

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO RIO VERDE NO VALE
DO SÃO PATRÍCIO, GOIÁS**

CERES

2021

MARCOS VITOR DOS SANTOS ALMADA

**ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO RIO VERDE NO VALE
DO SÃO PATRÍCIO, GOIÁS**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas sob a orientação da professora Dra. Priscila Jane Romano Gonçalves Selari.

**CERES
2021**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Aa Almada, Marcos Vitor dos Santos
ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO RIO VERDE
NO VALE DO SÃO PATRÍCIO, GOIÁS / Marcos Vitor dos
Santos Almada; orientadora Priscila Jane Romano
Gonçalves Selari. -- Ceres, 2021.
20 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências
Biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Ceres, 2021.

1. Água. 2. coliformes. 3. legislações. 4.
microbiologia. 5. tratamento. I. Romano Gonçalves
Selari, Priscila Jane, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: MARCOS VITOR DOS SANTOS ALMADA
Matrícula:2017103220510031

Título do Trabalho: **ANÁLISE DE PARÂMETROSMICROBIOLÓGICOS DO RIO VERDE NO VALE DO SÃO PATRÍCIO, GOIÁS.**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, 28 de julho de 2021.

(Assinado Eletronicamente)

Priscila Jane Romano Goncalves Selari

1410439

(Assinatura do Docente, Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais)

Documento assinado eletronicamente por:

- Marcos Vitor dos Santos Almada, 2017103220510031 - Discente, em 29/07/2021 14:25:42.
- Priscila Jane Romano Goncalves Selari, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/07/2021 18:55:27.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/07/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 294448
Código de Autenticação: 902237d0a4



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 20210025/2021 - GE-CE/DE-CE/CMPCE/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao dia 27 do mês de julho do ano de dois mil e vinte e um, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do acadêmico MARCOS VITOR DOS SANTOS ALMADA, do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas matrícula 2017103220510031, cujo título é "ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO RIO VERDE NO VALE DO SÃO PATRÍCIO, GOIÁS". A defesa iniciou-se às 18 horas e 58 minutos, finalizando-se às 19 horas e 23 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 9,4 no trabalho escrito, média 9,6 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 9,5 de pontos, estando o estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Priscila Jane Romano Gonçalves Selari
Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Márcio Ramatiz Lima dos Santos
Membro

(Assinado Eletronicamente)

Thiago Fernandes Qualhato
Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- **Thiago Fernandes Qualhato**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/07/2021 20:52:21.
- **Marcio Ramatiz Lima dos Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/07/2021 20:40:28.
- **Priscila Jane Romano Goncalves Selari**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/07/2021 20:36:38.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/07/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 294026
Código de Autenticação: 1dc5f0f802



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100

Dedico este trabalho em memória ao professor, biólogo, orientador e amigo Jorge Freitas Cieslak, que sempre me motivou durante toda a graduação. Grato por tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, que foi meu alicerce durante toda a minha vida, e que neste período de graduação foi compreensiva em relação a minha ausência.

Agradeço à minha incrível irmã, que sempre esteve do meu lado, me ouvindo, aconselhando, dando broncas e também intensas risadas.

Agradeço aos meus amigos, que estiveram do meu lado nos momentos de alegria, tristeza, raiva, e quaisquer sentimentos que a faculdade pode proporcionar a um aluno, demonstrando sempre uma amizade incondicional.

Agradeço à professora Priscila Jane, que me acolheu, me aconselhou, me orientou, e me permitiu apresentar um desempenho que eu sequer sabia que era capaz.

Agradeço à técnica Simone Avellar, que me auxiliou e orientou durante um formidável período de estágio na Saneago, contribuindo significativamente para minha formação profissional.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e ao seu corpo docente por atuarem na minha formação com excelência como professor e biólogo, fornecendo estrutura, materiais didáticos completos e de qualidade e aulas com excelentes metodologias.

Por fim, agradeço a todos aqueles os quais de alguma forma me incentivaram, contribuindo para minha formação profissional, e todos aqueles que fizeram com que este trabalho acontecesse.

RESUMO

Tendo papel imprescindível para a manutenção da vida terrestre, a água é um recurso importante para várias atividades vitais. É utilizada para o abastecimento público, podendo ser retirada de fontes naturais, como, por exemplo, os rios. Considerando que menos de 1% deste recurso pode ser utilizado para consumo humano, o seu tratamento deve ser constantemente monitorado através de análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos com padrões propostos pelas entidades e legislações relacionadas ao meio ambiente. Visando o acompanhamento dos padrões exigidos pelas legislações, este trabalho teve como objetivo analisar, caracterizar e avaliar parâmetros microbiológicos do Rio Verde, nas cidades de Ceres e Carmo do Rio Verde, em três diferentes pontos, sendo eles os pontos A) local de banho B) trecho do rio que passa próximo ao aterro sanitário da cidade de Ceres e C) local de captação de água do IF Goiano – Campus Ceres. As análises foram realizadas de acordo com os métodos do Número Mais Provável (NMP) APHA 9:2015 e APHA/AWWA/WEF 9221:2012 para contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água. O fator de presença da *E. coli* em 100% dos pontos, junto aos resultados quantitativos de coliformes totais e termotolerantes, também apontam, segundo as legislações vigentes, que a água é imprópria para consumo humano, sendo para esta finalidade indispensável o devido tratamento do esgoto para controle de micro-organismos. Desta forma, fica evidente a importância do devido tratamento da água antes de ser utilizada para consumo.

Palavras-chave: Água; coliformes.; legislações; microbiologia; tratamento.

ABSTRACT

Having an indispensable role in maintaining life on earth, water is an important resource for various vital activities. It is used for public supply, and can be taken from natural sources, such as rivers. Considering that less than 1% of this resource can be used for human consumption, its treatment must be constantly monitored through analyses of physicochemical and microbiological parameters with standards proposed by the entities and legislations related to the environment. Aiming at the monitoring of the standards required by the legislations, this work had the objective of analyzing, characterizing and evaluating microbiological parameters of the Verde river, in the cities of Ceres and Carmo do Rio Verde, in different points: A) bathing spot, B) stretch of the river that passes near the garbage dump of the city of Ceres and C) water catchment site of the IF Goiano - Ceres Campus. The analyses were performed according to the Most Probable Number (MPN) methods APHA 9:2015 and APHA/AWWA/WEF 9221:2012 for total coliform and thermotolerant coliform counts in water. The presence of *E. coli* in 100% of the points, along with the quantitative results of total and thermotolerant coliforms, also indicate, according to current laws, that the water is unsuitable for human consumption, and for this purpose proper treatment to control microorganisms is essential. Thus, it is evident the importance of proper water treatment before being used for consumption.

Keywords: Water; coliforms; legislations; microbiology; treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Visão geral dos pontos de coleta A, B e C.....	6
Figura 2. Ponto de coleta A: Local de banho.....	7
Figura 3. Ponto de coleta B: Trecho do rio atrás do aterro sanitário de Ceres.....	7
Figura 4. Ponto de coleta C: Captação de água do IF Goiano – Campus Ceres.....	8
Figura 5. Tubos de caldo Verde Brilhante positivos para coliformes totais.....	10
Figura 6. Tubo de caldo <i>Escherichia coli</i> (EC) positivo para coliformes termotolerantes.....	12
Figura 7. Média de coliformes totais e termotolerantes em NMP/mL nos pontos de coleta A, B e C.....	14
Figura 8. Colônias características de <i>E. coli</i> em amostra do Ponto A, crescida sobre ágar EMB.....	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Combinação de tubos positivos em caldo Verde Brilhante e Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais em 100 mL de amostra para cada um dos pontos de coleta.....	11
Tabela 2. Combinação de tubos positivos em caldo EC e Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes em 100 mL de amostra para cada um dos pontos de coleta.....	13

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1. A utilização da água no Brasil	2
2.2. Qualidade da água	3
2.3. Parâmetros microbiológicos de qualidade de acordo com a legislação	4
2.4. Coliformes totais e termotolerantes	5
2.5. Rio Verde	5
3. METODOLOGIA	6
3.1. Coleta das amostras	6
3.2. Análises microbiológicas	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
5. CONCLUSÃO	16
6. REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

A importância da água para a manutenção da vida terrestre é imensurável, ou seja, várias atividades vitais são dependentes desta substância para que sejam realizadas. Com isso, considera-se que os rios são recursos naturais de água, com grande importância em diferentes aspectos (Silva et al., 2016).

Sendo também imprescindível em aspectos socioeconômicos, a água pode ser retirada de lagos e aquíferos. É utilizada para abastecimento público, porém deve-se lembrar que é um recurso esgotável, pois em contrapartida de sua existência em grande volume na Terra, menos de 1% pode ser utilizada para consumo humano (GRASSI, 2001). Além disso, estudos sobre este recurso devem estar diretamente ligados com a vida, pois há um considerável número de doenças de veiculação hídrica que têm afetado a biodiversidade.

Essas doenças estão associadas com o tratamento inadequado deste recurso, que resulta, por exemplo, em problemas gastrointestinais, cólera e hepatite. Cabe salientar que a chuva que escoar pelo solo traz consigo substâncias orgânicas e micro-organismos capazes de se incorporar aos mananciais (QUEIROZ et al., 2018).

O tratamento adequado é monitorado através de análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Nos parâmetros físico-químicos são avaliados parâmetros como pH, cloretos, dureza, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), cor, turbidez, cloro residual, sulfato, dentre outras. Já os microbiológicos avaliam a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes (grupos de bactérias), incluindo a *Escherichia coli* (Silva et al., 2017).

Os padrões de qualidade para os corpos de água no Brasil, e suas diretrizes ambientais são colocados consoante a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 375/2005, determinando seu enquadramento e estabelecendo condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). Outra legislação que verifica conformidades e não conformidades tratando-se de controle de qualidade, é a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os artifícios de controle e de vigilância da qualidade da água utilizada para consumo humano (BRASIL, 2011). Finalmente, a lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece diretrizes e planos nacionais para o saneamento básico, tratando, por exemplo, do abastecimento de água potável (BRASIL, 2007).

Mananciais em equilíbrio ecológico, que garantam qualidade de vida humana, dependem de que parâmetros físico-químicos e biológicos estejam dentro de determinados

níveis de qualidade avaliados por padrões específicos que assegurem seus usos preponderantes, conforme legislações específicas vigentes (BATALHA et al., 2014). E, em razão de fatores como constante crescimento demográfico, expansão de territórios urbanos, e diversas ações antrópicas, os níveis de qualidade podem sofrer alterações nem sempre proporcionais a estes fatores.

O abastecimento público de água em termos de qualidade é uma crescente preocupação, visto que a água pode veicular considerável número de enfermidades e doenças por diferentes mecanismos de transmissão (BRASIL, 2006). Cabe salientar que a implementação de projetos e operações não são suficientes para o controle da qualidade de água. Portanto, o monitoramento dos níveis de qualidade é imprescindível para a manutenção deste recurso natural e da saúde pública.

Uma problemática relacionada à manutenção da qualidade de água do Rio Verde, é sua posição de aproximadamente 300 metros abaixo do aterro sanitário municipal de Ceres. Em épocas de chuva, a água que cai no aterro sanitário gera chorume e escoamento para o Rio Verde (que além de abastecer a cidade do Carmo do Rio Verde, abastece também o campus Ceres do Instituto Federal Goiano) e, posteriormente, deságua no Rio das Almas, contaminando neste percurso não só a água, como também o solo (PERIS, 2017).

Visando o acompanhamento dos padrões mencionados para a manutenção da qualidade natural do corpo hídrico, este trabalho tem como objetivo analisar, caracterizar e avaliar os parâmetros microbiológicos de diferentes pontos do Rio Verde nas cidades de Ceres e Carmo do Rio Verde, Goiás.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A utilização da água no Brasil

Consoante Ribeiro e Rolim (2017), a água existente no planeta está em constante movimento, e graças ao ciclo hidrológico, o volume disponível continua o mesmo há centenas de anos. O que tem mudado é sua distribuição regional e seu estado físico, sendo que a água que possui potencial para o consumo humano é a doce, pois a salgada contém componentes impróprios à saúde.

Qualquer atividade antrópica que altere as condições naturais das águas é considerada um tipo de uso. E nesse sentido, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) expõe que no Brasil, a água é utilizada principalmente para irrigação, abastecimento, na indústria, geração de energia, mineração, navegação, turismo e lazer. A qualidade e quantidade relacionadas à água para estas diversas finalidades possuem suas características relacionadas a

parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Esta entidade emite normas que garantem o acesso aos recursos hídricos.

Para Azevedo (2012), o Brasil tem o privilégio de possuir a maior reserva hídrica do mundo, a maior matriz energética hídrica (e limpa) e é também uma grande potência agrícola, e, por isso mesmo, há uma grande demanda no consumo de água. Mas cabe salientar que, segundo Mierzwa (2002), com o aumento populacional também ocorre um aumento proporcional na demanda por alimentos e produtos industrializados que, por sua vez, acarreta uma maior demanda de recursos naturais como um todo, principalmente da água.

No Brasil, consoante a ANA (2019), a irrigação, o abastecimento urbano e a indústria de transformação são responsáveis por 85% das retiradas de água em corpos hídricos, sendo 2,083 milhões de litros por segundo, e possuindo significativa tendência de aumentar nos próximos anos.

Lopes (2010) sublinha que a água também é utilizada para fins recreativos, e esse uso pode ser classificado em contato primário ou secundário. Atividades como natação, banho e mergulho são classificadas como contato primário, sendo que estas possuem grande probabilidade de ingestão de considerável quantidade de água durante sua realização.

2.2. Qualidade da água

Segundo Morais (2016), a escassez de água e/ou a má qualidade gera grande preocupação a dirigentes, gestores e para a população, pois esse recurso é de extrema importância para a qualidade de vida (saúde e bem-estar), sendo imprescindível controlar e exigir, por meio de regulamentos e legislações específicas, as condições adequadas para a distribuição deste recurso a população.

O Ministério da Saúde (2006) afirma que no território nacional, os potenciais de água doce são favoráveis para diferentes finalidades, sendo algo positivo; todavia, as características de recurso natural renovável, em diversas regiões, têm sido negativamente afetadas. Consoante Rebouças (1997), os processos de urbanização, industrialização e produção agrícola ignoram a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Segundo a Funasa (2014), a fim de caracterizar uma amostra de água são determinados diversos parâmetros com padrões específicos, sendo estes os indicadores da qualidade da água analisada. As características estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico em questão, resultantes de diversos aspectos. E enfatiza ainda que, os padrões de concentrações máximas permitidas para determinados fatores e substâncias estão bem

definidos, conforme especificado nas Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011, que estabelecem condições e padrões de lançamento de efluentes.

2.3. Parâmetros microbiológicos de qualidade de acordo com a legislação

A água é imprescindível para a manutenção da vida, e segundo Silva (2019), a contaminação deste recurso por micro-organismos patogênicos possui potencial causador de doenças, que podem ser até mesmo fatais como leptospirose, cólera, desintéria bacteriana, febre tifoide e diarreias. Segundo Pinheiro (2019), a contaminação por *E. coli*, por exemplo, pode causar infecções como abscesso no fígado, pneumonia, meningite, além de diferentes tipos de diarreias.

A Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro de 2000, define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, sendo a recreação de contato primário avaliada nas categorias própria e imprópria, sendo subdivididas quando consideradas próprias em: excelente, muito boa, satisfatória. A água é considerada excelente quando, em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mL; muito boa quando houver, no máximo, 500 coliformes termotolerantes ou 400 *E. coli* ou 50 enterococos por 100 mL; e satisfatória quando houver, no máximo 1000 coliformes termotolerantes ou 800 *E. coli* ou 100 enterococos por 100 mL. E, segundo a mesma resolução, são consideradas impróprias, em se tratando de parâmetros microbiológicos, quando os padrões verificados não atenderem aos critérios estabelecidos para as águas próprias ou o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes termotolerantes ou 2000 *E. coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros.

Posteriormente, a Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, e seu padrão de microbiológico em seu Capítulo IV e ANEXO I, sendo recomendada para consumo humano, destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, aquela com ausência em 100 mL para coliformes totais e *Escherichia coli*. O mesmo é válido para água tratada na saída do tratamento. Para água tratada nos sistemas de distribuição (reservatórios e rede) que abastecem a partir de 20.000 habitantes, os critérios são ausência de *E. coli* em 100 mL e ausência de coliformes totais em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Já a Resolução do CONAMA n° 375/2005 prevê que o uso da água para recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 2000. Já para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100

mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

2.4. Coliformes totais e termotolerantes

Consoante Martins (2017), o grupo coliforme engloba bactérias que habitam a microbiota natural do intestino de animais, e servem como indicadores de contaminação fecal.

A Funasa (2013) conceitua os coliformes totais como bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, sendo a maioria pertencente aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, sendo organismos caracterizados pela fermentação de lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35 °C entre 24 e 48 horas. Conceitua também os coliformes termotolerantes como um subgrupo do grupo coliforme que fermenta a lactose a 44,5 °C em 24 horas, tendo como principal representante a *E. coli*, uma espécie de bactéria de origem fecal.

A maioria das *E. coli* não é patogênica, e para Silva (2019), existem algumas que adquiriram fatores de virulência no decorrer de sua evolução e passaram a ser um risco à saúde humana, assumindo então relevância, sendo sua concentração um parâmetro indicador da existência de micro-organismos patogênicos.

2.5. Rio Verde

O rio das Almas possui sua nascente localizada no parque estadual da Serra dos Pirineus, no município de Pirenópolis, enquanto sua foz, se encontra no lago de Serra da Mesa, Goiás. É caracterizado por uma extensão de aproximadamente 185 km, com cobertura vegetal de sua bacia correspondendo a 43%, segundo ENCINAS (2004), e além de ser utilizado para consumo após tratamento, recreação e abastecimento, é utilizado pela Companhia Hidroelétrica São Patrício (CHESP), que distribui energia para alguns municípios da região.

O Rio Verde, localizado no Estado de Goiás, é um dos principais afluentes do rio das Almas, junto dos rios Uru e Sucuri, e pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins. Segundo Barbalho (2019), é um rio de porte considerável e desprovido de áreas alagadiças expressivas. O Rio Verde possui aproximadamente 45 km de extensão, e tem como afluente o rio Santana próximo ao município de São Patrício (ANA, 2021).

Em Ceres, o Instituto Federal Goiano conta com este rio para suas atividades diárias após o tratamento, que é feito no próprio campus, desde o consumo até a manutenção das atividades acadêmicas. A água proveniente do rio é a fonte de vida da população do município Carmo do Rio Verde, que diferente de outras cidades da região, como Ceres e Rialma, que possuem como principal fonte de abastecimento o Rio das Almas, possui seu abastecimento

diretamente do Rio Verde (PERIS, 2017), atendendo a demanda da população, além de ser imprescindível nas atividades econômicas relacionadas às usinas de cana-de-açúcar da região (CRV Industrial), e local de lazer para a população local.

3. METODOLOGIA

3.1. Coleta das amostras

Para a execução desta pesquisa, as amostras foram coletadas no Rio Verde, que abastece a cidade do Carmo do Rio Verde e também é utilizado no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. As coletas foram realizadas em triplicata, durante o período chuvoso que se estende entre outubro e abril (BARBALHO, 2018), durante o mês de dezembro em três pontos (Figura 1), sendo eles: A) local de banho (Figura 2 [$15^{\circ}21'38.4''S$ $49^{\circ}43'51.7''W$]); B) trecho do rio que passa próximo ao aterro sanitário da cidade de Ceres (Figura 3 [$15^{\circ}21'39.6''S$ $49^{\circ}36'35.8''W$]) e C) local de captação de água do IF Goiano – Campus Ceres (Figura 4 [$15^{\circ}21'12.1''S$ $49^{\circ}35'47.1''W$]).



Figura 1. Visão geral dos pontos de coleta A, B e C.

Fonte: Google Maps



Figura 2. Ponto de coleta A: Local de banho. ($15^{\circ}21'38.4''S$ $49^{\circ}43'51.7''W$).
Fonte: Google Maps



Figura 3. Ponto de coleta B: Trecho do rio atrás do aterro sanitário de Ceres. ($15^{\circ}21'39.6''S$ $49^{\circ}36'35.8''W$).
Fonte: Google Maps

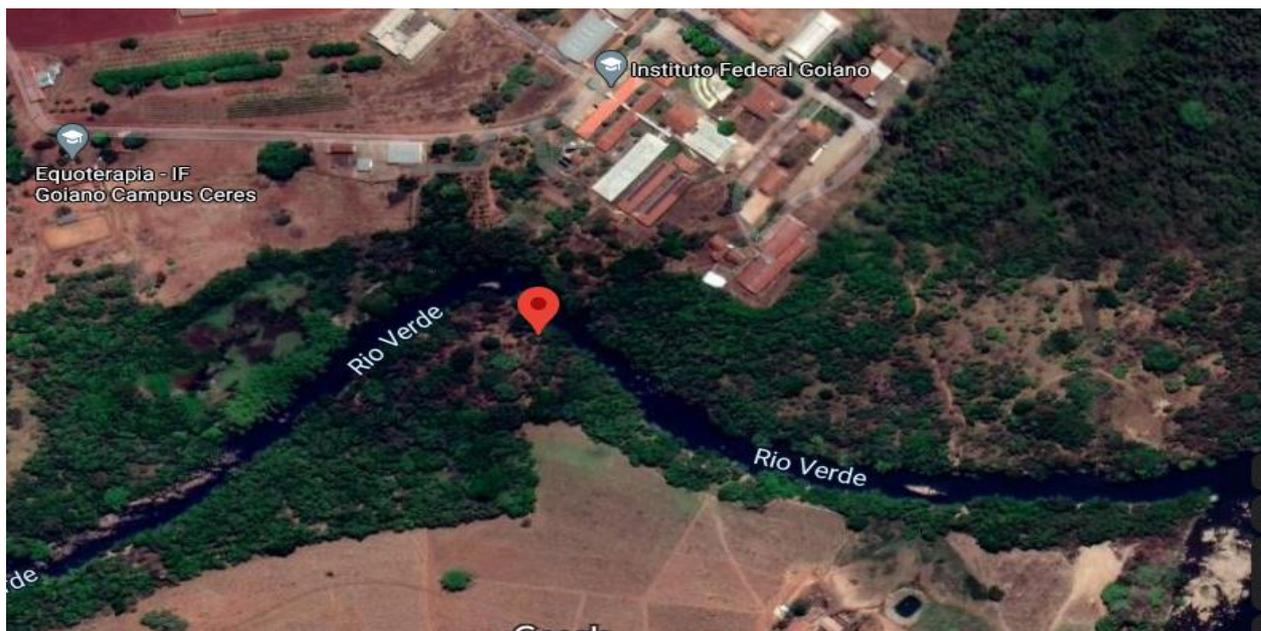


Figura 4. Ponto de coleta C: Captação de água do IF Goiano – Campus Ceres. (15°21'12.1"S 49°35'47.1"W)

Fonte: Google Maps.

A coleta das amostras para as análises microbiológicas passou por procedimentos específicos consoante às condições do local de coleta. Foram coletados 100 mL de amostra de água em frascos reagentes estéreis, coletadas diretamente do rio, onde os frascos foram mergulhados a 10 cm de profundidade abaixo da superfície com a boca para baixo, segundo metodologia de Silva et al. (2017). Os frascos foram acondicionados em caixas de isopor com gelo para transporte até o Laboratório de Microbiologia do IF Goiano, campus Ceres, onde as amostras foram imediatamente processadas.

3.2. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os métodos do Número Mais Provável (NMP) APHA 9:2015 e APHA/AWWA/WEF 9221:2012 para contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água. A técnica dividiu-se em duas principais etapas: a) ensaio presuntivo e b) ensaio confirmativo, que se basearam nos seguintes procedimentos:

- a) Ensaio presuntivo: 5 mL da amostra de água foram diluídos em 45 mL de água peptonada (Merck, Darmstadt, Alemanha) estéril, compondo a diluição 10^{-1} . A seguir, 1 mL desta solução foi passado para um tubo de ensaio contendo 9 mL de água peptonada (diluição 10^{-2}), e, após devidamente homogeneizado, 1 mL foi passado para

um novo tubo com outros 9 mL de água peptonada (diluição 10^{-3}). A partir de cada diluição, foi transferido 1 mL para tubos de ensaio contendo um tubo de Durham invertido, com 10 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (Kasvi, São José do Pinhais, Brasil), em triplicata. As amostras foram incubadas a 35 °C em estufa B.O.D. por 24 – 48 horas, verificando durante esse período o aparecimento de bolhas (sendo considerados positivos os que apresentaram a formação de gás).

- b) Ensaio confirmativo: as amostras positivas no teste presuntivo foram submetidas ao teste confirmativo. Para isto, uma alçada carregada de cada tubo foi transferida para novos tubos de ensaio contendo 10 mL caldo Verde Brilhante Bile 2% (VB) (Merck, Darmstadt, Alemanha) e outra alçada para tubos contendo o mesmo volume de caldo *E. coli* (EC) (Merck, Darmstadt, Alemanha), em triplicata. Os tubos de caldo VB foram incubados a 35 °C e os tubos de caldo EC a 45 °C por 24 horas. Após este período, verificou-se o crescimento (turbidez do meio) com produção de gás (Figura 04). Os tubos negativos, ou seja, sem o crescimento ou crescimento sem a produção de gás, foram incubados novamente até completar 48 ± 2 horas nas mesmas condições e repetiu-se a leitura. Posteriormente, anotou-se o número de tubos positivos (presença de coliformes totais no caldo VB e termotolerantes no caldo EC). Os resultados foram expressos em NMP/mL (Silva et al., 2017).

Para a confirmação de *E. coli*, foi utilizado o Método de Esgotamento por estrias, que consiste na inoculação de uma alçada de cada tubo de EC positivo, em placas de Ágar Levine Eosina Azul de Metileno (L-EMB) (Kasvi, São José do Pinhais, Brasil), em triplicata. As placas foram incubadas a 35 °C por 24 horas e observadas em relação ao desenvolvimento de colônias típicas de *E. coli* (centro preto, com ou sem brilho verde metálico) determinando a presença ou ausência desta bactéria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No teste presuntivo em caldo LST, 19 tubos do ponto A, 10 tubos do ponto B e 15 tubos do ponto C foram considerados positivos com a produção de gás, sendo todos estes direcionados para o teste confirmativo.

Os resultados dos tubos positivos (Figura 5) e NMP obtidos para coliformes totais em caldo VB (Figura 5) durante o teste confirmativo encontram-se na Tabela 1.



Figura 5. Tubos de caldo Verde Brilhante positivos para coliformes totais.

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 1. Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais em 100 mL de amostra para cada um dos pontos de coleta.

Amostra	Local	NMP/mL
A1	Local de banho	150
A2		240
A3		43
B1	Faixa do rio próxima ao aterro sanitário.	3,6
B2		23
B3		15
C1	Local de captação de água pelo IF Goiano – Campus Ceres.	20
C2		9,2
C3		43

Os resultados dos tubos positivos (Figura 6) e NMP obtidos para coliformes termotolerantes em caldo EC durante o teste confirmativo encontram-se na Tabela 2.



Figura 6. Tubos de caldo *Escherichia coli* (EC) positivo para coliformes termotolerantes.

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 2. Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes em 100 mL de amostra para cada um dos pontos de coleta.

Amostra	Local	NMP/mL
A1	Local de banho	460
A2		460
A3		43
B1	Faixa do rio próxima ao aterro sanitário	3,6
B2		9,2
B3		7,4
C1	Local de captação de água pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres	3,6
C2		3,6
C3		43

Conforme os resultados apresentados, é possível notar que todas as amostras apresentaram presença de coliformes totais e termotolerantes, sendo que no ponto A, local de banho, na A2 houve maior valor em NMP/mL de coliformes totais, já para coliformes termotolerantes, os pontos A1 e A2 apresentaram a mesma quantidade (460 NMP/mL), o maior valor observado entre as amostras. A Figura 7 indica a média de coliformes totais e termotolerantes de cada ponto.

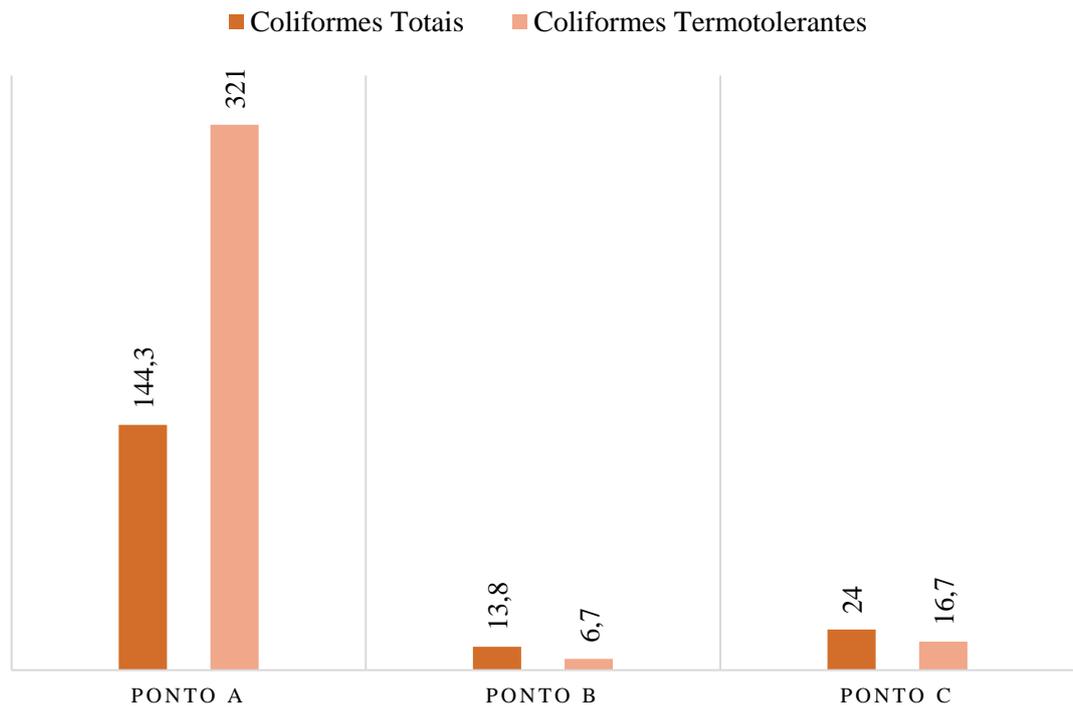


Figura 7. Média de coliformes totais e termotolerantes em NMP/mL nos pontos de coleta A, B e C.

Os resultados foram analisados de acordo com a Resolução CONAMA nº 274, de 2000 e a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. A Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, afirma que deve ocorrer ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL de água para que esta esteja adequada para consumo humano. Como se pode perceber, de acordo com esta Portaria, nenhuma das amostras de água analisada é própria para consumo, sendo classificadas, segundo a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, como muito boa, de uso apenas para recreação de contato primário.

O plaqueamento em ágar EMB das amostras positivas para coliformes termotolerantes em caldo EC confirmou a presença de colônias de *Escherichia coli* em todas as amostras (Figura 8).



Figura 8. Colônias características de *E. coli* em amostra do Ponto A, crescida sobre ágar L-EMB. Fonte: Arquivo pessoal.

O fator de presença de *E. coli* em 100% dos pontos, junto aos resultados quantitativos de coliformes totais e termotolerantes, também apontam, segundo as legislações vigentes, que a água é imprópria para consumo humano, sendo para esta finalidade indispensável o devido tratamento para controle de micro-organismos, considerando que algumas variantes podem causar distúrbios gastrointestinais, pneumonias e ou até meningites. No entanto, esta água é classificada segundo a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, como muito boa, de uso apenas para recreação de contato primário.

Os resultados podem estar diretamente relacionados à matéria orgânica resultante da presença de animais que circulam próximo a estas áreas e do homem, visto que no ponto A (local onde as pessoas tomam banho), foi onde houve maior taxa de contaminação, enquanto no ponto B (nas proximidades do aterro sanitário, local no qual as pessoas não exercem atividades recreativas), houve menor taxa quando comparado aos outros pontos. Tal resultado pode estar relacionado a atividades de preservação do meio ambiente no município de Ceres, e pode-se considerar que a quantidade de resíduos provenientes do aterro sanitário, são irrisórias comparadas ao seu volume.

Deve-se considerar, portanto, que a ação antrópica pode ser relacionada aos resultados de ambos os pontos, pois existem diversas fazendas próximas (principalmente do ponto A), levando às constantes atividades rurais. Além disso, por ser período de chuva, houve contaminação difusa, que ocorre quando as chuvas escoam para o rio dejetos ou matéria orgânica de origem animal. Silva e Ueno (2008) e Moura et al. (2009) expuseram que o alto índice pluviométrico interfere na qualidade dos corpos hídricos pela possibilidade de

carreamento de micro-organismos do solo para a água, possibilitando maior índice de contaminação e resultando em aumento da contagem, tanto de coliformes totais quanto de coliformes termotolerantes.

Assim como aponta Azevedo et al. (2010), a ausência ou menor índice de atividade pecuária favorece os baixos níveis de *E. coli* em determinados locais, fator que pode ser relacionado ao ponto C, que também apresentou baixos níveis de contaminação, demonstrando a boa qualidade da água, provavelmente, por possuir baixa atividade antrópica em seus entornos, e poucas atividades relacionadas à pecuária.

5. CONCLUSÃO

Apesar de não se encontrarem dentro dos padrões de potabilidade para consumo humano estabelecido pelas legislações vigentes, com base nas análises microbiológicas realizadas neste trabalho, a água do Rio Verde encontra-se dentro dos padrões para fins recreativos, pois se encontra em quantidade inferior a 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mL, porém não é apropriada para consumo humano.

A contaminação identificada em todos os pontos é multifatorial (despejo de produtos químicos, agropecuários, industriais, falta de monitoramento de esgotos domésticos, contaminação difusa em áreas rurais e urbanas) sendo importante um acompanhamento estatístico de quais fatores podem apresentar riscos a este corpo hídrico, relacionados ao seu volume, aos períodos com diferentes índices pluviométricos.

Desta forma, fica evidente a importância do devido tratamento da água antes de ser utilizada para consumo, sendo necessário contínuo monitoramento da potabilidade e da balneabilidade através de análises como as deste trabalho, que comprovem a qualidade do rio para diferentes finalidades, diminuindo os riscos para a saúde humana, evitando doenças diarreicas agudas e cólera, por exemplo.

Falta na região, inclusive, aperfeiçoamento na avaliação das condições de balneabilidade, consumo e divulgação das mesmas. A nível municipal, deve ser instituído um conselho e um fundo de saneamento, e as legislações e fiscalizações municipais devem ser mais efetivas no tocante a executar projetos e promover ações para a manutenção e preservação dos recursos hídricos.

6. REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas, 2021. **ANA estabelece novas condições de operação para os reservatórios do Sistema Hídrico do Rio Tocantins**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-estabelece-novas-condicoes-de-operacao-para-os-reservatorios-do-sistema-hidrico-do-rio-tocantins>; Acesso em: 07/07/2021
- ANA. Agência Nacional de Águas., 2019. **Manual de usos consuntivos da água**. ANA, Brasília. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/aceso-tematico/usuarios-da-agua>. Acesso em 04 de junho de 2021.
- AZEVEDO, JGT de. **Um Panorama da questão ambiental no Brasil, com destaque para o setor de Águas**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves-RS, 2012.
- BATALHA, Sarah Suely Alves et al. **Condições físico-químicas e biológicas em águas superficiais do Rio Tapajós e a conservação de Floresta Nacional na Amazônia, Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 9, n. 4, p. 647-663, 2014.
- BRASIL, **Lei nº 11.445/2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília (Brasil), 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.html. Acesso em 16/02/2020.
- BRASIL, **Portaria Nº. 2914/2011, do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, v. 12, 2011.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. 2014.
- BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 04 de agosto de 2021.
- BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. 2006.
- DA SILVA BARBALHO, Maria Gonçalves et al. **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS, MICRORREGIÃO DE CERES (GO)**. CIPEEX, v. 2, p. 410-422, 2018.

- DA SILVA BARBALHO, Maria Gonçalves et al. **Unidades da paisagem da bacia do Rio das Almas, microrregião de Ceres/GO**. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, n. 10, p. 153-166, 2019.
- DA SILVA SOUSA, Santana et al. **Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú-MA**. Ciência e Natura, v. 38, n. 3, p. 1615-1625, 2016.
- DA SILVA, Aldeni Barbosa et al. **Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba**. 2017.
- DA SILVA, Caroline Rodrigues et al. **Avaliação da presença e quantificação de coliformes totais e Escherichia coli em amostras de água destinada ao consumo humano proveniente de poços artesianos**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 40, n. 2, p. 129-140, 2019.
- DA SILVA, Neusely et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. Editora Blucher, 2017.
- DE AZEVEDO LOPES, Frederico Wagner; MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO NA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS-MG1**. Hygeia, v. 6, n. 11, p. 133-150, 2010.
- DE SOUSA, Antonio Cícero; DA CRUZ, Arturo Dias; DA SILVA, Glayson José Oliveira. **Análise exploratória da qualidade da água tratada, armazenada em caixas-d'água do bairro do Roger, em João Pessoa-PB**. 2016.
- ENCINAS, J.I.; NÓBREGA, R.C.; COUTO JUNIOR, A.F. **Sugestão de criação de uma área de preservação ambiental na região do Ecomuseu do cerrado**. Boletim do **Herbário Ezechias Paulo Heringer**. 2004. 14: 22-35.
- FUNASA, Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**, v. 3, 2013.
- GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do planeta Terra**. Cadernos temáticos de química nova na escola. Ed. especial. São Paulo, maio de 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>. Acesso em: 04 de agosto de 2021.
- LOPES, Frederico WA; MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. **Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário rio na bacia do alto rio das velhas, mg- avaliação of recreational water quality of primary contact in the das velhas river**

- basin high, minas gerais-brazil.** HYGEIA-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 6, n. 11, 2010.
- MARTINS, João Batista; DA SILVA, Silvio Leite Monteiro; KOZUSNY-ANDREANI, Dora Inés. **Coliformes no rio São Manoel (MG) durante o período chuvoso.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 8, n. 3, p. 78-87, 2017.
- MIERZWA, J. C. **O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria.** 2002. 399 p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica, da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- MORAIS, Wilker Alves et al. **Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil.** Cadernos Saúde Coletiva, v. 24, n. 3, p. 361-367, 2016.
- MOURA, A. C.; ASSUMPCÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. **Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006.** Arquivos do Instituto Biológico. v. 76, n. 1. 2009, p. 17-22.
- PERIS, Adriana. Rio das Almas: **Políticas públicas para garantir a segurança hídrica do município de Ceres/GO.** 2017.
- PINHEIRO, Pedro. **DIARREIA PELA BACTÉRIA ESCHERICHIA COLI (*E. coli*).** 2019. Disponível em: <https://www.mdsaude.com/gastroenterologia/diarreia-escherichia-coli>. Acesso em: 28/06/2021.
- QUEIROZ, Tadeu Miranda de; OLIVEIRA, Lizandra Carla Pereira de. **Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT).** Eng. sanit. ambient, p. 173-180, 2018.
- REBOUÇAS, Aldo da C. **Água na região Nordeste: desperdício e escassez.** Estudos avançados, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.
- RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves; ROLIM, Neide Duarte. **Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce enquanto direito fundamental e sua valoração mercadológica.** Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 7, n. 1, 2017.
- SILVA, A. B. A.; UENO, M. **Qualidade sanitária das águas do rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas.** Revista Biociências, Taubaté, v. 14, n. 1, p. 82-86, 2008.

SILVA, N.; Junqueira, V.C.A; Silveira, N.F.A.; Taniwaki, M.H.; Gomes, R.A.R.; Okazaki, M.M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5ª ed. – São Paulo: Blucher, 2017. 560 p

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, DESA-UFMG, 2ª edição, v. 1, 2005.