

**ANÁLISE DA PRESENÇA E QUANTIFICAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E
CIANOBACTÉRIAS NO RIO JUCU PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA
ÁGUA**

**ANALYSIS OF THE PRESENCE AND QUANTIFICATION OF TOTAL COLIFORMS
AND CYANBACTERIA IN THE JUCU RIVER TO DETERMINE WATER QUALITY**

Fernanda Cavaliere Mendes¹

Danilo Camargo Santos²

RESUMO: O Rio Jucu é um dos principais mananciais do estado do Espírito Santo, sendo responsável pelo abastecimento de água de cerca de 25% da população capixaba. Por isso, é importante que sejam realizadas pesquisas que analisem a qualidade microbiológica desse ecossistema aquático, assim como a quantificação de cianobactérias na água do rio. Assim, esse trabalho tem como objetivos analisar a presença e quantificação de coliformes totais e cianobactérias em quatro pontos do Rio Jucu e comparar a qualidade da água entre os pontos do Braço Sul com o Braço Norte do rio. Foi feita uma campanha de campo, quando foram amostrados quatro pontos, sendo dois no braço norte e dois no braço sul do Rio Jucu. As amostras para coliformes totais foram coletadas diretamente na subsuperfície dos pontos, sendo utilizadas para inocular, pela técnica da membrana filtrante, placas contendo meio de cultura Endo Les Ágar Base, enquanto para análise de cianobactérias foi utilizada uma rede de plâncton de 20µm, sendo as amostras analisadas em microscópio óptico com objetiva de 40x. Em todos os pontos amostrados foram registradas quantidades de colônias de coliformes totais acima da recomendação da Portaria 888 de 04 de maio de 2021, classificando os pontos amostrados (independentemente do braço do rio estudado) como impróprios para consumo direto. Não foram registrados táxons de Cyanobacteria fitoplanctônicas em todos os pontos estudados, uma vez que as características ambientais do rio não favorecem a proliferação desse tipo de microrganismo.

Palavras-chave: Espírito Santo. Técnica da Membrana Filtrante. Endo Les Ágar Base. Cyanobacteria.

ABSTRACT: The Jucu River is one of the main sources of water in the state of Espírito Santo, being responsible for supplying water to around 25% of the Espírito Santo population. Therefore, it is important that research is carried out to analyze the microbiological quality of this aquatic ecosystem, as well as the quantification of cyanobacteria in the river water. Thus, this work aims to analyze the presence and quantification of total coliforms and cyanobacteria in four points of the Jucu River and compare the water quality between the points of the South Branch with the North Branch of the river. A field campaign was carried out, when four points were sampled, two in the north branch and two in the south branch of the Jucu River. Samples for total coliforms were collected directly from the subsurface of the points, being used to inoculate, using the filter membrane technique, plates containing Endo Les Ágar Base culture medium, while for cyanobacteria analysis a 20µm plankton net was used, being

¹ Centro Universitário Salesiano. Vitória, ES, Brasil.

² Centro Universitário Salesiano. Vitória, ES, Brasil.

used as samples demonstrated in an optical scope with a 40x objective. In all sampled points, quantities of total coliform colonies were recorded above the recommendation of Ordinance 888 of May 4, 2021, classifying the sampled points (regardless of the river Branch analyzed) as unsuitable for direct consumption. Phytoplanktonic cyanobacteria taxa were not recorded at all points studied, since the environmental characteristics of the river do not favor the protection of this type of microorganism.

Keywords: Espírito Santo. Filtering Membrane Technique. Endo Les Agar Base. Cyanobacteria.

1 INTRODUÇÃO

A análise de fontes de abastecimento de água potável, como o rio Jucu, é de extrema importância, visto que a contaminação desses mananciais influencia diretamente na saúde pública e, por consequência, na qualidade de vida dos cidadãos que se valem da utilização desses ambientes aquáticos como fonte de renda, alimentação ou ingestão (Souza et al., 2014).

É sabido que o rio Jucu é uma das principais fontes de abastecimento de água do estado do Espírito Santo, atendendo a 25% da população do estado, inclusive parte dos municípios da Grande Vitória. Dessa forma, esse rio é utilizado como fonte de água para o agronegócio, indústrias e abastecimento público de inúmeras cidades capixabas (Gardiman Junior, 2015).

Pode-se ressaltar que o tratamento realizado pelas companhias de abastecimento de água oriunda de rios é de suma relevância, visto que elas conseguem eliminar a maior parte das sujidades encontradas na água destinada ao consumo. Todavia, normalmente o tratamento da água apresenta maior complexidade quando se trata de eliminar (ou mitigar) diferentes espécies de microrganismos ou diversos tipos de toxinas, pois existem metodologias de tratamento distintas para cada tipo de microrganismo e/ou toxinas (Terra et al., 2009).

Por esse motivo é indubitável afirmar a necessidade de serem realizadas análises constantes e de diferentes pontos de uma fonte de água potável, a fim de detectar a presença de possíveis agentes patogênicos, identificá-los e, a partir disso, poder estipular qual seria o melhor tratamento da água, de modo a eliminar esses organismos e, ao mesmo tempo, garantir maior qualidade de água para a população (Henning et al., 2014). Através dessa ótica, a Portaria n° 888 de maio de 2021, prevê a quantidade de coliformes totais tolerada, a qual é ausência em 100 ml de amostra, e dita que caso a contagem de cianobactérias ultrapasse 20.000 um/ml é necessário fazer uma análise detalhada de qual toxina está presente e sua quantidade de na água analisada.

Nesse contexto, os objetivos desse trabalho são: (1) analisar a presença e quantificação de coliformes totais e cianobactérias em quatro pontos do Rio Jucu para determinação da qualidade da água desse manancial e (2) comparar a qualidade da água entre os pontos do Braço Sul com o Braço Norte. Dessa forma, os resultados dessa pesquisa podem trazer informações úteis para a população do Espírito Santo,

que podem ser utilizadas para a melhoria da saúde pública e qualidade de vida dos cidadãos.

Para isso as etapas a se cumprir serão, realizar a coleta em quatro diferentes pontos do rio Jucu, dois pontos para o braço sul e dois pontos para o braço norte; pesquisar a presença de microrganismos e cianobactérias com ciano toxinas patológicas na água desse manacial; comparar esses resultados em diferentes pontos de coleta no rio e também comparar os resultados de coletas realizadas nos diferentes braços do rio Jucu.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ANÁLISE DE ÁGUA

A análise da água de efluentes potáveis que fazem o abastecimento de uma população é de suma importância, para realizar a manutenção da saúde coletiva, visto que qualquer substância ou organismo que consiga fugir ao controle e tratamento sanitário feito pelas companhias de água pode afetar negativamente a saúde dos cidadãos (Freitas; Brilhante; Almeida, 2001).

Para que seja garantida a qualidade dos efluentes do Brasil, foi instituída a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), essa instituição é responsável por fazer a fiscalização da potabilidade dos provenientes de aquíferos, para isso ela usa consensos de critérios internos como o índice da qualidade das águas (IQA), que busca fazer uma média numérica entre os parâmetros avaliados e estabelece padrões, esses podem variar de acordo com o estado brasileiro (Brasil, 2022).

2.1.1 Parâmetros quantitativos e qualitativos de análise de água no Brasil

Segundo o Ministério da saúde (2021) a água potável para consumo humano é aquela destinada a ingestão, práticas de higiene, essa só será considerada potável se não possuir cheiro, cor, ou gosto aparente, além de não poder possuir substâncias malélicas a saúde ou microrganismos que sejam patológicos aos seres humanos.

Para a constante análise dos efluentes que abastecem populações, e também facilitar a fiscalização dos órgãos competentes, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023) criou o IQA, citado acima, esse reúne os principais parâmetros analisados, sendo eles:

- Oxigênio dissolvido: esse parâmetro é fundamental para avaliar a potabilidade da água mediante a poluição. Visto que o oxigênio é fundamental para manutenção da biodiversidade que habita aquele efluente, quando o valor de O₂ está baixo pode-se suspeitar de poluição, pois os microrganismos decompositores consomem altas quantidades de oxigênio ao decomporem matéria orgânica.

- Coliformes termotolerantes: esses microrganismos são comumente encontrados no trato intestinal de aves e mamíferos, logo, caso seus índices estejam elevados, pode indicar contaminação por esgoto doméstico.
- Potencial hidrogeniônico (pH): O pH dentro dos padrões é de suma importância para a manutenção da vida aquática, o mesmo deve se encontrar entre 6 e 9.
- Demanda bioquímica de oxigênio: é a contabilização do consumo de oxigênio durante 5 dias a uma temperatura de 20°C, caso encontre-se alta, assim como o O₂ dissolvido pode-se ter como suspeita a poluição por excesso de matéria orgânica, se correlaciona com a decomposição realizada por microrganismos.
- Temperatura da água: esse critério é de alta relevância visto que influencia em toda manutenção físico-química e biológica da água.
- Nitrogênio total: quando é citado nitrogênio total é porque refere-se a todas as formas químicas em que o mesmo se encontra presente. Sua presença em quantidades elevadas pode afetar diretamente a saúde humana ou indiretamente através do favorecimento da eutrofização, que é o acúmulo de algas e microrganismos decompositores na superfície da água, que dificulta a fotossíntese, que é o processo que certos organismos realizam de transformar energia luminosa em energia alimentar (glicogênio) a fim de se manter vivo, e favorecimento de oxigênio para os seres vivos causando morte de organismos precocemente, gerando um ciclo decompositor insustentável.
- Fósforo total: assim como o nitrogênio o fósforo pode se apresentar em diversas formas químicas e é fundamental na manutenção da vida, mas seus excessos também podem levar a eutrofização, além de poder indicar a poluição por insumos domésticos, há também suspeita de poluição por substâncias industriais.
- Turbidez: influencia diretamente em como e se a luz está chegando ao fundo, ou profundidade esperada de um determinado local com reservatório de água. A luz é fundamental para a vida dos seres vivos, pois sem ela não há fotossíntese para as plantas e algas, não havendo a transformação de gás carbônico em oxigênio para os demais seres vivos. O aumento na turbidez pode direcionar as suspeitas para diversos tipos de poluição.
- Resíduos totais: são aqueles que não são dispersados com ações físico-químicas na água, esses em grandes quantidades podem assorear os efluentes, tornando a vida aquática menos viável.

2.1.2 Legislação a respeito dos microrganismos patológicos

Em geral para fazer o controle e avaliação de presença de microrganismos patológicos usa-se os organismos indicadores de contaminação fecal, que são bactéria do tipo coliformes termotolerantes, esses tem esse nome pois são conhecidos por habitar a flora intestinal de mamíferos, como a *Escherichia coli*. Utiliza-se essa bactéria patológica em específico, pois é a mais comum de encontrar em efluentes poluídos por esgoto doméstico (Silva Junior; Reis, 2018).

A Portaria N° 888, de maio de 2021, estabelece que microrganismos patológicos indicadores de contaminação fecal deve ser ausente em uma amostra de 100 ml da água analisada. Ademais os outros parâmetros que podem favorecer o aparecimento de microrganismos, como poluição, turbidez, fósforo e nitrogênio também são rigorosamente avaliados nas fiscalizações.

2.1.3 Legislação de microalgas e ciano toxinas

É estabelecido que a pesquisa constante da presença e qualificação de microalgas nos efluentes potáveis é de suma importância, visto que é necessário saber se aquele organismo é capaz de liberar ciano toxinas prejudiciais à saúde humana, por fluxo normal do ciclo de vida ou pelo uso indiscriminado de algicidas, e ações que possam acometer na degradação celular desses (Osman, 2022).

A partir das mais variadas espécies de microalgas, podem ser liberados diversos tipos de ciano toxinas nas águas que abastecem civilizações, para cada uma, é individualmente estabelecido pela ANA um padrão em $\mu\text{g/L}$ que pode estar contida na água. Exemplos recorrentes que podem ser citados são: Cilindrospermopsinas e Microcistina, que devem conter no máximo $1,0 \mu\text{g/L}$; ou Saxitoxinas que pode apresentar concentração de até $3 \mu\text{g/L}$ (Gradissimo; Mourão; Santos, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Jucu está completamente contido no estado do Espírito Santo, Brasil. Ele percorre as cidades Domingos Martins, passando por Marechal Floriano e Viana em sua totalidade, e parcialmente os municípios de Cariacica, Guarapari e Vila Velha. Os principais afluentes são os rios Jucu Braço Sul e Jucu Braço Norte, além dos Rios Ponte, Melgaço, Chapéu, Galo, Fundo, Jacarandá, Aribiri, Formate, Marinho e Ribeirão Santo Agostinho. Sua área de drenagem compreende 2.032 km^2 , O rio Jucu se inicia em Pedra Azul, no município de Domingos Martins e desagua no mar em Vila Velha. Como citado anteriormente os dois principais afluentes do rio Jucu, o braço sul banha Domingos Martins, uma das principais cidades pela qual se estende o rio, e o braço norte banha Marechal Floriano, esses afluentes seguem percursos diferentes até se encontrarem na divisa de Domingos Martins e Viana, onde se juntam até desaguar no mar em Barra do Jucu, Vila Velha (Espírito Santo, 2021).

Figura 1: Figura ilustrativa da Bacia Hidrográfica do rio Jucu, evidenciando os municípios que são banhados pelos braços norte, sul e principal



Fonte: Fróis, 2015

O rio Jucu é responsável por cerca de 25% do estado do Espírito Santo, logo é um efluente de suma importância para a vida dos capixabas, ele além de fazer o abastecimento de água para o consumo, alimentação e higiene, também faz a irrigação da agricultura, agropecuária, para as atividades industriais e uma pequena parte para geração de energia elétrica (Deina, 2013). Vale salientar que o rio também enfrenta episódios de desmatamento de sua mata ciliar, que em conjunto com a poluição humana assoreia cada vez mais seus efluentes, podendo ter consequências graves para população, como enchentes e propagação de doenças infecciosas.

A respeito das microalgas e cianobactérias é possível inferir que há registros de diversos táxons no rio Jucu, sendo as Diatomáceas o grupo com maior riqueza. Em geral, ou o táxon não apresenta risco à espécie humana, ou aqueles que são potencialmente danosos não se mostraram em quantidade relevante para causar algum male a população abastecida pelo rio. Essa alta riqueza taxômica normalmente ocorre quando o ambiente favorece seres clorofilados, ou seja, promove baixa turbidez e muitos gases provenientes da decomposição de matéria orgânica, o que reforça a hipótese de poluição por efluentes no rio Jucu (Figueiredo, 2008).

3.2 PREPARAÇÃO DO MEIO DE CULTURA

Primeiramente foi realizada a esterilização, por autoclave, de todos os materiais e reagentes que foram utilizados para a preparação do meio, a fim de evitar contaminações externas. O meio de cultura utilizado nessa pesquisa foi o Endo Les Agar Base específico para o crescimento de coliformes. Sua preparação teve início com a diluição do etanol, que consiste em pipetar 4,77 ml do etanol e colocar em um Becker contendo 0,25 ml de água destilada estéril.

Posteriormente, 0,2 g de fucsina básica foram eluídos em 2 mL da solução alcoólica supracitada, agitando a preparação para melhor homogeneização dos reagentes. Então, 10,4 g de meio EndoLes Agar Base foi pesado diretamente em um Erlenmeyer, com posterior adição de 200 mL de água destilada; logo depois, foi adicionado 1,6 mL da solução de fucsina a 10% preparada previamente.

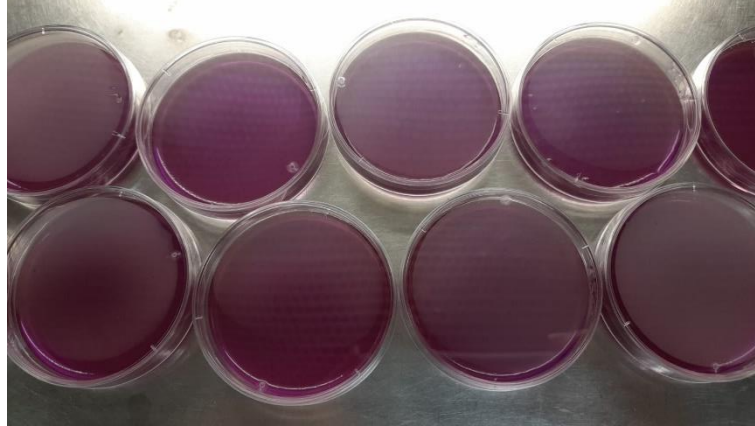
O meio pronto foi fervido por cerca de um minuto para melhor dissolução com reagentes. Após leve resfriamento, a preparação foi levada ao fluxo laminar (previamente banhado por luz ultravioleta por 30 minutos e limpo com álcool 70%), onde 5 a 7 mL de meio de cultura foram dispensados em placas de Petri estéreis, as quais foram resfriadas e armazenadas em geladeira até o dia da inoculação.

Figura 2: Meio de cultura sendo despejado na placa de Petri



Fonte: Própria

Figura 3: Placas de Petri com meio Endo Les Ágar Base



Fonte: Própria

3.3 CAMPANHA DE CAMPO

As amostras foram coletadas no mês de setembro, em de quatro pontos distintos, sendo o primeiro ponto a ponte do rio Jucu que faz a divisa de Domingos Martins e Viana, o segundo ponto foi no distrito de Biriricas, o terceiro ponto foi em Vale da Estação em Domingos Martins, o quarto e último ponto foi no Centro de Marechal Floriano. Esses pontos apresentavam características diferentes em relação a urbanização, flora e fauna, o primeiro ponto apresentava ainda parte da mata nativa, porém havia clara interferência humana para a construção de estradas, o segundo ponto era pouco urbanizado com construções distantes, boa parte da flora e mata ciliar estavam preservadas, no terceiro ponto já era um local mais urbanizado, todavia com características de pequena vila, aparentemente no momento da coleta o rio não havia sofrido grandes poluições por seu arredor, o quarto e último ponto era o mais urbanizado e isso se tornava claro ao observar a poluição causada pela expansão do habitat humano, além disso a mata ciliar não estava preservada o que afetava visualmente a qualidade do rio.

Para a coleta microbiológica, foram utilizados dezesseis potes de coleta estéreis, foi coletada, a margem do rio, 100 ml para cada amostra, as amostras foram identificadas quanto ao ponto de coleta, qual o braço do rio e a destinação da análise. Já para a análise de cianobactérias foram utilizados 8 potes estéreis no total, sendo 2 por ponto, um com finalidade quantitativa e outro com finalidade qualitativa, para a análise qualitativa foi utilizada uma rede de fitoplâncton de 20 μ m, a qual foi lançada de 10 a 15 vezes a fim de conseguir uma amostra fidedigna, já a outra foi coletada direto da margem do rio nos pontos determinados.

Figura 4: Imagens da coleta realizada no ponto de coleta quatro



Fonte: Própria

3.4 INOCULAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS PLACAS

3.4.1 Materiais utilizados

Para a técnica de membrana filtrante com o uso de meio de cultura Endo Les Agar Base foi necessário utilizar os seguintes materiais e reagentes: 2 Pipeta de 5 ml; 1 pipeta de 2 ml; 2 bequerde 10ml; 20 placas de petri descartáveis estéreis; 3 erlemeyer de 500 ml (2 com água); 5 proveta de 100 ml; 2 espátulas; 1 pinça; Etanol; Água destilada; Fucsina básica em pó; Endo Les Agar Base; 2 kits de filtração. Todos os materiais acima com exceção dos reagentes e do meio de cultura foram autoclavados, após esse processo o meio foi preparado seguindo o passo a passo descrito abaixo.

3.4.2 Técnicas utilizadas

Necessariamente certificou-se de que todos os materiais e vidrarias estivessem estéreis, consecutivamente ligou-se estufa a 40°C, para que a mesma já estivesse pronta para receber as placas inoculadas posteriormente, assim o sistema de filtração com a bomba a vácuo foi montado ao redor do Bico de Bunsen, e foram identificadas todas as placas utilizadas. Com o auxílio de uma pinça estéril, foi colocado um filtro de membrana na unidade de funil correspondente sobre a base, com isso a amostra foi despejada sobre a membrana, podendo ser acionada a bomba a vácuo para que os 100 mL da água coletada seja filtrada pela membrana, após este procedimento a membrana foi colocada na placa contendo o meio ENDO-les. Finalizando esse

processo com todas as amostras coletadas, as placas prontas foram incubadas a 40° C por 24 a 48 h.

Figura 5: imagem com amostras dispostas em uma bancada



Fonte: Própria

Figura 6: Bancada de trabalho durante a inoculação das amostras



Fonte: Própria

3.5 CONTAGEM DAS COLÔNIAS

Após as 48 h necessárias, o crescimento de coliformes totais presentes nas placas foi avaliado, e foi feita a contagem da quantidade de colônias que cresceram em cada placa, a unidade de medida utilizada foi a UFC/100mL (Unidade formadora de colônia), assim através da fotografia de cada uma, utilizando o programa de computador Paint para fazer a contagem de forma fidedigna. Através disso foi possível fazer a correlação com a legislação e a comparação entre os pontos de coleta e como o ambiente poderiam estar afetando os resultados (ANVISA, 2005).

3.6 ANÁLISE DA PRESENÇA DE CIANOBACTÉRIAS.

Já para as amostras de pesquisa de cianobactérias foram utilizados potes com formol a fim de preservar as estruturas dos organismos coletados e poder observá-los com mais fidelidade. Foram produzidas lâminas com as amostras qualitativas para observar a presença de cianobactérias, sem a necessidade de corante, uma vez que esses organismos possuem pigmentos e são facilmente visualizados no microscópio.

As análises foram realizadas com um microscópio óptico, preferencialmente com objetiva de 40x. Para cada amostra foram montadas 5 lâminas sendo feita uma varredura completa na lâmina para registrar fotograficamente dos itens encontrados na amostra.

Após toda coleta de dados, os resultados foram avaliados mediante os parâmetros da legislação brasileira para a qualidade da água e assim realizou-se uma comparação entre as diferenças de resultados dentre locais e tempo diferentes na coleta das amostras, fazendo uma discussão de como o ambiente afeta a qualidade do rio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

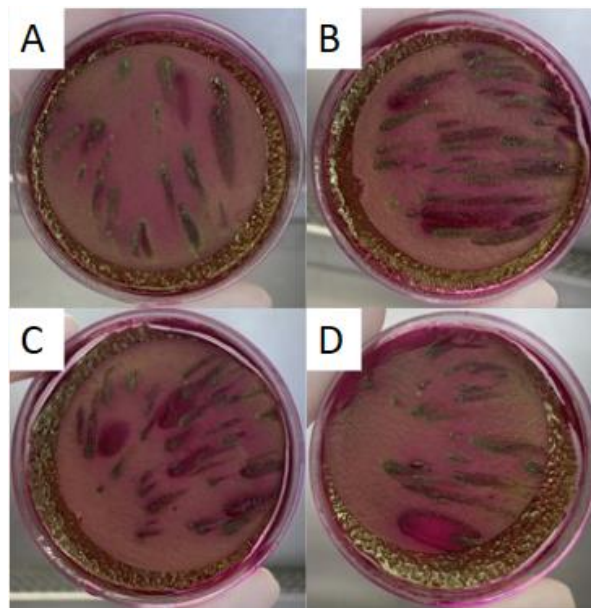
De forma geral, houve crescimento de colônias de coliformes totais em todas as amostras, enquanto não foi registrado nenhum táxon de Cyanobacteria em toda a campanha de campo. Os resultados das análises estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Relação qualitativa e quantitativa dos resultados das análises (UFC/100mL, para dados de coliformes totais).

Braço	Ponto	Critério analisado	Amostra			
			1	2	3	4
Norte	Um	Coliformes	23 colônias	40 colônias	31 colônias	42 colônias
		Cyanobacteria	ausência	----	----	----
	Dois	Coliformes	Numerosas	Numerosas	Numerosas	Numerosas
		Cyanobacteria	ausência	----	----	----
Sul	Três	Coliformes	Numerosas	Numerosas	Numerosas	Numerosas
		Cyanobacteria	ausência	----	----	----
	Quatro	Coliformes	Numerosas	Numerosas	Numerosas	Numerosas
		Cyanobacteria	ausência	----	----	----

Fonte: Própria.

Figura 7: Crescimento das placas referentes ao ponto um



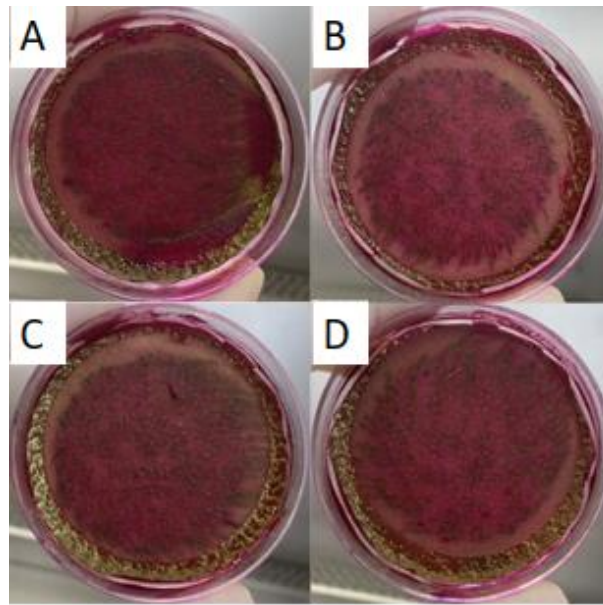
Fonte: Própria

Conforme indica a tabela 1, as placas de cultura de coliformes totais do ponto um apresentaram 23, 40, 31 e 21 colônias, respectivamente, considerando a numeração adotada na pesquisa, sendo a média igual a 28 UFC/100mL. Comparando com os outros locais de coleta, o ponto um foi o que registrou os menores valores de coliformes totais. Isso pode ser devido ao fato do ponto um, que se localiza na ponte entre Viana e Domingos Martins, não ter grandes interferências humanas, já que não possui residências ao redor e há mata preservada próxima ao rio. Todavia, ainda assim houve registro de coliformes, o que possivelmente ocorreu devido ao carreamento da poluição de regiões a montante do rio.

O registro de baixa quantidade de coliformes totais em regiões de um rio que possuem baixo grau de antropização também ocorreu no trabalho de Machado e colaboradores (2017), em que o ponto mais próximo da nascente do Rio Poxim (Sergipe) e, nesse caso, menos impactado com atividades humanas, apresentou cerca de 3NMP para 100mL de água. E ambos os casos, é importante salientar que, mesmo com o baixo número, esses dados indicam que há pontos focais de contaminação próximo ao ponto de coleta. Conforme Farias (apud Silva; Araújo, 2017) por compor um grupo vasto de organismos, é comum registro, em águas brutas, de coliformes totais.

Ressalta-se que a concentração de coliformes totais presentes nas sementeiras do ponto de coleta um está acima dos parâmetros previstos pela Portaria n°888 de 4 de maio de 2021, que prevê ausência de coliformes para 100 ml de amostragem.

Figura 8: Crescimento das placas referentes ao ponto dois

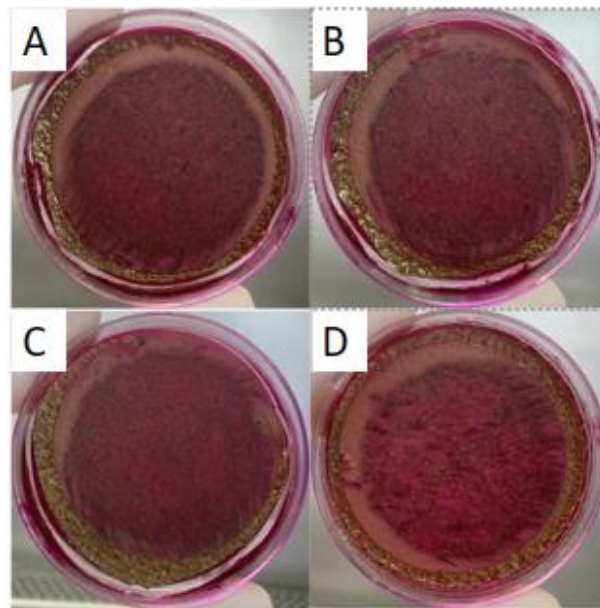


Fonte: Própria

Todas as placas referentes aos pontos dois, três e quatro apresentaram crescimento muito expressivo, com contagem classificada como numerosas, visto o elevado número de colônias passando facilmente de 100, mesmo na placa quatro (4) que possui diluição 1 para 1. Ou seja, em todas as placas desses pontos houve dificuldade em contabilizar as colônias por sua quantidade e proximidade. Assim como no primeiro ponto, esses números estão acima do estabelecido pela legislação brasileira (Brasil, 2021).

O segundo ponto, que se localiza em uma ponte no distrito de Biriricas, é mais afetado pela ação humana, visto que há residências e comércios no entorno de onde passa o Rio Jucu nesse distrito, apesar da mata ciliar estar consideravelmente conservada. Ainda assim, a ação humana tem afetado a qualidade do rio no que diz respeito a presença de coliformes totais. Semelhantemente, há outros estudos que fazem a correlação da ação humana com a qualidade da água de rios. Nunes e colaboradores (2019) realizou análises de coliformes totais e termotolerantes no rio Salgadinho, no município de Juazeiro do Norte (Ceará), evidenciando resultados positivos e acima da legislação para coliformes em suas amostragens. Além disso, a área de estudo dessa pesquisa não é tão populosa, o que estabelece uma semelhança entre a localidade do ponto dois do corrente trabalho.

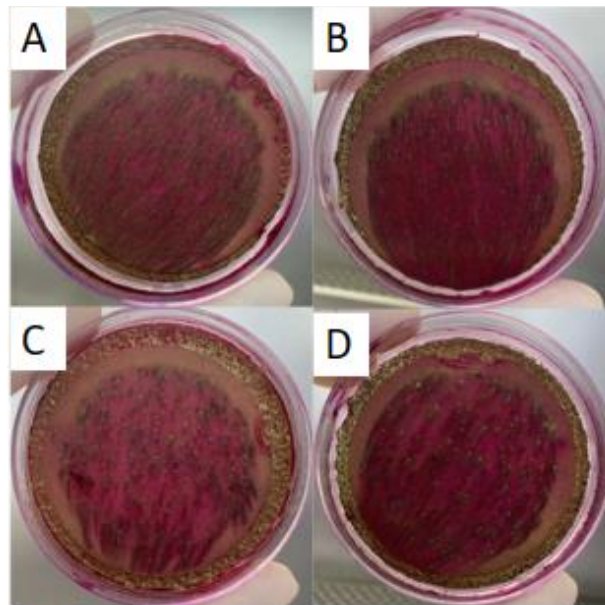
Figura 9: Crescimento das placas referentes ao ponto três



Fonte: Própria

O ponto três, em Vale da estação, Domingos Martins, possuía na margem direita do rio uma pequena vila. Ou seja, neste local a mata ciliar se encontrava restrita à margem esquerda, não estando tão preservada por conta das construções habitacionais. Pode-se dizer que nesta região o rio deve sofrer grande influência da presença humana, e isso por sua vez teve relevância no resultado da sementeira realizada. Souza (2012) fez uma avaliação concreta de como a permanência ou ausência da mata ciliar afeta a qualidade do rio, avaliando parâmetros físico-químicos, mas também a presença de coliformes totais. Essa autora relata a importância da mata ciliar para a melhora dos parâmetros observados no estudo, mesmo com a presença desses microrganismos. Ou seja, a preservação da mata ciliar na região do Vale da Estação é importante para que os níveis de coliformes totais sejam reduzidos nos próximos anos.

Figura 10: Crescimento das placas referentes ao ponto quatro



Fonte: Própria

Dentre os quatro ambientes de coleta, o quarto foi o que mais aparentou sofrer com a interferência humana, pois a água do rio Jucu estava mais barrenta, além da ausência da mata ciliar no local e a presença de edificações comerciais nas proximidades, e isso com certeza afetou diretamente os resultados obtidos nas placas semeadas. Em seu trabalho a respeito dos efeitos antrópicos e sazonais na qualidade da água do rio do Carmo (região oeste do estado do Rio Grande do Norte), Silva e Souza (2013) atestaram que além dos efeitos sazonais, a ação humana influencia diretamente no índice de qualidade das águas (IQA). Em seu trabalho foi possível observar que nos pontos de coleta que sofriam maior interferência pela ação humana o IQA era reduzido, em comparação a outros pontos de menor influência. Além disso, o mesmo também relatou que os parâmetros que mais tinham relevância para diminuir o IQA nesses casos, era a presença de coliformes, o oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio, que são fortes indicadores de poluição pelo aumento excessivo de matéria orgânica em um corpo d'água.

Notavelmente os resultados registrados nessa pesquisa estão relacionados com a maneira como o rio Jucu é afetado pela presença e ação humana, e também com o estado de conservação do rio. Ou seja, os menores valores de colônias de coliformes fecais foram encontrados no ponto um, em que o rio se encontra mais afastado de aglomerações urbanas e/ou rurais, com boa preservação da mata ciliar, ao passo que os maiores valores foram registrados no ponto quatro, localizado no Centro de Marechal Floriano, com alto grau de urbanização e impacto no rio.

Os resultados obtidos na análise microbiológica, se encontram com concentração de coliformes totais acima do regulamentado pela legislação brasileira. Esses resultados podem ter impactos negativos na população que faz o uso do Rio Jucu como fonte de água potável. Aqueles indivíduos que não possuem acesso a água tratada e fazem a utilização direto do rio para diversos fins podem contrair infecções ligadas a presença de coliformes termotolerantes, tais como infecções intestinais, estomacais, gastroenterites (Guedes et. al, 2017).

Assim como esse trabalho, pesquisas anteriores já registraram a presença de coliformes totais no Rio Jucu. Terra e colaboradores (2008) realizaram a avaliação microbiológica das águas superficiais do rio Jucu Braço Sul e relacionam a interferência humana com os dados de coliformes obtidos. Esses autores salientam que há uma correlação entre a presença desse patógeno com a poluição gerada através da população, visto que esses microrganismos são encontrados no trato gastrointestinal de animais homeotérmicos.

Assim como nos estudos conduzidos no braço sul, os estudos realizados no braço norte do rio Jucu também apresentaram resultados positivos quanto a presença de coliformes totais. Apesar de haver uma diferença geográfica quanto ao percurso realizado pelo braço sul e pelo braço norte, ambos apresentam níveis semelhantes de contaminação por esses organismos (Terra *et al.*, 2010).

Em outro contexto, durante a análise das amostras de Fitoplâncton do Rio Jucu não foram registrados táxons pertencentes à Divisão Cyanobacteria em todos os quatro pontos estudados. Esse resultado negativo é plausível mediante ao fato do Rio Jucu apresentar, visualmente, considerável correnteza nos quatro pontos amostrados. Giblin e Gerrish (2020) reforçam que cianobactérias, notadamente aquelas que são potencialmente tóxicas, dominam o fitoplâncton em condições ambientais de baixa turbulência, baixa correnteza, luz adequada e temperaturas mais elevadas, o que não foi registrado para o Rio Jucu nessa pesquisa (exceto a disponibilidade alta de luz).

Também é importante ressaltar que as amostras foram obtidas da subsuperfície da água, o que promove a coleta de organismos fitoplanctônicos. Isso quer dizer que ainda há possibilidade de ocorrência de cianobactérias que vive, aderidas à substratos naturais, como pedras, macrófitas aquáticas ou grãos de areia que estão submersos no leito do Rio Jucu (compondo a chamada “comunidade perifítica”). Cyanobacteria já foram registradas nesse tipo de comunidade em rios brasileiros, como o rio Curiaú, no estado do Amapá (Bastos et al. 2015); rio Paraná, no estado do Paraná (Biolo; Algarte; Rodrigues, 2015) e rio Doce, no estado do Espírito Santo (Zorzal-Almeida et al., 2021).

Assim, pode-se considerar que a ausência de cianobactérias fitoplanctônicas é um bom resultado em questão de saúde pública para a população do estado do Espírito Santo que é abastecida com essa fonte de água, visto que as chances de existirem cianotoxinas na água é mínima.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o Rio Jucu, nos quatro pontos amostrados nessa pesquisa, dispõe condições ecológicas para a presença em grande quantidade de coliformes

totais, mas não de cianobactérias fitoplanctônicas. Também é possível concluir a qualidade da água dos dois braços do Rio Jucu se encontra imprópria para consumo direto, de acordo com a portaria do ministério da saúde 888 de 04 de maio de 2021, sendo que o ponto mais a jusante do braço norte (ponto um) apresentou menor quantidade de colônias de coliformes totais, por conta de suas características ambientais mais preservadas.

O rio Jucu abastece 25% da população capixaba, esse número é muito expressivo, e com isso a preservação e conservação desse afluente em boas condições de uso é imprescindível para a manutenção vida e da saúde pública, e o mesmo também serve como método para saúde preventiva do cidadão, tendo em vista que ao prevenir determinadas doenças tratando sua fonte é possível evitar gastos a mais com a saúde pública e também melhora a qualidade de vida dos cidadãos.

Indubitavelmente é necessário reforçar a importância de estudos como estes que visam agregar informações cientificamente relevantes quanto à qualidade das fontes de água potáveis utilizadas pela população do estado do Espírito Santo. Dessa forma, a população pode utilizar esses resultados para cobrar do poder público ações que visem aumentar a qualidade da água dos rios capixabas, diminuindo fontes poluidoras e aumentando a preservação das matas ciliares e do leito do rio em si.

Por fim, sugere-se que futuramente sejam realizadas mais pesquisas sobre a qualidade microbiológica e presença de cianobactérias no Rio Jucu, com foco na variação espaço-temporal e no tipo de comunidade amostrada.

REFERÊNCIAS

BASTOS, G. L. L.; BARROS, A. S.; FERREIRA, A. C. S.; FAUSTINO, S. M. M.; SILVEIRA JÚNIOR, A. M.. **Composition, frequency and seasonal distribution of periphytic microalgae in stretches of the Curiaú River, Amapá, Eastern Amazon**. 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/Fernanda/Downloads/6620-Texto%20do%20Artigo-30138-1-10-20221109.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BIOLO, Stefania; ALGARTE, Vanessa Majewski; RODRIGUES, Liliana. **Composition and taxonomic similarity of the periphytic algal community in different natural substrates in a neotropical floodplain, Brazil**. 2015. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJPS/article-full-text/DE5032C49994>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Ana). Ministério da Saúde. **Indicadores de qualidade: índice de qualidade das águas (IQA)**. 2023. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadoresindice-aguas.aspx>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Marcelo Antônio Cartaxo Queiroga Lopes. Ministério da Saúde. **Portaria gm/ms nº 888, de 4 de maio de 2021**. 2021. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html.
Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Serviços e Informações do Brasil. Governo Federal. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Índice de qualidade das águas (IQA)**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ptbr/orgaos/agencia-nacional-de-aguas#:~:text=A%20Ag%C3%A7%C3%A3o%20de%20normas>. Acesso em: 24 mar. 2023.

DEINA, Miquelina Aparecida. **Alterações hidrogeomorfológicas no baixo curso do Rio Jucu (es)**. 2013. Disponível em: https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Disserta%C3%A7%C3%B5es%20e%20Teses/Geografia/UFES_PPGG_MI_QUELINA_APARECIDA_DEINA.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado de Saneamento. Governo Estadual. **Manual operativo dos Planos de recursos hídricos capixabas**. 2021. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Jucu/De%20Olho%20no%20Rio%20-%20Jucu.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

FIGUEIREDO, Cinara Cipriano. **Variações da comunidade fitoplanctônica em uma área de captação de água do rio Jucu (vila velha-es) e ocorrência de cianobactérias**. 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/9962?mode=full>. Acesso em: 28 mar. 2023.

FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria de. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. 2001. Disponível em: https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v17n3/4647.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

GARDIMAN JUNIOR, Benvindo Sirtoli. **Caracterização do processo de poluição das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Jucu, estado do espírito santo, brasil. Revista agro@mbiente on-line**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 235, 7 out. 2015. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2310>. Disponível em: <file:///C:/Users/Fernanda/Downloads/2310-11942-1-PB.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

GIBLIN, Shawn M.; GERRISH, Gretchen A.. **Environmental factors controlling phytoplankton dynamics in a large floodplain river with emphasis on cyanobacteria**. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rra.3658>. Acesso em: 17 nov. 2023.

GUEDES, Anderson Ferreira; TAVARES, Laryssa Nascimento; MARQUES, Maria Nádia da Nóbrega; MOURA, Samuel Pimentel; SOUSA, Milena Nunes Alves de. **Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Milena-Sousa/publication/318350788_TRATAMENTO_DA_AGUA_NA_PREVENCAO_DE_DOENCAS_DE_VEICULACAO_HIDRICA/links/59661afeaca27227d792b3a2/TRATAMENTO-DA-AGUA-NA-PREVENCAO-DE-DOENCAS-DE-VEICULACAO-HIDRICA.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

GRADÍSSIMO, D.G.; MOURÃO, M.M.; SANTOS, A.V.. **Importância do monitoramento de cianobactérias e suas toxinas em águas para consumo humano**. 2020. Disponível em: <https://site.institutoinfor.com.br/CONCUROS%20DE%20BOLSAS/2022/Algas.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2023.

HENNING, Elisa; WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; SOUZA, Nadine Santos de; SAMOHYL, Robert Wayne. **Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável**. 2014. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/Um-estudo-para-a-aplica%C3%A7%C3%A3o-de-gr%C3%A1ficos-de-controle-estat%C3%ADstico-de-processo-em-indicadores-de-qualidade-da-%C3%A1gua-pot%C3%A1vel.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

NUNES, Likaele Moreira; MONTEIRO, Maria de Fátima Guedes; SOUSA JÚNIOR, Dárcio Luiz de; AQUINO, Pedro Everson Alexandre de; SARAIVA, Cícero Roberto Nascimento; LEANDRO, Maria Karollyna do Nascimento Silva; MARQUES, Ana Emília Formiga; SILVA, Rakel Olinda Macedo da; LEANDRO, Lívia Maria Garcia. **Pesquisa de coliformes totais e termotolerantes no rio Salgadinho no município de Juazeiro do Norte, CE**. 2019. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/cientifico/article/view/2243/1105>. Acesso em: 17 nov. 2023.

OSMAN, Mohamad. **Microalgas: aplicação biotecnológica para o tratamento de Efluente sanitário. Aplicação biotecnológica para o tratamento de Efluente sanitário**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/xmlui/bitstream/handle/11600/65205/TCC%20%20FINAL-%20Mohamad%20Osman-140469-NOTURNO-Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SILVA, A. G.; SOUZA, L. D.. **Efeitos antropicos e sazonais na qualidade da água do rio do Carmo**. 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481548607011.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

SILVA JUNIOR, Luiz Batista da; REIS, Rosângela Sampaio. **Padrões microbiológicos da água para consumo humano: panomara brasileiro**. 2018.

Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/81/10432.pdf>.
Acesso em: 24 mar. 2023.

SILVA, Marcia Aparecida; ARAÏJO, Renata Ribeiro de. **Análise temporal da qualidade da água no córrego Limoeiro e no Rio Pirapozinho no Estado De São Paulo - Brasil.** Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/4656>. Acesso em: 17 nov. 2023.

SOUZA, Juliana Rosa de; MORAES, Maria Eugênia Bruck de; SONODA, Sérgio Luiz; SANTOS, Haialla Carolina Rialli Galvão. **A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos.** caso rio almada, sul da bahia, brasil. : Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>. Acesso em: 05 jun. 2023.

SOUZA, Milena Caramori Borges de. **Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do rio Jacarecica - Maceió AL.** 2012. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1556/1/Influ%3%aancia%20da%20mata%20ciliar%20na%20qualidade%20da%20c%3%a1gua%20de%20trecho%20do%20Rio%20Jararecica-Macei%3%b3-AL.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

SOUZA, Quezia dos Santos; MACHADO, Charlles Myller Santana; MOURA, Lucas Otávio Guimarães; LIMA, Fellipe dos Santos. **Análise de coliformes totais e termotolerantes-fecais em diferentes pontos da sub-bacia do rio Poxim-sergipe, brasil.** 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/AGRO/article/view/10810/8436>. Acesso em: 17 nov. 2023.

TERRA, Vilma R; PRATTE-SANTOS, Rodrigo; ALIPRANDI, Robert B; BARCELOS, Fernando F; AZEVEDO Jr, Romildo R; BARBIÉRI, Roberto S. **Avaliação microbiológica das águas superficiais do rio Jucu Braço Sul, ES, Brasil.** Disponível em: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/09_terravretal_4852.pdf. Acesso em: 13 nov. 2023.

TERRA, Vilma R; PRATTE-SANTOS, Rodrigo; ALIPRANDI, Robert B; BARCELOS, Fernando F; MARTINS, João LD; AZEVEDO Jr, Romildo R; BARBIÉRI, Roberto S. **Estudo limnológico visando avaliação da qualidade das águas do rio jucu braço norte, es.** 2010. Disponível em: http://naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/02_TerraVRetal_0813.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

TERRA, Vilma R; PRATTE-SANTOS, Rodrigo; ALIPRANDI, Robert B; BARCELOS, Fernando F; MARBACH, Phellippe AS; MARTINS, João LD; AZEVEDO Jr, Romildo R; BARBIÉRI, Roberto S. **Monitoramento do rio jucu braço sul: caracterização e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.** 2009. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48051889/03_terravretal_0511libre.pdf?147121

5315=&response-

contentdisposition=inline%3B+filename%3DMonitoramento_do_rio_Jucu_Braco_Sul_Cara.pdf&Expires=1686010606&Signature=Nqc5KDhurB~axLvMEHFYb4QwZC3U0XI9k4c3BZjhcvi8BCqtVNE0YvfECII4ottD6Mhpf7JZzH0E~wyAvYNcCdqBo2ofW8~bJW86Y2m8o6c7s8Zf5OpyMLKfkJYjLDhD8Y9xVizi7Vt4Wfj1VFUAW0OhjBNtp40cis maZ-

ztEh4icNRly6TzeZe2377ZMGMzfnh83LLW3HHwBfVqqm6mWSRkITTzo9DKgWwk0i c8lxQnK-

Pr~yRPMSsNH5L60ThdcYCMP65VP2eRnS6SucnHzGt6ed5dJuaDKb4ymYa4xvnU q~lcpi7vPHg~GiD07fIHOWkmJ7WKmhi02KSd~g__&Ke y-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 05 jun. 2023.

ZORZAL-ALMEIDA, Stéfano; SOUZA, Karoline Barros de; SANTANA, Lucineide Maria; ENDLICH, Bianka Gerhardt; FADUL-SOUZA, Bruna; JESUS, Davi Barbosa de; BALINHAS, Izabela Clara Marques; TRANCOSO, Mateus Sardi; SCARDUA-FILHO, Miguel Ângelo; FERNANDES, Valéria de Oliveira. **Periphytic algal flora of the lower Doce river basin after ore tailings flow, Espírito Santo State, Brazil: Sampling design and methods.** 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/3LytkZ6tCdFvrvfWtq5Cht/#>. Acesso em: 17 nov. 2023.