causando doenças respiratórias, gastrointestinais, hepáticas e neurológicas. Entre as 39 espécies conhecidas na família *Coronaviridae*, destaca-se a síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV) e a síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV) que assemelham muito ao novo coronavírus, SARS-CoV-2, que recebeu esse nome por sua doença, COVID-19, causar uma síndrome respiratória aguda grave (SARS) (WU et al., 2020).

O novo coronavírus é transmitido por meio de contato com secreções contaminadas, como gotículas de saliva, espirro e tosse. E, por essa característica se disseminou velozmente pelo mundo, levando a OMS a declarar, em março de 2020, estado de pandemia de COVID – 19 (LIU; KUO; SHIH, 2020; RAHMAN et al., 2020). O distanciamento social, onde as pessoas mantêm pelo menos um metro de distância uma da outra, foi o método indicado para conter e prevenir a propagação do vírus, juntamente com o uso de máscara e a higienização constante das mãos com água e sabão ou álcool em gel (BERARDI et al., 2020; LI et al., 2020).

Por estar presente nas secreções, o contato com pessoas infectadas aumenta os riscos de contaminação (CHAN et al., 2020); entretanto, como o SARS-CoV-2 foi detectado em fezes de pacientes contaminados, como também nos esgotos sanitários, este se torna um potencial fonte de contaminação para o ambiente e para as pessoas (WU et al., 2020; WURTZER S. et al; YEO; KAUSHAL; YEO, 2020).

A transmissão de COVID-19 por meio feco-oral, apesar de não ser comprovada ainda, é amplamente discutida. Heller *et al.* (2020) descreve diversos modos de contaminação por COVID-19 por meio do contato direto e indireto com efluentes que contém a presença do SARS-CoV-2, destacando-se a ingestão de água contaminada. Já a transmissão feco-nasal, diferente da feco-oral, foi comprovada em um estudo realizado em um prédio doméstico em Hong Kong na China, onde análises sugeriram que os aerossóis gerados na descarga do vaso sanitário da família contaminada, tenha chegado aos outros apartamentos pelas chaminés e

aberturas de drenagem, contaminando as famílias que residiam no mesmo andar (WANG et al., 2020).

Percebe-se que o saneamento básico é indispensável para prevenção da COVID-19, a sua precariedade gera o descontrole na disseminação não somente do novo coronavírus, como também de várias doenças de veiculação hídrica (LA ROSA et al., 2020; SCHIMPF; CUDE 2020). Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), 35 milhões de brasileiros não têm acesso ao sistema de abastecimento de água tratada, dificultando o ato de higienizar as mãos constantemente, como indicado, para evitar a contaminação pelo COVID-19 (ZVOBGO; DO, 2020).

Sobre a coleta de esgoto no Brasil, cerca de 110 milhões de pessoas não tem esse serviço em sua casa, ou seja, aproximadamente 47% da população dispõem de maneira incorreta seu efluente doméstico, contaminando o solo, os recursos hídricos e comprometendo o abastecimento humano à jusante (SNIS, 2018).

Baseando-se no estudo de Wu et al. (2020) que indicou a presença do material genético Sars-Cov-2 em fezes de pacientes contaminados, pesquisadores comprovaram a incidência do novo coronavírus em amostras do esgoto doméstico (MEDEMA et. al, 2020; SODRÉ et al., 2020; FREITAS et al., 2020; WURTZER et al., 2020), e conseguiram identificar, em diversas cidades, os pontos com maior população infectada (SODRÉ et al., 2020).

Utilizando como base os estudos que confirmam a presença do COVID – 19 no efluente doméstico, a Agência Nacional das Águas (ANA) em conjunto com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolveu o projeto-piloto de Monitoramento do COVID-19 no Esgoto, com o objetivo de monitorar a presença do novo coronavírus em amostras coletadas do esgoto das cidades de Belo Horizonte e Contagem, integrantes das bacias hidrográficas dos ribeirões Arrudas e Onça. O projeto visa mapear as áreas com incidência da doença para, posteriormente, auxiliar os gestores a tomarem as devidas precauções (ALVES, 2020; GUERRA et al., 2020). Mas, para que o projeto seja reproduzido em outras partes do país, é necessário que a área onde o estudo será replicado tenha uma boa gestão do saneamento básico, para a obtenção e mapeamento das amostras de esgoto.

Dessa forma, este trabalho objetivou analisar a qualidade do saneamento básico na Bacia Hidrográfica Alto Rio Grande (GD1) e ajustar um modelo de regressão para verificar a existência de influência do abastecimento de água e esgotamento sanitário no número de casos e óbitos por COVID – 19.

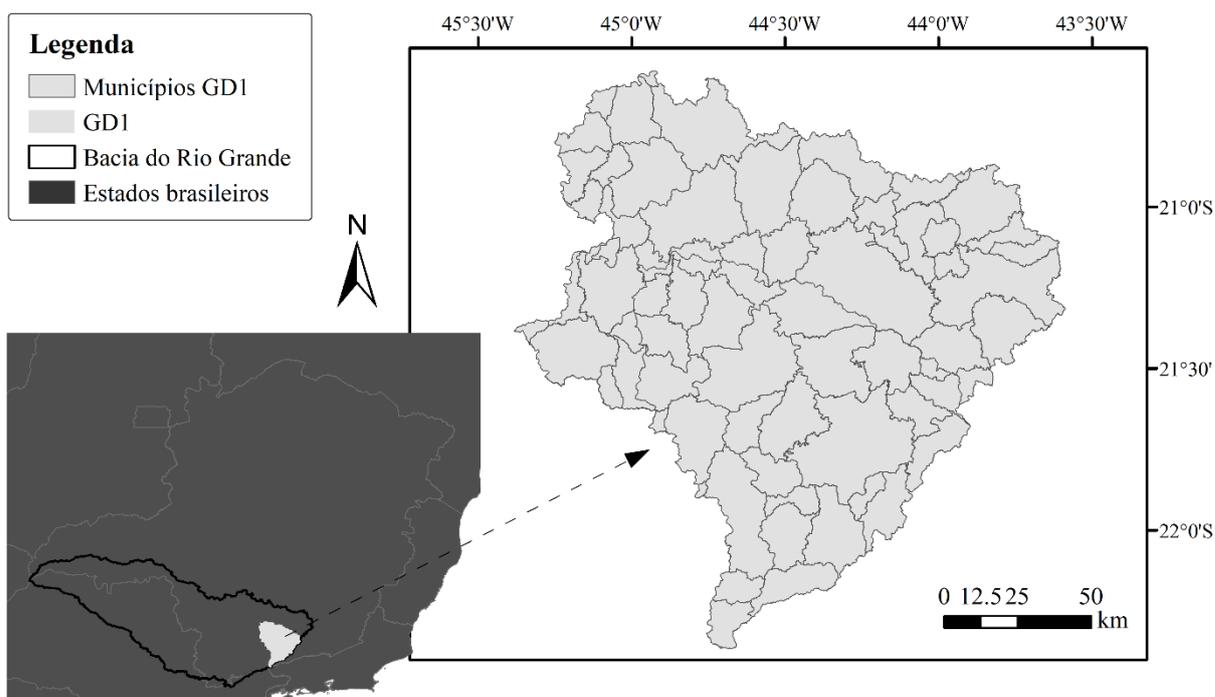
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Saneamento no Alto do Rio Grande

A Bacia do Alto do Rio Grande, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), está localizada na Região do Sul de Minas Gerais, entre o sul e sudeste da Bacia do Rio Paraíba do Sul, a oeste da Bacia do Rio Verde e a nordeste da Bacia do Rio das Mortes.

Situando-se entre as coordenadas 21° S a 22° 30' S e a 44° O a 45° 30' O, o GD1 (Figura 3) tem uma área drenada de 8.800 km², onde o Rio Grande passa por 423 km e pelos municípios de: Aiuruoca; Alagoa; Andrelândia; Arantina; Baependi; Bocaina de Minas; Bom Jardim de Minas; Carrancas; Carvalhos; Cruzília; Ibertioga; Ibituruna; Ijaci; Ingaí; Itamonte; Itumirim; Itutinga; Lavras; Liberdade; Lima Duarte; Luminárias; Madre de Deus de Minas; Minduri; Nazareno; Piedade do Rio Grande; Santa Rita de Ibitipoca; Santana do Garambéu; São João del Rei; São Tomé das Letras; São Vicente de Minas; Seritinga e Serranos (CONSORCIO ECOPLAN-LUME-SKILL, 2014).

Figura 3 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Grande e da sub-bacia Alto do Rio Grande.



Fonte: Do autor (2020).

Coletou-se dados no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2018) das 32 cidades pertencentes ao GD1, que totalizam cerca de 390 mil habitantes (IBGE, 2020), para

diagnosticar os serviços de água e esgoto. O SNIS gera indicadores que apontam as áreas que necessitam de mais investimento, por meio de coletas de informações sobre a prestação desses serviços.

Foram utilizados três indicadores para avaliação do saneamento: Índice de atendimento total de água (IN055), Índice de coleta de esgoto (IN015) e Índice de tratamento de esgoto (IN016). O IN055 indica a relação entre a população total do município e a quantidade de habitantes atendidos pelo abastecimento de água. O IN015 indica a porcentagem entre o volume de esgoto coletado pelo volume de água consumido menos o volume tratado. O IN016 indica a relação do volume de esgoto tratado pelo volume de esgoto coletado.

Pelo fato de alguns municípios não declararem informações ou não disponibilizarem dados completos no SNIS (2018), utilizou-se para fazer o ajuste do modelo aos dados, as informações de Abastecimento de água (AG001) que indica a quantidade total de habitantes atendidos pelo abastecimento de água e o Esgotamento sanitário (ES001), indicador da população total atendida pelo esgotamento doméstico por serem os índices com mais informações. Os dados faltantes no banco de dados do SNIS foram completados com o menor valor do índice em questão, considerando a premissa que as cidades que não declararam têm a população aproximada da cidade com menor porcentagem de abastecimento de água e esgotamento doméstico.

2.2 Relação entre COVID-19 e Saneamento na Bacia do Alto do Rio Grande

As informações sobre o COVID-19, acumuladas até o dia 27 de outubro de 2020, foram obtidas na Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais (SES-MG, 2020). Coletou-se os dados de casos e óbitos de COVID-19 das 32 cidades pertencentes ao GD1.

Considerando os dados de casos e óbitos de COVID-19 como variável resposta e os indicadores AG001 e ES001 como variáveis explicativas, utilizou-se o Software R Studio (R CORE TEAM, 2020), para desenvolver o Modelo Linear Generalizado (MLG) com ajuste Binomial Negativo para seis modelos com função de ligação logarítmica (NELDER; WEDDERBURN, 1972) (Tabela 3).

Tabela 3 – Cenários do Modelo Linear Generalizado - MLG com ajuste Binominal Negativo entre as variáveis resposta e variáveis explicativas.

Cenário	Variável Resposta	Variáveis Explicativa
1	Casos	AG001 e ES001
2	Casos	AG001
3	Casos	ES001
4	Óbitos	AG001 e ES001
5	Óbitos	AG001
6	Óbitos	ES001

Fonte: Do autor (2020)

O MLG é recomendado quando há modelos para dados de contagem, ou seja, quando os dados são classificados por categoria como sexo e faixa etária (MARCIANO, 2009). Dentro do MLG temos o modelo de regressão de Poisson e o modelo de regressão Binomial Negativa que, diferente do modelo de Poisson, não impõem que o valor médio seja igual a variância, permitindo que a variância não seja constante e mude conforme a média (ALVARENGA, 2015), característica que auxilia no caso em que os dados aumentam e diminuem e por isso, foi o modelo escolhido para este trabalho.

Utilizando 5% de significância, determinou-se por meio do p-valor se há uma relação entre a variável resposta e a variável explicativa. Para seleção do melhor cenário avaliou-se o Critério de Informação de Akaike (AIC), que indica a verossimilhança do modelo e permite comparar os cenários (AKAIKE, 1974), por meio da avaliação do menor valor, ou seja, quanto menor o valor de AIC, menor é a perda de informação e, conseqüentemente, melhor é o ajuste. Além disso, foi avaliado o ajuste do modelo aos dados da regressão por meio de gráficos normal de probabilidade com envelope simulado referente ao modelo (ALVARENGA, 2015; MARCIANO, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Saneamento na Bacia do Alto do Rio Grande

Dentre as 32 cidades que compõem a Bacia Alto do Rio Grande, os municípios de Alagoa, Bocaina de Minas, Carrancas, Ibituruna e Luminárias não informaram nenhum tipo de dado ao SNIS no ano de 2018. Assim, mediante as informações disponíveis para o indicador IN055, avaliou-se que cerca de 62% da população do GD1 é atendida pelo abastecimento de água, índice abaixo da média nacional de 83,62% (SNIS, 2018). Sabe-se que a população das cidades

que não declararam informações no SNIS recebe água para consumo; entretanto, não se sabe o percentual da população atendida, nem mesmo a qualidade da água fornecida a essa população. Considerando apenas a população das cidades do GD1 que informaram ao SNIS sua situação no ano de 2018, 73,8% da população é atendida pelo abastecimento de água.

Oliveira et al. (2015) constataram que 3,2% do total do índice de anos de vida perdidos ou com incapacitação (Disability Adjusted Life Years - DALY) de crianças menores de 5 anos em Minas Gerais, é causado por saneamento básico de má qualidade. Esta porcentagem pode ser maior em regiões com maior vulnerabilidade socioeconômica. As Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) são evitadas por meio de investimento em abastecimento de água e esgotamento sanitário doméstico (FUNASA, 2004; SIQUEIRA et al., 2017), afetando diretamente a ocorrência de internações no Sistema Único de Saúde (SUS), onde a cada R\$1,00 investido em saneamento básico, gera-se uma economia de R\$4,00 em investimento no SUS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Quando avaliamos o esgotamento doméstico percebemos que o déficit é bem maior em comparação ao abastecimento de água. Das 32 cidades estudadas, 20 não declararam informações sobre o indicador IN015 e 23 para o IN016. Considerando como zero os dados de cidades que declararam o índice de abastecimento de água potável, mas não informaram o de esgotamento doméstico, a média de coleta de esgoto da bacia é de 31%, já o tratamento do esgoto é de 19 %, deixando o índice abaixo da média nacional, onde 53% dos brasileiros têm acesso à coleta de esgoto e 46% do esgoto coletado no país é tratado.

Ao separarmos de acordo com a população, as cidades da bacia com menos de 20 mil habitantes tiveram índice de coleta de esgoto de 24,5% e tratamento de 10,5%. O baixo índice de esgotamento doméstico reflete na qualidade da bacia hidrográfica, já que ligações clandestinas são construídas e levam o efluente para córregos que mais tarde desaguam no Rio Grande, contaminando-o. Além disso, baixa cobertura da rede de esgotamento impede que essas cidades repliquem o Projeto de Monitoramento do COVID-19 no esgoto, pois o projeto utiliza a rede de coleta para obter as amostras e fazer a avaliação dos pontos com contaminação (GUERRA et. al., 2020; ALVES, 2020).

O Brasil, em 2015, assinou o Agenda 2030 que previa planos de ações contendo 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), entre eles o objetivo de assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos até 2030 (ONU, 2015). Porém, as crises financeiras e a falta de recursos públicos tornaram justificativa para a falta de ações, por parte do governo, para a solução do problema (SOUSA; GOMEZ, 2019). Foi apenas no estado de urgência causado pela pandemia do COVID-19, que sancionaram a Lei Nº 14.026

(BRASIL, 2020), conhecida como o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, onde se prevê a universalização dos serviços de saneamento básico até 2033.

Como relatado, a implantação do saneamento é vista como um custo, e não como investimento. Na Índia, um país com déficit em saneamento como o Brasil, Hutton et al. (2020) verificaram que a simples construção de latrinas/fossas para a população com custos de instalação e manutenção anual de US\$527, resultou em benefícios anuais de US\$727 por família, principalmente com economia associada à redução da incidência de doenças como a diarreia (55%). Em levantamento recente, Sallaa et al. (2019) verificaram que para cada dólar investido no saneamento básico economiza-se aproximadamente 4,3 dólares com a saúde na Guiné-Bissau. A ausência ou deficiência do saneamento básico no mundo causa uma perda econômica global anual de 260 bilhões de dólares (EID, 2015).

Dessa forma, a Bacia Alto do Rio Grande está longe de universalizar o saneamento básico e será necessário alto investimento e recursos públicos para que toda população obtenha serviços de boa qualidade. Segundo o Instituto Trata Brasil (2018), para levar água tratada e esgotamento sanitário para todos os brasileiros em até 20 anos, é necessário um investimento médio R\$ 443,5 bilhões, ou seja, um investimento anual mínimo de R\$ 22,2 bilhões.

3.2 Relação entre COVID-19 e Saneamento na Bacia do Alto do Rio Grande

Os resultados do ajuste utilizando a distribuição binomial negativa para os seis cenários estão apresentados na Tabela 4. Avaliando o cenário 1, percebe-se que a variável explicativa ES001 teve um p-valor maior que 5% de significância, indicando que, no cenário avaliado, não há uma relação estatística significativa entre as variáveis explicativas e a variável resposta.

Apesar da significância do Cenário 3, o valor de AIC foi o maior dentre os modelos analisados para a variável resposta casos (Tabela 4). Ou seja, mesmo que haja uma correlação entre os dados de coleta de esgoto e casos de COVID-19, o modelo perdeu muita informação no ajuste da função logarítmica, diminuindo sua verossimilhança. Portanto, é necessário refazer o modelo com mais dados para obter mais confiabilidade nos resultados.

Tabela 4 – Tabela dos coeficientes do modelo binomial negativo com função de ligação log e os valores de AIC dos cenários.

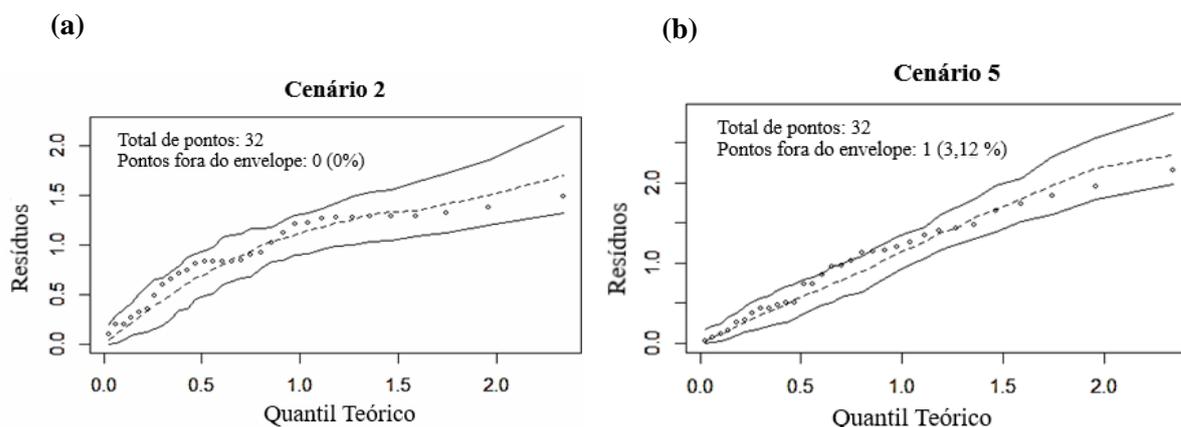
Variável	Coeficiente de regressão		AIC
	β	p-valor	
Cenário 1			
Casos	-3.08017	0.0351	
AG001	0.06800	0.0176	122.9
ES001	-0.01680	0.3628	
Cenário 2			
Casos	-2.76410	0.0527	
AG001	0.04860	0.0120	121.3
Cenário 3			
Casos	-0.93651	0.3141	
ES001	0.02732	0.0414	124.48
Cenário 4			
Óbitos	0.13917	0.890500	
AG001	0.07629	0.000325	318.66
ES001	-0.02396	0.090790	
Cenário 5			
Óbitos	0.62642	0.531863	
AG001	0.04832	0.000568	318.36
Cenário 6			
Óbitos	2.82575	3.61e-05	
ES001	0.02176	0.032	325.41

Fonte: Do autor (2020).

Para o cenário 2 (Tabela 4), verifica-se significância entre o número de casos e o abastecimento de água (p -valor $< 0,05$), sendo este o modelo que melhor se ajustou aos dados observados. O gráfico de envelope (Figura 4a) confirma a verossimilhança do modelo, pois a projeção dos resíduos não difere significativamente da linha reta e estão dentro do intervalo de confiança.

Assim, os resultados apresentados indicam que o abastecimento de água foi significativo no que se refere a variação no número de casos de COVID-19 nas cidades que estão localizadas na Bacia Alto do Rio Grande. O coeficiente $\beta = 0,04860$ indica um decréscimo nos casos em função do aumento do índice de abastecimento total de água, sendo uma função logarítmica temos que $\exp(0,04860) = 1,05$, estima-se então que o número de casos diminui 5% a cada acréscimo de uma unidade percentual nos índices de abastecimento de água.

Figura 4 - Gráficos envelopes do (a) cenário 2 e (b) cenário 5, relacionando o número de casos de COVID-19 com o abastecimento de água na Bacia do Alto Rio Grande.



Fonte: Do autor (2020).

Avaliando os cenários com o óbito como variável resposta, observa-se que esgotamento sanitário não teve relação significativa (p -valor $> 0,05$) com os casos de óbito por COVID-19 no cenário 4 (Tabela 4), portanto o modelo não é o ideal.

Apesar da significância do modelo para o cenário 6 (Tabela 4), o valor de AIC foi o maior dentre os modelos que utilizaram a variável resposta óbito, indicando que mesmo existindo uma correlação entre os dados de coleta de esgoto e casos de óbitos, o ajuste do modelo perdeu muita informação no ajuste da função logarítmica. Neste caso, é necessário refazer o modelo com mais dados para aumentar a verossimilhança e assim, ter mais confiabilidade nos resultados.

Dados na literatura sobre os casos de COVID-19 e sua relação com o tratamento de esgoto são escassos, como reportado por Pandey et al. (2020) em uma revisão de literatura sobre o tema. Mesmo com poucos dados, os autores verificaram que em alguns países da Ásia, África e América Latina (não incluindo o Brasil) os maiores índices de casos de COVID-19 estavam relacionados à falta de saneamento básico e condições de higiene.

Para o cenário 5, a relação entre as variáveis foi significativa e o AIC é o menor entre os cenários que utilizam o óbito como variável resposta, ou seja, é o modelo que se ajusta melhor e menos perde informação (Tabela 4). No gráfico envelope do cenário 5 (Figura 4b) verifica-se que apenas um ponto ficou fora do envelope, cerca de 3%, mantendo o cenário 5 dentro dos 5% de significância.

Assim, os resultados apresentados indicam que o abastecimento de água foi significativo no que se refere a variação no número de óbitos de COVID-19 nas cidades localizadas na Bacia Alto do Rio Grande. O coeficiente $\beta = 0,04832$ indica um decréscimo nos óbitos em função do aumento do índice de abastecimento total de água, sendo uma função logarítmica temos que

$\exp(0,04832) = 1,05$, estima-se assim que o aumento em 1% no abastecimento de água, gera a diminuição de 5% na taxa de óbito.

Um modo de combate à propagação do novo coronavírus é por meio da higienização (PRADHAN et al., 2020), já que não existe nenhuma vacina aprovada, o que torna indispensável condições adequadas de saneamento básico, devido à presença do vírus nas excretas humanas e consequentemente nas águas superficiais (LANGONE et al., 2021). Ainda em relação ao saneamento, condições adequadas de abastecimento de água potável é primordial para evitar as conhecidas doenças de veiculação hídrica e a COVID-19 (OPAS, 2020; SUNKARI et al., 2021). E, como verificado no presente trabalho, os modelos que apresentaram melhor ajuste, cenários 2 e 5, confirmam a relação entre o abastecimento de água e as variáveis resposta casos e óbitos por COVID-19 na Bacia Alto do Rio Grande. Dentro de uma mesma região, espera-se que cidades com acesso irregular à água tratada sejam mais vulneráveis à transmissão do vírus, na maioria das vezes áreas nas periferias dentro dos estados, que tenham menores investimentos sociais (ZAGO et al., 2020).

Em estudo realizado por Zago et al. (2020), foi verificado que nos estados de São Paulo, Paraná, Amazonas e Ceará, respectivamente, 96%, 94%, 89% e 59% da população tem acesso a água tratada. E que nas cidades operadas pelas companhias estaduais de saneamento houve maior número de casos de COVID-19 por 100 mil habitantes comparadas às cidades em que o abastecimento de água é operado por outras empresas. Destaca-se aqui que as maiores cidades dos estados, normalmente, são abastecidas pela companhia estadual de saneamento, como verificado por Zago et al. (2020), e devido à maior densidade populacional, provavelmente, o saneamento, ou a falta dele, tenha menor peso na contaminação da população. Então, o maior número de casos observado por Zago et al. (2020) tem relação com a densidade populacional e outros hábitos da população, como o isolamento social, e não necessariamente com a falta de saneamento. Diferentemente das cidades avaliadas no presente trabalho, nas quais a população é menor e outros fatores, além da transmissividade por contato direto, torna-se mais evidente. No que diz respeito ao esgotamento doméstico, podemos aferir que não há relação com o número de casos de COVID-19 no GD1, o que não retira a possibilidade da relação entre a coleta de esgoto com a incidência do novo coronavírus (AMIRIAN, 2020; LIU et al., 2020; WESTHAUS et al., 2021). Segundo Aquino (2020) o aumento em 1% no acesso ao esgotamento sanitário diminui 0,75% os casos do novo coronavírus no Brasil. Quanto ao abastecimento de água da população brasileira, o aumento de 1% implica em uma redução de 7,76% de casos de COVID-19.

No caso da relação com o número de óbitos, mesmo o cenário 6 apresentando valores de significância adequados, serão necessárias mais informações sobre o esgotamento doméstico para confirmar a conversão do modelo, por causa da baixa apresentação de dados no SNIS por parte dos municípios analisados. No caso da relação com o número de óbitos, mesmo o cenário 6 apresentando valores de significância adequados, serão necessárias mais informações sobre o esgotamento doméstico para confirmar a conversão do modelo, por causa da baixa apresentação de dados no SNIS por parte dos municípios analisados.

Dessa forma, o monitoramento da COVID-19 via esgoto sanitário na Bacia do Alto Rio Grande apresenta grandes desafios para que sejam replicados estudos realizados em outras regiões do país e do mundo (MICHAEL-KORDATOU; KARAOLIA; FATTA-KASSINOS, 2020; SODRÉ et al., 2020). Dentre os obstáculos estão a falta de informações disponíveis, a menor abrangência dos índices de saneamento, em especial do esgotamento sanitário, e ainda as particularidades brasileiras no desenvolvimento de estudos desta natureza, uma vez que são notórias as assimetrias regionais e nacionais em relação ao saneamento básico, tanto em termos geográficos quanto sociais, dificultando uma abordagem ampla deste tipo de avaliação (FREITAS; KUWAJIMA; SANTOS, 2020).

4 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu avaliar a situação do Saneamento Básico na Bacia do Alto Rio Grande, por meio dos índices de cobertura de abastecimento de água e esgotamento doméstico. A Bacia do Alto Rio Grande apresentou índice de abastecimento de água de 62,3% e índice de coleta de esgoto de 31%, ficando com a média de 24,5% nas 27 cidades com menos de 20 mil habitantes, índices inferiores à média nacional.

Por meio do ajuste do modelo de regressão utilizando a distribuição binomial negativa via Modelos Lineares Generalizados, foi possível constatar a relação entre o abastecimento de água e os números de casos e óbitos do COVID-19. O aumento de 1% no abastecimento gera o decréscimo de 5% nos casos e óbitos por COVID-19. Não foi possível constatar significância entre a variável explicativa índice de esgotamento doméstico e os números de casos e óbitos do COVID-19 na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande. Para aproveitar melhor o MLG, constatou a necessidade de um banco de dados maior, principalmente em relação ao esgotamento sanitário, a fim de aumentar a verossimilhança do ajuste do modelo. Assim, pretende-se replicar o modelo utilizado neste trabalho para o estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, Boston, vol. 19, no. 6, pp. 716-723, Dez. 1974.

ALVARENGA, A. M. T. **Modelos lineares generalizados**: aplicação a dados de acidentes rodoviários Dissertação Mestrado em Gestão de Informação Especialização em Gestão e Análise de Dados. p. 101, 2015.

ALVES, R. Monitoramento COVID Esgotos divulga detalhes da pesquisa para comunidade técnica e científica. **Agencia Nacional das Águas - ANA**, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/monitoramento-covid-esgotos-divulga-detalhes-da-pesquisa-para-comunidade-tecnica-e-cientifica>> Acesso em: 08 nov. 2020.

AMIRIAN, E. S. Potential fecal transmission of SARS-CoV-2: Current evidence and implications for public health. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 95, p. 363–370, 1 jun. 2020.

AQUINO, D. S. Influência do acesso a saneamento básico na incidência e na mortalidade por COVID-19: análise de regressão linear múltipla nos estados brasileiros. **Revista Thema**, v. 18, p. 319–31, out. de 2020.

BRASIL. **Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, 2020.

CHAN, J. F.W. *et al.* A Familial Cluster of Pneumonia Associated with the 2019 Novel Coronavirus Indicating Person-to-Person Transmission: A Study of a Family Cluster. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 514–23, fev. de 2020.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME-SKILL. **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia do Alto Rio Grande**: Resumo Executivo. Consórcio Ecoplan-Lume- Skill. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/567/1/Resumo%20Executivo_GD1%20%282%29.pdf> Acessado em: 15 nov. 2020

EID, U. The importance of water, sanitation and hygiene as keys to national. Maryland: Candid, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/31DFCZo> Acessado em 30 nov. de 2020.

FREITAS, D. A. F. DE; KUWAJIMA, J. I.; SANTOS, G. R. DOS. Water resources, public policies and the COVID-19 pandemic. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 15, n. 5, p. 1, 3 set. 2020.

FREITAS, D. A. F. *et al.* Water resources, public policies and the COVID-19 pandemic. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 15, n. 5, p. 1, set. de 2020

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública**. Brasília: Funasa, 2004.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. **Fiocruz divulga estudo sobre a presença do novo coronavírus em esgotos sanitários. 28 de abril de 2020**. Rio de Janeiro; 2020.

Disponível em: <<http://portal.fiocruz.br/noticia/fiocruz-divulga-estudo-sobre-presenca-do-novo-coronavirus-em-esgotos-sanitarios>> Acesso em: 10 nov. 2020.

GUERRA, S. *et al.* As agências reguladoras em resposta à crise da COVID-19. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 874–97, ago. de 2020.

HELLER, L. *et.al.* COVID-19 faecal-oral transmission: Are we asking the right questions? **Science of The Total Environment**, v. 729, p. 138919, ago. 2020.

HUANG, C. *et al.* Clinical Features of Patients Infected with 2019 Novel Coronavirus in Wuhan, China. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 497–506, fev de 2020.

HUTTON, G. *et al.* Comparison of the Costs and Benefits of the Clean India Mission. **World Development**, v. 134, p. 105052, out. de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa nacional de saúde 2013. Acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. [s.l: s.n.]. v. 39

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento brasileiro**. 2017. Disponível em:

<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario_executivo.pdf>. Acesso em: 25 out. 2020.

LA ROSA, G. *et al.* Coronavirus in Water Environments: Occurrence, Persistence and

Concentration Methods - A Scoping Review. **Water Research**, v. 179, p. 115899, jul. de 2020.

LANGONE, M. *et al.* SARS-CoV-2 in water services: presence and impacts. **Environmental Pollution**, v. 268, p. 115806, 2020.

LIU, D. *et al.* Potential secondary transmission of SARS-CoV-2 via wastewater. **Science of The Total Environment**, v. 749, p. 142358, dez. 2020.

LIU, Y. C.; KUO, R. L.; SHIH, S. R. COVID-19: The first documented coronavirus pandemic in history. **Biomedical Journal**, v. 43, n. 4, p. 328–333, 2020.

MARCIANO, F. W. P. **Principais tipos de resíduos utilizados na análise de diagnóstico em MLG com aplicações para os modelos: Poisson, ZIP e ZINB**. 2009. p. 62. Relatório Final (Pós Graduação) - Universidade Federal do Pará, Fortaleza, 2009.

MEDEMA G. *et al.* Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage. **MedRxiv**, mar. 2020.

MICHAEL-KORDATOU, I.; KARAOLIA, P.; FATTA-KASSINOS, D. 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, out. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/ambiente/Manual%20de%20Saneamento.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2020.

NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series A (General). Vol. 135, No. 3 (1972), p. 370-384. Wiley, 1972.

OLIVEIRA, A. F. *et al.* Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil: 2005. **Ciência & Saúde Coletiva**, vl. 20, n. 4, p. 1027–36, abr. de 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 25 set. 2015. Disponível

em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf>

Acesso em: 09 nov. 2020

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS. Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil - OPAS/OMS. **Organização Pan-Americana da Saúde**. Disponível em: <<http://www.paho.org/pt/covid19>>. Acessado em: 10 de nov. de 2020

PANDEY, D. *et al.* SARS-CoV-2 in Wastewater: Challenges for Developing Countries. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 231, p. 113634, jan. de 2021.

PRADHAN, D. *et al.* A Review of Current Interventions for COVID-19 Prevention. **Archives of Medical Research**, v. 51, n 5, p. 363–74, jul. de 2020.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>

RAHMAN, H. S. *et al.* The transmission modes and sources of COVID-19: A systematic review. **International Journal of Surgery Open**, v. 26, p. 125–136, 2020.

SALLA, M. R. *et al.* Relação entre saneamento básico e saúde pública em Bissau, Guiné-Bissau. **Saúde e Sociedade**, vol. 28, n 4, p. 284–96, dez. de 2019.

SCHIMPF, C.; CUDE, C. A systematic literature review on water insecurity from an oregon public health perspective. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020

SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE – SES-MG. **Distribuição dos casos de COVID-19**. Disponível em: <<http://coronavirus.saude.mg.gov.br/painel>>. Acessado em: 27 out. de 2020.

SIQUEIRA, M. S. *et al.* Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 26, n. 4, p. 795–806, 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2004**. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/downloads/arquivosold/1_INSTITUCIONAL/os%20dez%20anos%20do%20snis.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2018**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 20 out. 2020.

SODRÉ, F. *et al.* Epidemiologia do Esgoto como estratégia para monitoramento comunitário, mapeamento de focos emergentes e elaboração de sistemas de alerta rápido para COVID-19. **Química Nova**, 2020.

SOUSA, A. C. A. DE; GOMES, J. P. Desafios para o investimento público em saneamento no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe7, p. 36–49, 2019.

SUNKARI, E. D. *et al.* Sources and Routes of SARS-CoV-2 Transmission in Water Systems in Africa: Are There Any Sustainable Remedies? **Science of The Total Environment**, v. 753, p. 142298, jan. de 2021.

WANG, D. *et al.* Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China. **JAMA**, v. 323, n. 11, p. 1061, 17 mar. 2020.

WESTHAUS, S. *et al.* Detection of SARS-CoV-2 in raw and treated wastewater in Germany – Suitability for COVID-19 surveillance and potential transmission risks. **Science of The Total Environment**, v. 751, p. 141750, jan. 2021.

WU, D. *et al.* The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 94, p. 44–48, maio 2020.

WU Y. *et al.* Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples. **The Lancet Gastroenterol Hepatol**, 2020;5(5):434-435.

WURTZER S. *et al.* Time course quantitative detection of SARS-CoV-2 in Parisian wastewaters correlates with COVID-19 confirmed cases. **MedRxiv** 2020.

YEO, C.; KAUSHAL, S.; YEO, D. Enteric involvement of coronaviruses: is faecal–oral transmission of SARS-CoV-2 possible? **The Lancet Gastroenterology and Hepatology**, v. 5, n. 4, p. 335–337, 2020.

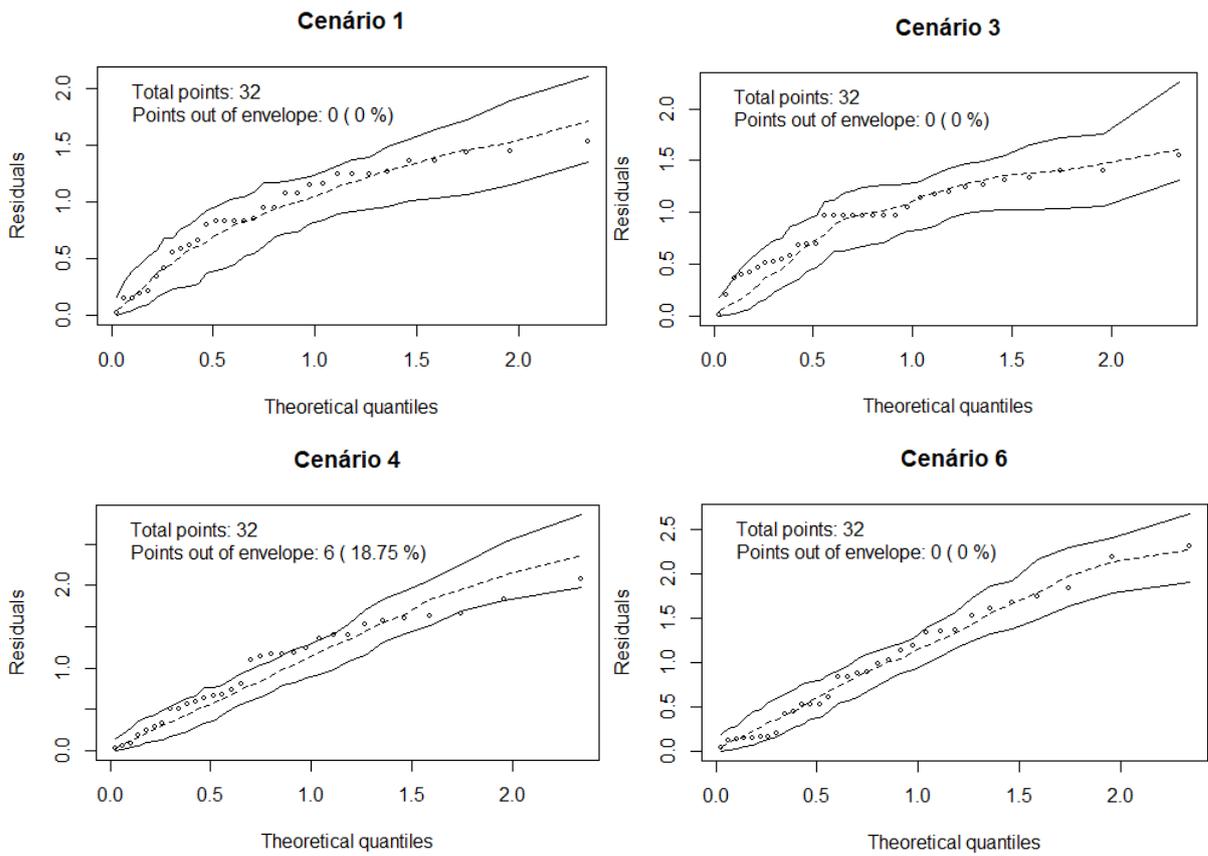
ZAGO S. Q. G. M. *et al.* COVID -19 - Behavior of cases and deaths analyzed according sanitation system wastewater and water in the municipalities of 4 Brazilian states: São Paulo, Ceará, Paraná and Amazonas. **International Journal of Advanced Engineering and Management Research**. v. 5, n. 03, 2020. Disponível em: <https://ijaemr.com/uploads/pdf/archivepdf/2020/IJAEMR_405.pdf> Acessado em 30 nov. de 2020.

ZHU, N. *et al.* A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. **New England Journal of Medicine**. [S.l: s.n.], 2020

ZVOBGO, L.; DO, P. COVID-19 and the Call for ‘Safe Hands’: Challenges Facing the under-Resourced Municipalities That Lack Potable Water Access - A Case Study of Chitungwiza Municipality, Zimbabwe. **Water Research X**, v. 9, p. 100074, dez. de 2020.

APÊNDICE A - Figuras Adicionais

Gráficos envelopes dos Cenários 1,3,4 e 6 que não obtiveram um bom ajuste no Modelo Linear Generalizado Binominal negativo.



APÊNDICE B – Rotina Utilizada

Script utilizado no Software R Studio (R CORE TEAM, 2020).

Importando dados:

```
>library(MASS)
```

```
>library(hnp)
```

```
>GD1 <-read.table(file="Pasta1.csv",header = T, sep=";" ,na.strings=c("", "NA"))
```

```
>dados<-GD1
```

Formula para substituir os NA's:

```
>NA.change <- function (x,y) {
```

```
>x[is.na(x)] <- y
```

```
>return(x)}
```

Substituindo os NA's pelo valor mínimo:

```
>dados$A<-NA.change(dados$A,45.00)
```

```
>dados$AU<-NA.change(dados$AU,45.00)
```

```
>dados$E<-NA.change(dados$E,34.60)
```

```
>dados$EU<-NA.change(dados$EU,27.90)
```

Regresso usando MLG para Casos - Binomial Negativa:

```
>modelo.BN1<-glm.nb(casoscont ~ A+E,data = dados,link = log)
```

```
>summary(modelo.BN1)
```

```
>hnp(modelo.BN1,print.on = T)
```

```
>title("Cenário 1")
```

```
>modelo.BN2<-glm.nb(casoscont ~ A,data = dados,link = log)
```

```
>summary(modelo.BN2)
```

```
>hnp(modelo.BN,print.on = T)
```

```
>title("Cenário 2")
```

```
>modelo.BN3<-glm.nb(casoscont ~ E,data = dados,link = log)
```

```
>summary(modelo.BN3)
```

```
>hnp(modelo.BN3,print.on = T)
```

```
>title("Cenário 3")
```

Regressa usando GLM para Óbitos - Binomial Negativa:

```
>modelo.BN4<-glm.nb(obitocont ~ A+E,data = dados,link = log)
```

```
>summary(modelo.BN4)
```

```
>hnp(modelo.BN4,print.on = T)
```

```
>title("Cenário 4")
```

```
>modelo.BN5<-glm.nb(obitocont ~ A,data = dados,link = log)
```

```
>summary(modelo.BN5)
```

```
>hnp(modelo.BN5,print.on = T)
```

```
>title("Cenário 5")
```

```
>modelo.BN6<-glm.nb(obitocont ~ E,data = dados,link = log)
```

```
>summary(modelo.BN6)
```

```
>hnp(modelo.BN6,print.on = T)
```

```
>title("Cenário 6")
```