ANÁLISE DA POTABILIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS: AVALIAÇÃO DO USO DE AGROTÓXICOS NAS PLANTAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR E DESCARTE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS.

Jussara Carvalho Santos[1]
João Victor M. Zoccal[2]

Resumo:
O cultivo crescente de cana-de-açúcar trouxe consigo consequências no uso abundante de agrotóxicos, que em adição com o auxílio de processos erosivos, desmatamentos e processos de lixiviação e percolação, juntamente com o descarte irregular de efluentes industriais, tem-se intensificado a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, que são fatores de riscos para a saúde pública e meio ambiente. O objetivo desse trabalho foi avaliar dados de análise das amostragens de águas obtidas do rio São José dos Dourados pertence à região hidrográfica do Rio Paraná, com sua nascente em Mirassol/ SP possuindo área de 6.805,20 km^2, visando possíveis parâmetros de contaminação próximos ao rio. A metodologia foi baseada na busca de levantamentos bibliográficos e na realização de análises físicas da água, como cor e turbidez, químicas, como pH, nitrato, nitrito, ferro, níquel, cromo total, acidez total, alcalinidade, dureza, cálcio e magnésio e biológicas, como coliformes totais e fecais. Para esta avaliação foi coletada ao todo 18 amostras em três pontos distintos do rio, em dias alternados visando comparações graduais das amostras de modo qualitativo e quantitativo. Como resultados houve indícios de contaminações por efluentes industriais, evidenciados por altos teores de cromo total e ferro, como também por agrotóxicos e fertilizantes, devido à elevada presença de nitrato e níquel. Diante disto, pode-se concluir que à presença de altos teores de metais de níquel, cromo e ferro e também de cor, turbidez e nitrato, indiciam a contaminação do recurso hídrico avaliado, na qual pode afetar a qualidade de vida dos seres vivos.

Palavras-chave: recursos hídricos; qualidade de água; análise ambiental; agrotóxicos; efluentes industriais.

Abstract:
The increasing cultivation of sugar cane has brought with it consequences in the abundant use of pesticides, which in addition to the aid of erosive processes, deforestation and leaching and percolation processes, together with the irregular disposal of industrial effluents, has intensified the contamination of surface and underground waters, which are risk factors for public health and the environment. The objective of this work was to evaluate data from the analysis of water samples obtained from the São José dos Dourados River, which belongs to

[1] Discente do curso de biomedicina do Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV. Votuporanga. São Paulo, Brasil. Bacharelado em Biomedicina. E-mail: jussaracarvalho03@hotmail.com.

[2] Docente do curso de biomedicina do Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV. Votuporanga. São Paulo, Brasil. Bacharelado em Química Ambiental e Engenharia Ambiental. E-mail: jv_zoccal@hotmail.com.

the hydrographic region of the Paraná River, with its source in Mirassol/ SP, covering an area of 6,805.20 km2, aiming at possible contamination parameters close to the river. The methodology was based on the search for bibliographical surveys and carrying out physical analyzes of the water, such as color and turbidity, chemical analyses, such as pH, nitrate, nitrite, iron, nickel, total chromium, total acidity, alkalinity, hardness, calcium and magnesium and biological, such as total and fecal coliforms. For this evaluation, a total of 18 samples were collected at three different points on the river, on alternate days, aiming to gradually compare the samples in a qualitative and quantitative way. As a result, there were signs of contamination by industrial effluents, evidenced by high levels of total chromium and iron, as well as pesticides and fertilizers, due to the high presence of nitrate and nickel. In view of this, it can be concluded that the presence of high levels of nickel, chromium and iron metals, as well as color, turbidity and nitrate, indicate contamination of the evaluated water resource, which can affect the quality of life of living beings.

Keywords: water resources; water quality; environmental analysis; pesticides; industrial effluents.

INTRODUÇÃO

Segundo Sánchez (2020) que define o conceito de ambiente e degradação ambiental, respectivamente, como algo natural que nos oferecem recursos e suporte a vida e, alteração desse recurso. Portanto degradação ambiental é a perda da qualidade natural que correspondem ao impacto ambiental, decorrente da expansão de atividades antrópicas que visam o alto crescimento socioeconômico. Com isso alteram-se as propriedades físicas, químicas e biológicas, acarretando prejuízos nos ciclos ecológicos de todo um ecossistema.

Complementando, uma contaminação ambiental múltipla pode ser considerada uma mistura de agentes tóxicos decorrido do uso de agrotóxicos. Sendo a expansão desse uso de agentes tóxicos uma das consequências que, gradativamente pode ser maléfica para o meio ambiente e, posteriormente, prejudicando as populações (Silva; Campos, 2013).

Pelas ações antrópicas vem gerando intensos aspectos negativos em vista de análise ambiental, pois geram um ciclo que afetam o solo, o ar e a água, que poluem, destroem e modificam todo um ecossistema (Lima *et al.*, 2023). Essas ações se concentram em expandir negócios, aumentar produtividade, utilizar de recursos naturais para minimização de gastos e aumento de lucratividade (Wendling; Bargos, 2023).

Uma das atividades de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), com predomínio maior no Centro – Sul com destaque para a região de São Paulo, como responsável por quase metade da produção nacional, é a plantação de cana – de- açúcar, possuindo ao todo 172 usinas açucareiras instaladas. As alterações e

modificações do meio ambiente e ecossistema local se manifestam através de usinas açucareira que contrapõem com desenvolvimento sustentável em suas produções (Goldemberg; Coelho; Guardabassi, 2008). Isso ocorre principalmente pela utilização de agrotóxicos e descarte de efluentes que contém variedades de fórmulas que a cada dia se modificam e se tornam mais potentes e prejudiciais, afetando principalmente os recursos hídricos, visto que, o solo absorve grande parte e distribui para os lenções freáticos ou os agrotóxicos com descargas em rios (Ciminelli *et al.,* 2014).

É denominado como agrotóxicos produtos e agentes físicos, químicos ou biológicos que preservam a flora e a fauna de seres nocivos. Assim como, recebe outras denominações como, pesticidas, praguicidas, herbicidas remédio de plantas, mas principalmente associado como veneno, podendo ser sólido ou líquido, sendo assim classificado conforme sua finalidade ou organismo alvo (Candido; Herbst, 2022). A avaliação de riscos ambientais dos agrotóxicos ocorre por conta da sua potencialidade quando exposto, ou seja, sua toxicidade e sua bioacumulação que geram impactos adversos (Peres; Moreira; Dubois, 2008). Essa análise de riscos é voltada para situações aguda e crônica, sendo a segunda opção a exposição dos seres vivos aos agentes químicos nocivos dos agrotóxicos que podem estar presentes na água (Sánchez, 2013).

O uso do agrotóxico se tornou intenso e dependente desde a sua criação como forma de modernização agrícola, principalmente por meio de monoculturas (Silva; Santos, 2023). Assim sendo, o Brasil vem aumentando a utilização desses recursos e levando o status de maior consumidor mundial de agrotóxicos (Bombardi, 2017). O avanço tecnológico possibilitou a manipulação de componentes químicos e os rearranjos de moléculas mais estáveis e potentes, para oferecer ao mercado produtos com qualidade de resultados imediatos e eficazes.

Mas com uma visão ampla é possível perceber que mesmo em pontos fortes e positivos, a degradação, a contaminação, os riscos sejam eles fisiológicos e ambientais também deveriam ser considerados como forma de análise e incluídos na elaboração desses produtos (Basso; Siqueira; Richards, 2021). Os agrotóxicos são utilizados em diferentes locais, mas com o mesmo princípio e função de controle e exterminação de pragas e vetores (Peres; Moreira; Dubois, 2008). Porém os impactos observados são as consequências que o meio ambiente e os seres humanos tendem a carregar e muitas delas são irreversíveis e prejudiciais (Lopes; Albuquerque, 2018).

Com isso, o objetivo do trabalho foi analisar e monitorar amostras obtidas do rio São José dos Dourados, com possíveis contaminações decorrentes de uso de agrotóxicos e

descartes de efluentes de usina açucareira e seus níveis de agravamento, de forma qualitativa e quantitativa. Analisando os diferentes resultados comparando-os com os parâmetros estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357 (2005) para evidenciar possíveis alterações, e alertar sobre os riscos ambientais e de saúde decorrentes da contaminação do percurso do rio.

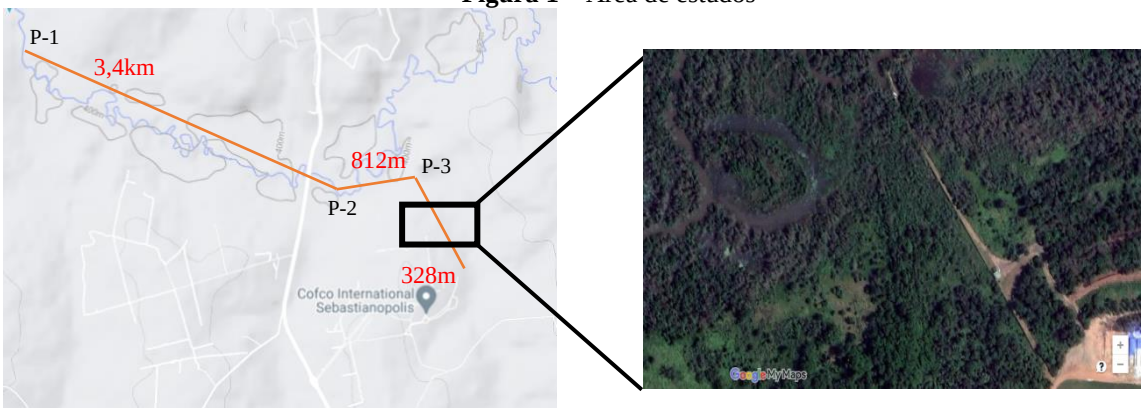
A justificativa se baseou no aspecto da análise ambiental como ferramenta de verificar meios alternativos para solucionar os problemas encontrados com uso inadequado de agrotóxicos e descartes de efluentes, bem como esclarecer sobre impacto ambiental e suas consequências na saúde dos seres vivos. Através das análises de amostragens da água do rio São José dos Dourados demonstrando sobre poluição hídrica, seus fatores e suas consequências.

1 METODOLOGIA

O projeto tem como primeira etapa levantamentos bibliográficos com assuntos abordando poluição hídrica por meio de compostos organossintéticos principalmente por agrotóxicos, processos de percolação dos excessos de fertilizantes e vinhaça utilizados na agricultura, juntamente com os estudos das consequências que isso acarreta para o ecossistema local, na inadequação dos parâmetros da potabilidade da água e na saúde pública. Foram utilizadas palavras chaves como vinhaça, agrotóxicos, cana-de- açúcar, potabilidade da água, poluição, análise ambiental, impacto ambiental, efeitos tóxicos e educação ambiental. Assim como, as pesquisas foram baseadas em textos acadêmicos, artigos científicos, livros, monografias, revistas, no Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em saúde, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, Biblioteca Científica Eletrônica On-line, Periódicos Capes, PubMed/Medline, no período de 2008 a 2023 e com linguem no português, inglês e espanhol.

A área de estudo foi escolhida decorrente a atividade da usina açucareira presente no local, pela proximidade do percurso do Rio São José dos Dourados, onde o rio pode ser enquadrado na seção I das águas doces como rio de classe 2 (dois) de acordo com a resolução CONAMA nº 357 (2005). A região hidrográfica de São José dos Dourados pertence à região hidrográfica do Rio Paraná, com sua nascente em Mirassol/ SP e percorre cerca de 25 municípios, possuindo área de 6.805,20 km^2.

Figura 1 – Área de estudos



Fonte: Google Maps (2023).

Na imagem (a) evidenciada os três pontos de coleta e suas distâncias, na imagem (b) é evidenciado a área de conexão da usina com o rio.

Foi coletado amostras entre o mês de junho a novembro do Rio São José dos Dourados, com garrafas de vidro com capacidade de 2 litros, previamente lavados com sabão neutro, álcool etílico e auto-clavados. Para a análise bacteriológica as amostras foram coletadas com cuidados necessários para a não contaminação com impurezas do ar e em fracos devidamente auto-clavados e esterilizados. As amostras foram coletadas em três pontos do rio, nomeando-as como: a amostra 1 (P1) - ponto mais distante da usina; a amostra 2 (P2) - coletada em uma ponte sobre o rio; a amostra 3 (P3) - proximidade da usina, em dias alternados visando comparações, todas as coletas foram realizadas no período da manhã. Na prática a coleta foi realizada contra o a corrente do fluxo da correnteza e nomeadas juntamente com o número do ponto e data da coleta. Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em ambiente térmico através de caixas térmicas, sobre refrigeração de 4°C a 8°C, levado e analisado em laboratório dentro de oito horas.

Figura 2- Pontos de coletas

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao coletar as amostras foi anotada a data, hora, observação do clima, ensolarado ou chuvoso e presença ou não de dos sitiantes e banhistas locais. Tendo a assistência de programas Excel para melhor monitoramento e planejamento do projeto e aplicativos como Google Maps, Google Earth para melhor visualização e mapeamento do local.

As amostras foram analisadas no laboratório da instituição do Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV), seguindo as normativas do Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (2013). Foram realizados parâmetros físicos cor e turbidez, e químicos pH, nitrato, nitrito, ferro, níquel, cromo total, acidez total, alcalinidade, dureza, cálcio e magnésio, todos os parâmetros foram analisados de forma de triplicata. E, posteriormente, análise bacteriológica de coliformes fecais e *Escherichia coli* com a técnica de tubos múltiplos.

Na análise do pH foi utilizado o peagâmetro portátil (LUCADEMA – Luca 210). Inicialmente, lavado o eletrodo com água destilada e realizado a calibração com os tampões de pH 7,0; 4,0 e 10,0, respectivamente. Foi submetida cada amostragem de água e anotado os valores. Na alternância de cada amostra lavou-se o eletrodo com água destilada para evitar possíveis contaminações.

Para a determinação de cor, turbidez, nitrato, nitrito, níquel e cromo total, foi utilizado o calorímetro HACH de fotometria de onda. Para cor e turbidez não foi necessário pós- reativos, avaliando apenas a água bruta. Para determinação de nitrato, nitrito, ferro, níquel e cromo total foram utilizados pós-reativos da marca HACH para cada teste específico, onde a metodologia aplicada foi a mesma. Em um cubeta colocado aproximadamente 25mL, até a marca de aferição, junto com o pó- reativo, homogeneizando por 1 minuto e aguardando 20 minutos para reação. Logo, em seguida, realizou-se a medição de cada amostra, sempre zerando o calorímetro com uma cubeta com água destilada e programando cada amostra com seus respectivos programas do aparelho.

A dureza, alcalinidade e acidez foram determinadas pelo método de titulação e sempre na alternância de cada amostra preencheu a bureta com cada titulante específico para cada teste onde o menisco ficava no zero. A titulação foi realizada gotejando o titulante e ao mesmo tempo homogeneizando o Erlenmeyer, ao final de cada teste lavavam-se a bureta cinco vezes com água destilada. Cada teste realizado anotava-se os valores encontrados.

Na determinação da dureza, mediu-se 50 mL da água bruta na proveta de 100mL e transferiu-se para o Erlenmeyer, com a adição de 2 mL da solução tampão e 0,2 g da mistura indicadora e, em seguida, homogeneizou a solução. Com a bureta de 25mL preenchida com a solução EDTA realizou-se a titulação. Visivelmente houve uma mudança de cor de um tom roxeado para um azul com tom escuro.

Na determinação de alcalinidade mediu-se 100 mL da água bruta na proveta de 100mL e transferiu-se para o Erlenmeyer, com a adição de 4 gotas de fenolftaleína, homogeneizando para a verificação se haveria a mudança de cor para um tom rosado. Em seguida, foi adicionado 4 gotas de alaranjado de metila homogeneizando a amostra. Com a bureta de 25mL preenchida com solução de ácido sulfúrico 0,01 M realizou a titulação. Visivelmente houve a mudança de cor de um tom amarelado para um alaranjado.

Para a determinação de acidez mediu-se 100 mL da água bruta na proveta de 100mL e transferiu-se para o Erlenmeyer, com a adição de 4 gotas de fenolftaleína e, em seguida, houve a homogeneização. Com a bureta de 25mL preenchida com solução de hidróxido de sódio 0,01 M, realizou a titulação. Visivelmente houve mudança de cor do natural da água bruta para um tom rosado.

A análise bacteriológica de coliformes totais e *Escherichia coli* foi utilizado métodos qualitativo e quantitativo de confirmação, onde ambas foram realizadas dentro da capela de fluxo laminar. Antes de cada teste foi realizado a assepsia do local de trabalho e da bancada da capela com álcool 70% e, em seguida, ligada a luz UV por quinze minutos.

A técnica de tubos múltiplos ou técnica do número mais provável foi utilizada como teste quantitativo e qualitativo. O método consistiu em submeter a água bruta em diluições em tubos de ensaio baseada na estimativa da densidade de coliformes fecais, foi utilizado a diluição até dez a menos seis (10^{-6}), com um total de 40 tubos de ensaio, 5 frasconetes de cultura Readycult Coliforms 100, 10 garrafas com água destilada e 5 Erlenmeyer. Foi ordenado os tubos de ensaio, na grade, em ordem sucessivas de cinco tubos para cada diluição, por exemplo, 10; 10^{0}; 10^{-1} e assim por diante, e colocado juntamente com os outros materiais utilizados dentro da capela.

Antes de iniciar as diluições foi preparado 5 meios de cultura líquido para coliformes totais e *E. coli*, despejando 100 mL da água destilada em um Erlenmeyer estéril e adicionado a ampola de substrato enzimático liofilizado, sendo considerado um meio como concentrado onde foi colocado 2 ampolas do substrato, ou seja, concentração dupla, homogeneizando em seguida todos os meios já inoculados com as ampolas. Posteriormente, adicionado 10mL dos meios em cada tubo de ensaio com o auxílio de uma pipeta automática com ponteira estéril, onde o meio com concentração dupla é colocado na diluição 10.

Nas garrafas de água destilada contendo 90 mL cada, nomeadas cada uma com os valores de cada diluição correspondente, foi pipetado 10mL da água bruta, para a garrafa da diluição 10^{-1}, em seguida 10mL da diluição 10^{-1} para a garrafa da diluição 10^{-2}, e assim por diante. Preparado as diluições da amostra onde cada tubo de ensaio contendo o meio de

cultura Readycult Coliforms 100 diluído em 10mL de água destilada, foi inoculado nesses tubos 1mL das diluições da amostra correspondente a diluição nomeada no tubo de ensaio, por exemplo, diluição 10^{-1} no tubo de ensaio 10^{-1}. No tubo de ensaio com diluição 10 foi pipetado 10mL da água bruta e no tubo de ensaio com diluição 10^{0} foi pipetado 1mL da água bruta. Após a semeadura cada tubo de ensaio foi homogeneizado vagorosamente, no mínimo 25 vezes, inclinando o frasco mais ou menos 45° e logo após os tubos foram incubados na estufa a 36°± 0,5ºC por 24 horas, após esses períodos foi visualizado na câmera de luz ultravioleta (UV), com comprimento de onda de 366 nm. Visivelmente os tubos apresentam coloração esverdeada quando positivo.

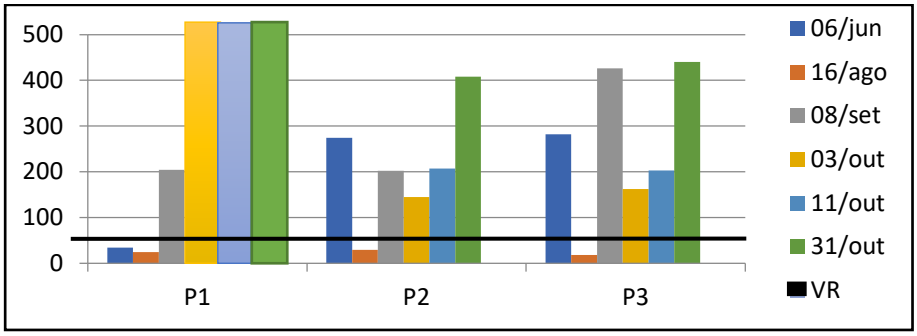
2 RESULTADOS

As amostras coletadas nos dias 06 de junho (22°C), 16 de agosto (26°C) e 08 de setembro (29°C) com clima estava ensolarado e o rio apresentava baixo volume, assim como o solo se se encontrava seco. Nos dias 03 (34°C), 11 (38C°) e 31 (32°C) de outubro, as amostras foram coletadas pós-clima chuvoso, onde as possíveis alterações nesses dias tendem a ter influência pelos índices pluviométricos, o rio apresentava alto volume e o solo se encontrava úmido. Nos dias 03 de outubro e 31 de outubro houve presença de sitiantes e animais de pastagens (bois e vacas), aproximadamente mais de vinte animais. No dia 11 de outubro houve a presença de múltiplas banhistas que estavam utilizando o rio. Nos dias 06 de junho, 08 de setembro e 11 de outubro houve presença de múltiplos pescadores locais.

Todas as análises foram realizadas e comparadas com a resolução do CONAMA nº 357 de 2005.

Ao analisar o parâmetro cor as três amostras estavam acima do valor estabelecido de até 75 mg Pt/L. Obtendo valor alto acima do visível do aparelho com um comprimento de onda acima de 420 nm, com o ponto 1 (P1) nos dias 03, 11 e 31 de outubro, levando um valor aproximado no Gráfico 1.

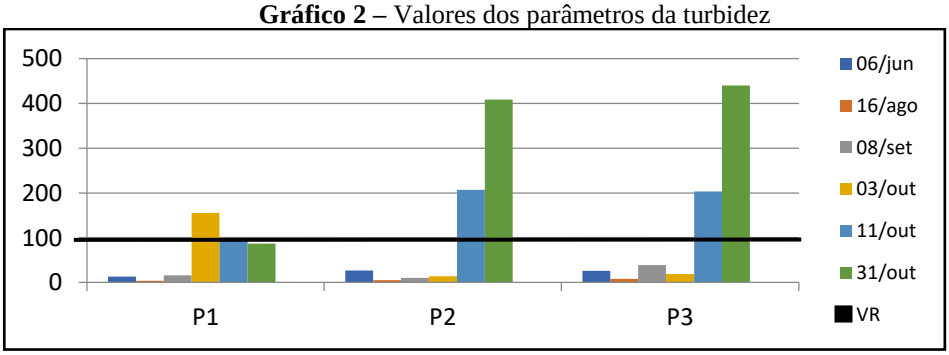
Gráfico 1- Valores dos parâmetros da cor



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Ao analisar o parâmetro físico da turbidez os três pontos de coleta obtiveram um índice acima do valor de referência de até 100 UNT. Com o valor máximo de 440 UNT no ponto 3 (P3), conforme Gráfico 2.

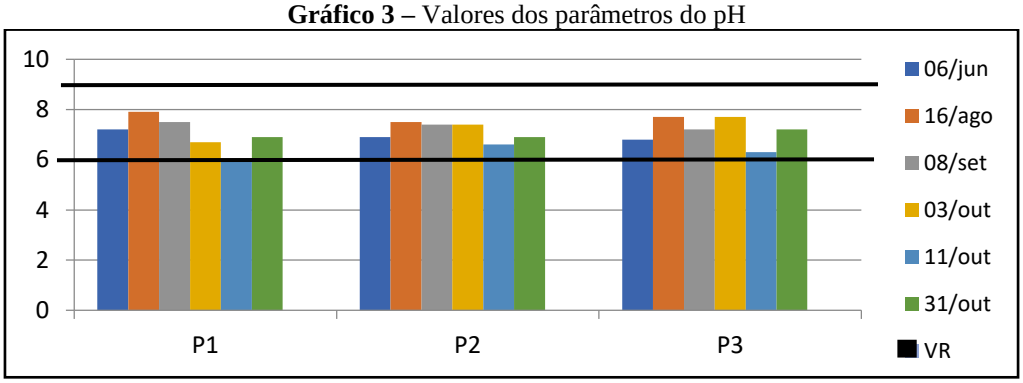
Gráfico 2 – Valores dos parâmetros da turbidez



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Ao analisar o pH obteve valores dentro das normalidades como visto no Gráfico 3, segundo as normas com pH variando entre 6,0 a 9,0.

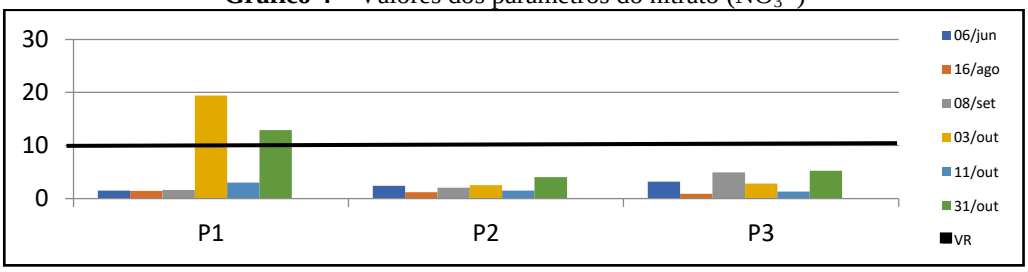
Gráfico 3 – Valores dos parâmetros do pH



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na análise do nitrato apenas o ponto 1 (P1) que ultrapassou os limites estabelecidos de até 10,0 mg/L, nos outros dois pontos (P2, P3) se encontram dentro das normalidades, conforme pode-se observar com o valor mínimo de 0,9 mg/L no ponto 3 (P3) e 19,4 mg/L no ponto 1 (P1), conforme observado no Gráfico 4.

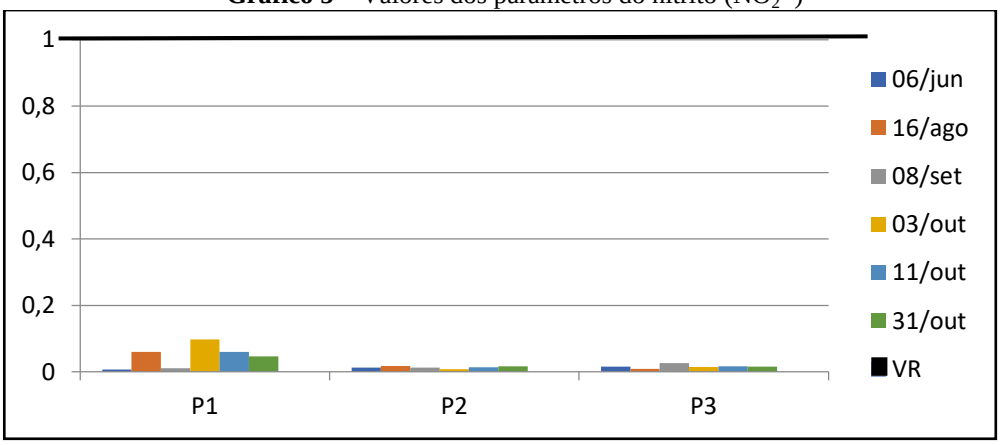
Gráfico 4 – Valores dos parâmetros do nitrato (NO_3^{-2})



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na análise do nitrito conforme o Gráfico 5, todos os três pontos se encontram dentro das normalidades de até 1,0 mg/L, tendo o valor mínimo de 0,007 mg/L e máximo com 0,098 mg/L para o ponto 1 (P1).

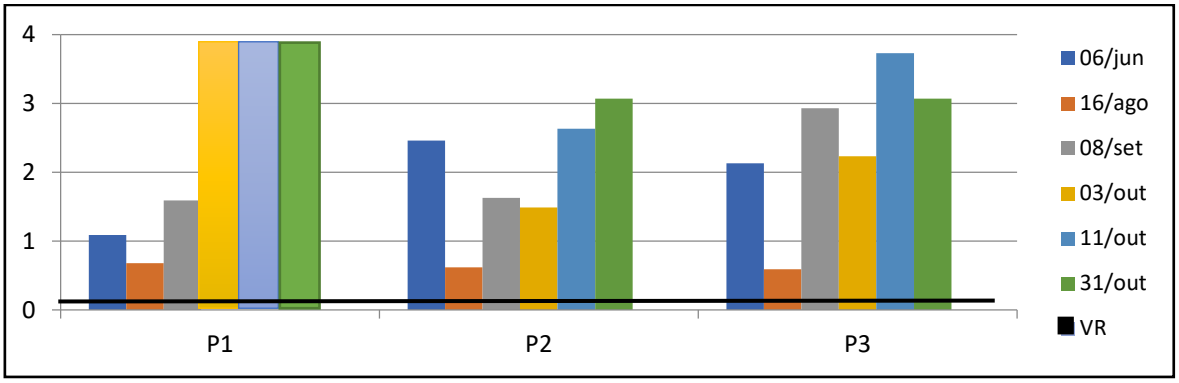
Gráfico 5 – Valores dos parâmetros do nitrito (NO_2^{-2})



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

O parâmetro ferro apresenta valor estabelecido dentro da normalidade de até 0,3 mg/L. Todos os pontos de coletas ultrapassaram exacerbadamente o valor permitido, conforme Gráfico 6. Novamente o ponto 1 (P1) apresentou valores que o aparelho não pode ler a absorbância, levando um valor aproximado no gráfico.

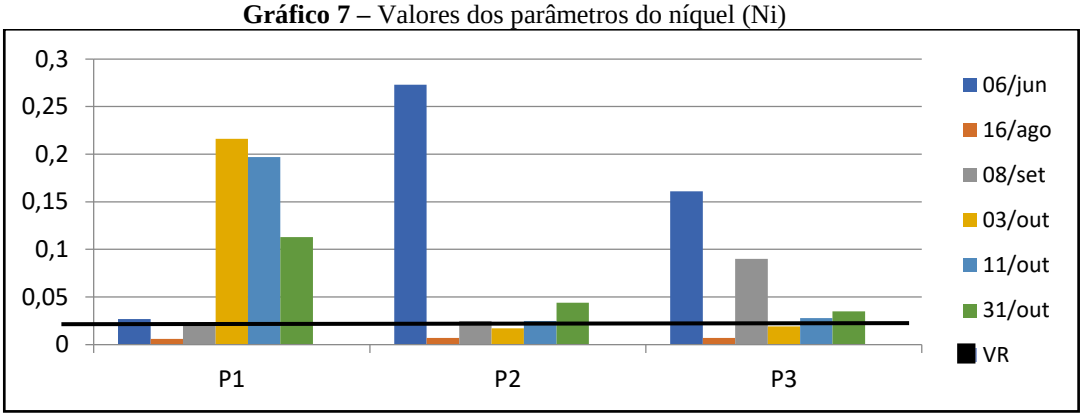
Gráfico 6 – Valores dos parâmetros do ferro (Fe)



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No parâmetro do níquel houve a ultrapassagem do limite estabelecido de até 0,025 mg/L, dando ênfase ao ponto 2 (P2) com valor de 0,273 mg/L, conforme pode ser observado no Gráfico 7.

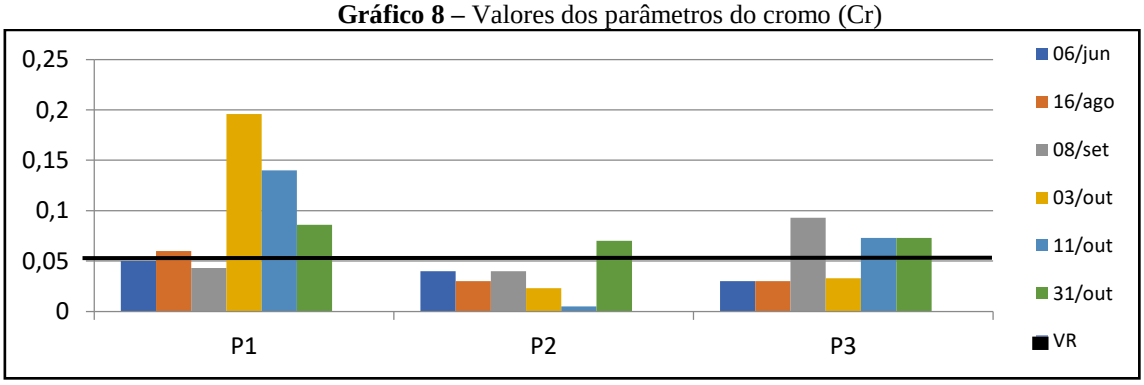
Gráfico 7 – Valores dos parâmetros do níquel (Ni)



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O valor estabelecido para o cromo de até 0,05 mg/L, os três pontos ultrapassaram esse limite com ênfase no ponto 1 (P1) com valor de 0,196 mg/L, conforme observado no Gráfico 8.

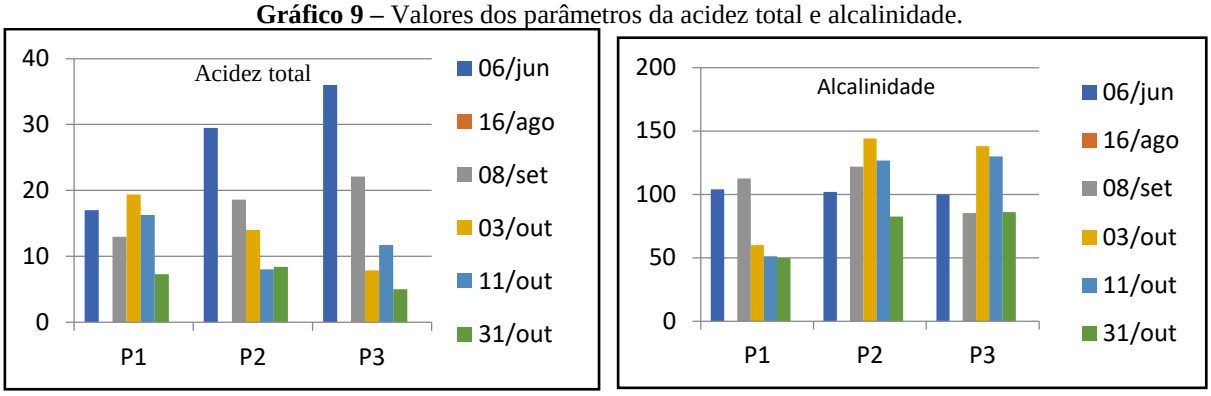
Gráfico 8 – Valores dos parâmetros do cromo (Cr)



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A acidez total e alcalinidade, conforme Gráfico 9, são métodos influenciáveis pelo pH, ou seja, quando um pH é básico a acidez total se sobre põe a alcalinidade e contrário também é verdadeiro. Nas análises do pH (Gráfico 3), nenhum dos resultados passam de 8,0, ou seja, foram obtidos valores com pH ácido para neutro. Assim sendo, a alcalinidade representou valores gastos durante o método de titulação maior do que os valores gasto da titulação da acidez total. No dia 16 de agosto não foi realizado a análise por falta de reagente. Como referências para alcalinidade é utilizado até 250 mg/L e para acidez total utilizado até 150 mg/L.

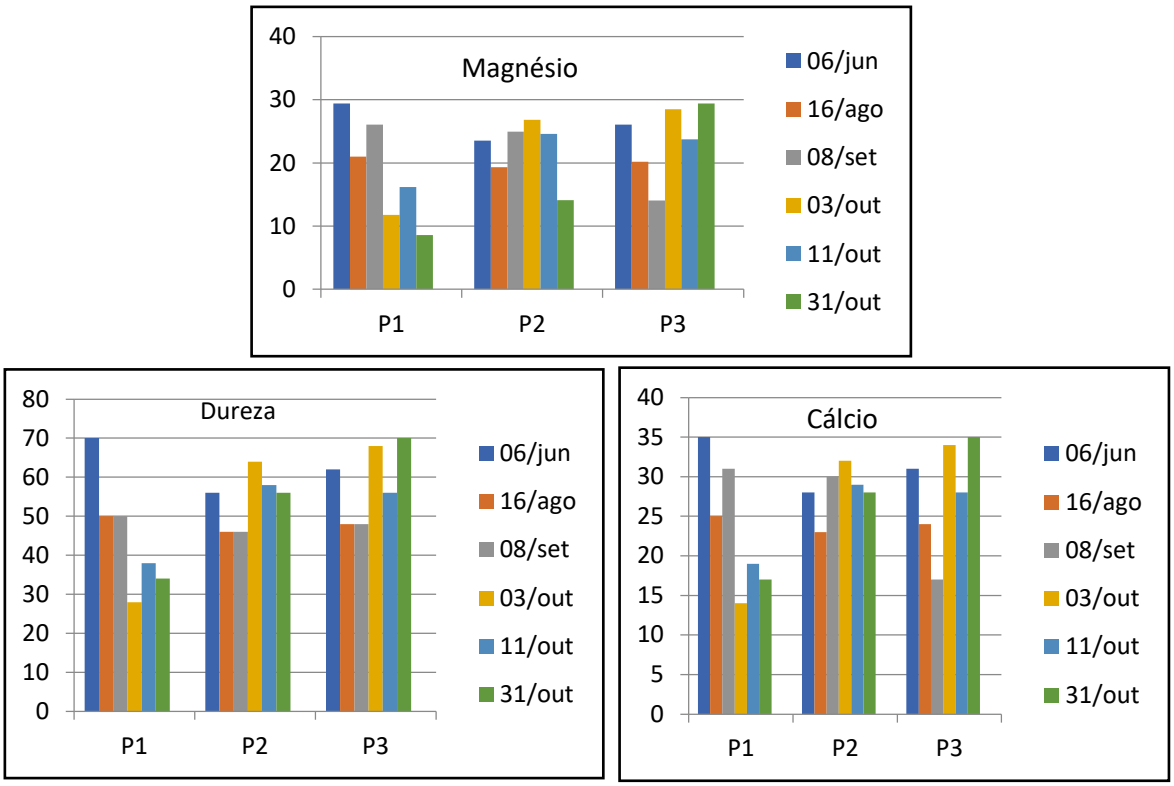
Gráfico 9 – Valores dos parâmetros da acidez total e alcalinidade.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No Gráfico 10 encontram-se os valores obtidos para o parâmetro de dureza, cálcio e magnésio. Onde a classificação da água é de 0 a 55 mg/L mole, 56 a 100 mg/L levemente dura, 101 a 200 moderadamente dura e 201 a 500 muito dura. Foi considerada a água levemente dura através dos resultados obtidos (Gráfico 10). Visto que a dureza está correlacionada à quantidade de cálcio e magnésio presente na água.

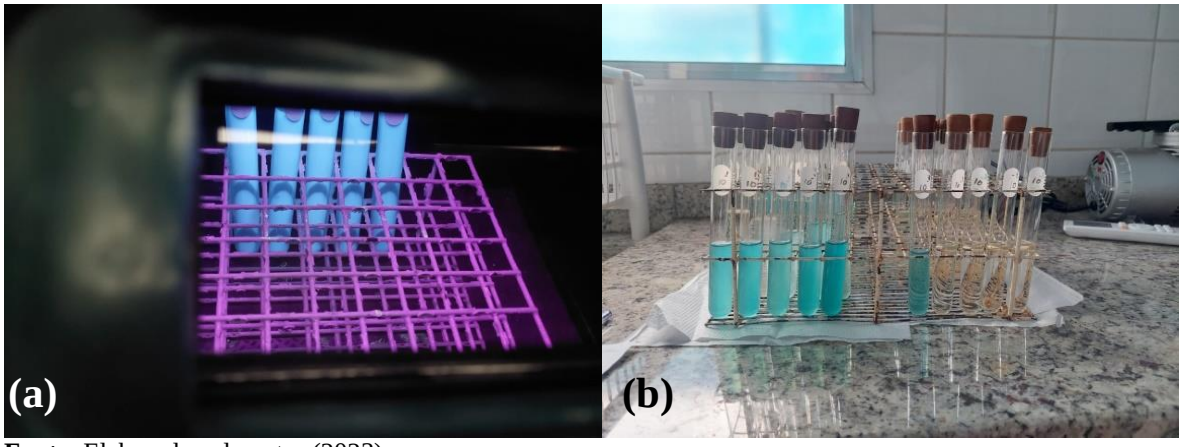
Gráfico 10 – Valores dos parâmetros da dureza, cálcio e magnésio



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na Figura 3 evidencia-se a avaliação do parâmetro biológico.

Figura 3 – Análise bacteriológica



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na imagem (a) é possível verificar sobre a luz UV amostra positivo para coliformes fecais, já na imagem (b) há tubos que reagiram com o meio de cultura mudando sua coloração para azul e os que não reagiram mantiveram sua cor transparente.

Em adição, na Tabela 1 encontram-se os resultados para a avaliação microbiológica do método de tubos múltiplos. A água se encontra dentro dos parâmetros bacteriológicos, onde seria possível a contaminação por descartes domésticos caso as diluições ultrapassassem 10^{-5}. Foi anatado os tubos de coliformes totais quando a coloração foi mudada para azul e foi anotado os tubos de coliformes fecais quando apresentava coloração azul fluorescente quando submetido a luz UV, ou seja, foi anotado a quantidade de tubos positivos sendo o máximo cinco tubos positivos (5+) e considerando o zero como tubos negativos. A obtenção do número mais provável (NMP) foi realizada através do código de três números, sendo que cada um é referente ao número de tubos positivos em uma determinada série de cinco tubos. Para montar o código de três números foi utilizado como o primeiro número do código àquele de uma série que todos os tubos deram positivos e o último do código àquele de uma série que não deu nenhum positivo. Em seguida ouve a sobreposição desse código obtido dos resultados da análise, com os códigos que estão na tabela do número mais provável (NMP).

Tabela 1 – Resultados da análise bacteriológica

Diluição	**Coliformes totais**	**Coliformes fecais**
10	5+	5+
10^{0}	5+	4+
10^{-1}	5+	1+
10^{-2}	3+	0
10^{-3}	1+	0
10^{-4}	0	0
10^{-5}	0	0
10^{-6}	0	0
TOTAL Número Mais Provável (nmp)/100mL	$1,2 \times 10^{4}$	$1,7 \times 10^{2}$

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

3 DISCUSSÃO

Como é analisado durante os primeiros dias de coletas houve contaminação no ponto 3 e que foi acarretando alterações no ponto 1, decorrente o fluxo do percurso do rio, perto da usina e longe da usina, respectivamente e que, possivelmente, há outras fontes de contaminação presente no ponto 1. Assim sendo, existe uma correlação de influências da

usina açucareira em vista dos altos teores de metais pesados presentes nas análises, e interferentes naturais como a chuva, que aumentaram os índices das análises, assim como é possível a pesquisa de outro local contaminador próximo ao ponto 1.

O parâmetro físico cor está relacionado a valores visivelmente estéticos, mas também utilizado como indicativo de monitoramento de poluição quando ultrapassado os limites dos padrões (Oliveira; Cunha, 2014). A composição da cor é dependente do tipo do material presente no corpo hídrico podendo ser de origem orgânica (ácidos húmicos, animais, plantas) ou mineral (resíduos industriais, presença de metais), onde ambas são partículas dissolvidas na água (Almeida, 2019).

A cor é decorrente da presença de partículas provenientes de fenômenos naturais como a interferência da precipitação com a lavagem do solo e fatores antrópicos como, descartes de efluentes e fertilizantes que provocam a eutrofização (Ferreira; Rocha; Figueiredo, 2015). Assim como, é um indicativo de degradação ambiental, visto que fatores externos contribuem para seu aumento como as áreas de pastagens e campos das monoculturas que contribuem para processos erosivos (Souza; Silva; Pinto, 2020).

Os índices pluviométricos é outro fator influenciador que dependendo da intensidade da chuva pode interferir na cor, principalmente se a ausência de vegetação no local ocorrendo à lixiviação. Os aumentos de nutrientes levados do solo para a água ou pelos descartes de efluentes ocorrem à proliferação de algas que, consequentemente, promove o desequilíbrio do ecossistema, pois além de aumentar o parâmetro físico da cor, plantas aquáticas não realizam fotossínteses e, posteriormente, ocorre redução do oxigênio para os seres vivos (Alencar *et al.*, 2019).

A turbidez está ligada com os indicativos em relação à cor, na qual estão relacionados com a reflexão da luz em partículas e na interferência da passagem dessa luz em materiais em suspensão. Com isso a turbidez também está relacionada com a qualidade da água (Almeida, 2019). Os sólidos interferentes na turbidez podem ser tanto de origem natural como as partículas provenientes de rochas, algas e microrganismos, como de origem antrópica, decorrente dos efluentes industriais e erosão por desmatamentos (Raposo; Barros; Júnior, 2010). Assim como os índices pluviométricos alteram a cor da água, ela também influencia na turbidez pelo carregamento de materiais do solo para a água pelo processo de lixiviação (Siqueira; Aprile; Migués 2012).

Segundo os estudos de Alves *et al* (2008) a alta turbidez representa problemas ambientais como diminuição da fotossíntese por plantas aquáticas pela dificuldade da passagem da luz e, posteriormente, diminuição das espécies aquáticas por falta de oxigênio.

Assim sendo, não somente o alto índice de turbidez afeta o consumo para o ser humano, mas também proporciona má qualidade ambiental e um desequilíbrio natural dos seres vivos.

O pH (potencial de hidrogênio) mede as concentrações de grupos de hidrogênio e hidroxila em uma escala de 0 a 14, onde abaixo de 7,0 é ácido com altas concentrações de hidrogênio e a cima de 7 é básico ou alcalino com altas concentrações de hidroxila, quando essas concentrações estão iguais o pH é 7,0 (Chang; Goldsby, 2013; Dias, 2016). Com isso, a água bruta, diferentemente da água para o consumo humano, deve-se manter entre 6,0 e 9,0 segundo o CONAMA n° 357 (2005) para o equilíbrio hídrico entre os animais e plantas aquáticas.

No ciclo natural do nitrato provém da decomposição de organismos ocorrendo a amonificação e na degradação de compostos nitrogenados, na qual há a liberação de amônia, que pelo processo de nitrificação pela oxidação bacteriana inicialmente se converte em nitrito e, posteriormente, em nitrato (Dias, 2016). O nitrato é encontrado mais facilmente em forma de nitrogênio no solo o que contribui para contaminação do recurso hídrico pelo processo de lixiviação e percolação (Simões, 2020). Segundo Gomes e Barizon (2014) muitas pesquisas realizadas no estado de São Paulo estudaram as relações e fatores de origens do nitrato e verificaram a presença deste parâmetro em águas subterrâneas.

Segundo Costa, Kempka e Skoronski (2016) ocorre uma correlação com a expansão de urbanização e ao mesmo tempo decorrentes das ações dos centros rurais, nas quais contribuem para contaminações do solo e recursos hídricos pelo nitrato. As altas concentrações de nitrato podem ter como principais fontes de contaminações vias pontuais, como esgotos, fossas, lixos (atividades antrópicas), excrementos de animais e não pontuais, como fertilizantes nitrogenados (Dias, 2016; Simões, 2020). Os sistemas de fossas sépticas são as mais causadoras de excesso de nitrato em água e solo devido ser um sistema de baixo custo e de simples operação, são optadas como meio de tratamento de efluentes domésticos (Torres, 2011; Costa; Kempka; Skoronski, 2016).

O nitrito também faz parte do ciclo do nitrogênio, onde o nitrato é reduzido em nitrito, com isso, assim como altas doses de nitrato são prejudicais, o nitrito quando ultrapassado os limites estabelecidos também representa risco a saúde pública por serem compostos tóxicos (Santos, 2022).

Porém com os resultados analisados pela técnica de tubos múltiplos na análise bacteriológica foi possível verificar baixa contaminação por coliformes fecais e coliformes totais, ou seja, a contaminação da análise no rio São Jóse dos Dourados, não tem como principais fontes não pontuais e possivelmente o alto índice de nitrato encontrado pode provir

de contaminação por fertilizantes nitrogenados. Segundo Gomes e Barizon (2016) contaminações difusas como as monoculturas são as mais alarmantes, pois para seus desenvolvimentos necessitam de usos intensivos de agrotóxicos e fertilizantes que podem atingir o subsolo. Assim sendo, todo o conteúdo do solo além de atingir águas subterrâneas, podem atingir águas superficiais levando toda a carga excessiva de íons de nitrogênio. Além disso, é um íon estável com boa solubilidade, se tornando difícil sua retirada no recurso hídrico, pois tem baixa reatividade e alta mobilidade (Loganathan; Vigneswaran; Kandasamy, 2013).

Segundo Costa, Kempka e Skoronski (2016) apesar de naturalmente o ciclo do nitrogênio manter o equilíbrio para sustentação dos desenvolvimentos das plantas, é de fato que não seja capacitado com a sobrecarga de nitrogênio sintético, ou seja, o uso excessivo de fertilizantes acarreta consequências ambientais e na saúde das pessoas. Como risco ambiental, o aumento de nitrogênio ocorre a eutrofização nos rios, com os aumentos de cianobactérias, turbidez, cor, diminuição de oxigênio e de espécies aquáticas (Cabral, 2020). Além de perda de biodiversidade e acumulação de resíduos em todo ecossistema, pelo solo e água. Já na saúde pública o excesso de nitrato está relacionado com intoxicação que afeta a hemoglobina e metahemoglobina dificultando o transporte de oxigênio (Dias, 2016). Umas das doenças conhecidas pela diminuição da carga de oxigênio disponível no sangue é a “síndrome do bebê azul” (Costa, 2021).

O ferro é considerado um metal pesado com sua densidade de 7,8 g/cm^3 e é um dos materiais utilizados há muitas décadas desde fabricação de ferramentas até nos dias atuais como constituinte de ligas metálicas (Medeiros, 2010). Vários íons metálicos, incluindo o ferro, estão presentes na natureza e nos seres vivos, que são constituintes primordiais para o funcionamento do organismo humano (Princhak, 2022). Existe uma correlação de dependência do íon ferro no sangue, principalmente na hemoglobina na chamada homeostase orgânica, onde quando em falta pode gerar quadros como anemias e patologias, porém quando encontrado de forma livre no sangue é considerado tóxico. O ferro é segundo metal mais abundante no solo, mas em grandes quantidades além de degradar o solo pode contaminar águas subterrâneas e, posteriormente, percursos de rios (Princhak, 2022).

O níquel também é considerado um metal pesado, pois sua densidade é de 8,5 g/cm^3, que pode ocorrer contaminação por exposição ocupacional ou por poluição ambiental, como no caso os recursos hídricos (Gonzalez, 2016). Esse metal é abunde em forma de reserva natural e utilizado principalmente como fontes industriais de metais pesados pelas indústrias metalúrgicas e pelas atividades de mineração (Soares *et al.*, 2018). Assim como o níquel pode

ser inserido no meio ambiente de forma natural com origens geológicas, também podem ser inseridos por processos agrícolas, industriais e com descartes de efluentes (Souza; Morassuti; Deus, 2018).

Com a demanda de aumento de produtividade em alimentos, o solo tem que ter capacidade para suprir as plantações e servir como suporte para desenvolvimentos de plantio (Gonçalves, 2009). Com isso o níquel se tornou um dos principais constituintes de fertilizantes inorgânicos e herbicidas que compõem os metais pesados no solo, chamado de fertilizantes fosfatados que podem se acumularem durante anos e gerar processos de contaminações ambientais (Souza; Morassuti; Deus, 2018). Ao se acumularem todos os metais pesados podem chegar até as águas subterrâneas e, posteriormente, contaminar o percurso de um rio, além de ser escoado por processo de lixiviação (Cavallet; Carvalho; Neto, 2013).

O cromo também é considerado metal pesado, tendo densidade que de 7,1 g/cm^3, ou seja, sua massa específica e atômica ser maior de 5 g/cm^3 (Júnior *et al*., 2008). Apesar de ser encontrado em alimentos e ser uns dos nutrientes constituintes dos seres humanos, quando suas origens são antrópicas sua alta dose pode levar a sérios riscos de saúde e ambientais (Frois; Pereira, 2020). O cromo provém de grande parte da contaminação por descartes de efluentes de atividades industriais, que com manejo inadequado pode alterar as propriedades físico-químicas do recurso hídrico (Cuellar, 2015; Marques *et al.*, 2021*)*. A forma que é produzida pelas indústrias é chamado de cromo hexavalente, considerado cancerígeno e extremamente tóxico (Albernaz, 2015).

Com o uso excessivo de fertilizantes aumenta-se a capacidade de retenção desse metal pelo solo. A exposição desse metal com a água é decorrente ao processo de lixiviação, então quando a um aumento dos índices pluviométricos ocorre a infiltração dos metais do solo para as águas subterrâneas (Cavallet; Carvalho; Neto, 2013). Assim sendo, ele se torna um material particulado que dificilmente será retirado e, posteriormente, poluirá outros percursos do rio (Barbosa, 2017).

A alcalinidade avalia a presença de hidróxidos, carbonatos e bicarbonato e a acidez total avalia a presença de carbono livre, ácidos minerais e orgânicos na água (Rodrigues *et al.*, 2022). Assim sendo, são métodos utilizados para determinação de descartes de efluentes no rio, correlacionado a análises de pH, sendo assim, a água não deve estar altamente alcalina e nem altamente ácida, pois estes interferem também no equilíbrio aquático.

A análise da dureza está relacionada à capacidade da água de produzir sabão através do cálcio e magnésio. Com isso as águas subterrâneas possuem mais índices do que as águas

superficiais, pois são minerais que provém das rochas e do solo. A dureza total é a junção da ligação do cálcio e magnésio ao bicarbonato e do nitrato, assim sendo expressa por miligramas por litro (Dias, 2016). Assim sendo, a água não pode ser considerada dura, pois possui elevada quantidade de sais, que são prejudiciais à saúde levando a uma hipercalcemia e hipermagnesemia.

Na análise bacteriológica foram analisados coliformes totais que são bactérias não formadoras de esporos e são encontrados em solos e vegetais. Os coliformes fecais ou termotolerantes, que estão presentes no intestino e de origem fecal, dentre as principais espécies desse grupo é a *Escherichia coli* que são microrganismos patogênicos, que é utilizado como indicativo de contaminação por efluentes domésticos (Dias, 2016).

São notórios que atualmente grandes fatores antropogênicos são os principais causadores de poluição hídrica e que devem levar em consideração várias fontes de poluições que se somam e degradam o meio ambientes como, por exemplo, descartes de efluentes, no uso excessivo de agrotóxicos e de fertilizantes (Oliveira *et al.,* 2023). O ferro é um dos constituintes comuns encontrados em águas naturais visto que é um elemento encontrado em rochas, mas quando ultrapassam os limites máximos permitidos é comum que é mudança na cor e odor da água (Almeida *et al.,* 2019). Esses níveis elevados de ferro caracterizam precipitados de hidróxido de ferro insolúvel, que estão diretamente ligadas ás ações humanas por descartes de efluentes industriais nos corpos hídricos (Oliveira; Santos 2018).

Há vários tipos de poluentes que podem afetar tanto atmosfericamente ou pelo solo ou pela água, mas todos quando contaminados de forma não natural acarretam prejuízos para os seres vivos (Matos, 2013). Com o aumento das atividades antropogênicas que se agregam com as industrializações e atividades agrícolas, esses metais pesados tem se intensificado como poluentes que geram diversos problemas ambientais e na saúde (Souza; Morassuti; Deus, 2018). Ao contato com o ser vivo os contaminantes expressam danos aos vários tipos do substrato da constituição física, visto que, somos um complexo dependentes de estruturas que se comunicam que vão do molecular a formação dos tecidos e órgãos e que os agrotóxicos danificam diferentes níveis. Umas das consequências que ocorrem é a contaminação de espécies- não- alvos, visto que, os fertilizantes e agrotóxicos são utilizados para controle e exterminação de pragas e vetores (Ribas; Matsumura, 2009).

Os metais pesados como o cromo, níquel e ferro em concentrações altas e diárias influenciam em todos os fatores ambientais, sejam elas, perca de fertilização do solo, poluição hídrica, como em processos fisiológicos dos seres vivos (Souza; Morassuti; Deus, 2018). Nos rios os metais pesados juntamente com os agrotóxicos tentem a serem carregados por grandes

distâncias, se tornando mais contaminantes principalmente aqueles que apresentam maior hidrossolubilidade (Dellamatrice; Monteiro, 2014). As consequências, devidas à contaminação da água, são observadas na diminuição das plantas aquáticas por dificuldade da realização de fotossíntese que, posteriormente, afetam os animais, como os peixes, restringindo sua fonte de alimentação e ao mesmo tempo, afetando-os de maneira fisiológica, podendo levar a óbito ou repassando para outras espécies de acordo com o ciclo da cadeia alimentar. Como a contaminação ocorre principalmente por forma difusa com a dificuldade de retirada, ocorre como consequência à perda da biodiversidade e qualidade do recurso hídrico (Dellamatrice; Monteiro, 2014).

Com relação à toxidade em seres vivos como umas das principais vias de exposição é pela ingestão de alimentos e água contaminada, até por absorção cutânea (Barbosa, 2017). Logo, a presença de sitiantes, pescadores e banhistas no local apresenta riscos graves a essas pessoas, visto que está tendo contato direto com a água e indiretamente pela ingestão de alimentos naquela área, o mesmo vale para os animais (bois e vacas), que utilizam o rio como fonte de água. Assim, em longo prazo se observam os riscos e consequências quando exposto a esses agentes para a saúde humana, ou seja, não é algo imediato, mas que deve ser levado em consideração nas identificações das principais doenças notificadas. E que, além disso, deve ser incluída para avaliação desses riscos e identificação dos mesmos a avaliação da dose-resposta, a avaliação da exposição e a caracterização do risco (ANVISA, 2019). Segundo Barsano, Barbosa, Viana (2014) afirmam que as doenças mais graves como cancerígena e desde os sintomas mais leves como intoxicação, devem ser considerados como um indicador para possíveis contaminações.

4 CONCLUSÃO

Dentro das análises foi possível estabelecer indícios de contaminação, não somente por agrotóxicos e fertilizantes como também por efluentes industriais e que essas contaminações podem percorrer pelo percurso do rio, ou seja, foi determinado que a água não pode ser considerada potável decorrente as alterações presentes nas análises. Não foram evidenciadas contaminações por efluentes domésticos com a análise bacteriológica, mas podendo haver influencias dos animais silvestres e de pastagens com contaminações por fezes, porém os números indicam dentro das normalidades pelas características locais. Como ocorre a presença de pescadores, sitiantes e banhistas locais aciona-se um alerta para a saúde pública, visto que observou-se níveis elevados dos parâmetros de cromo, níquel e ferro. Tais

parâmetros, em contato direto e indireto, pela ingestão de água e alimentos, como peixes, podem futuramente levar a sérios problemas de saúde. Diante disto, as atividades antrópicas estão ligadas com a degradação ambiental e qualidade de ecossistemas aquáticos e que entender essas influências podem gerar aspectos positivos para integridade ecológica. Em adição, é importante que as sociedades, empresas e gestores tentem a ter consciência que o meio ambiente oferece recursos finitos, e que é obrigação de todo um conjunto manter essa integridade por meio de avaliações e observações constantes, não somente em utilizações de resíduos tóxicos como manutenções e limpezas locais, para não afetar gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS

ALBERNAZ, D. D. P. **Estudo dos Parâmetros Físico-Químicos de Adsorção de Cromo Hexavalente por Nanopartículas Magnéticas.** Tese (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade Licenciatura em Ciências Naturais, Universidade de Brasília, Planaltina, 2015.

ALENCAR, V. E. S. A. *et al.* Análise de parâmetros de qualidade da água em decorrência de efeitos da precipitação na baia de Guajará – Belém– PA. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 12, n. 02, p. 661-680, maio. 2019.

ALMEIDA, T. P. de. **Qualidade e preservação da água das fontes minerais naturais do município de Amparo – SP**. 2019. Dissertação (Mestrado Ciências Ambientais) – Faculdade de Ciências Ambientais, Universidade Brasil, São Paulo, 2019.

ALMEIDA, T. P. *et al.* Qualidade e preservação da água das fontes minerais naturais do município de Amparo – SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades,** v. 8, n. 56, p. 122- 141, mar. 2020.

ALVES, E. C. *et al.* Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Revista Acta Sci. Technol**, v. 30, n. 1, p. 39-48, maio. 2008.

ANVISA, Agência nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos – PARA**. Brasília: Gerência Geral de Toxicologia, 2019. 136 p.

BARBOSA, I. M. V. **O cromo no meio ambiente e tratamentos de efluentes contamindos com metais pesados**. 2017. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P.; VIANA, V. J.. **Poluição Ambiental e Saúde Pública**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. 129 p.

BASSO, C.; SIQUEIRA, A. C. F.; RICHARDS, N. S. P. dos S. Impacts on human health and environment related to the use of pesticides: An integrative review. **Research, Society and Development**,, v. 10, n. 8, p. e43110817529, mar. 2021.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de.** 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Seção 1.

CABRAL, G. A. J. **Comportamento dos compostos nitrogenados, amônia, nitrito e nitratos, em águas subterrâneas.** 2020. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

CANDIDO, D. de P.; HERBST, M. H. Agrotóxicos como Tema Gerador para o Ensino-Aprendizagem das Propriedades Físico-Químicas de Compostos Orgânicos: Uma Proposta para o Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 3, p. 299–318, dez. 2022.

CAVALLET, L.E; CARVALHO, S.G de; NETO, P. F. Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. **Revista Ambiente e Água**, v. 8, n. 3, p. 229–38, set. 2013.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 1168 p.

CIMINELLI, V. S. T. Recursos Minerais, Água e Biodiversidade. **Cadernos temáticos de química nova na escola,** v. 8, n. 8, p. 39-45, maio. 2014.

COSTA, C. dos S. **Validação de metodologia analítica para determinação de nitrato em águas e efluentes.** 2021. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade Engenharia Química, Universidade Federal de Maranhão, São luís, 2021.

COSTA, D. D.; KEMPKA, A. P.; SKORONSKI, E. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, mar. 2017.

CUELLAR, O. F. A. Tratamientos para la remoción de Cromo (VI) presente en aguas residuales. **Revista Nova**, v. 1, n. 1, p. 66–73, dez. 2015.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1296–1301, dez. 2014.

DIAS, A. C. A. **Análise e identificação da origem de contaminação dos recursos hídricos no concelho de Salvaterra de Magos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geologia Aplicada) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal, 2016.

FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. do A. Análise do índice de qualidade de água na bacia do córrego do rio acima, São João Del-Rei/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades** , v. 3, n. 15, set. 2015.

FROIS, A. C. F.; PEREIRA, S. G. Qualidade da água do rio Paranaíba na região de patos de Minas-MG: organoclorados e metais pesados e a sua relação com saúde pública e coletiva. **Scientia Generalis**, v. 1, n. 3, p. 54–99, maio. 2020.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy,** v.36, n. 6, p. 2086-2097, jun. 2008.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. **Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de origem Agrícola no Brasil: cenário 1992/2011.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014. 35p.

GONÇALVES, V. C. **Cádmio, chumbo e níquel: teores de fertilizantes fosfatados e fracionamento e sorção em solos do Rio Grande do Sul.** 2009. Tese (Doutorado em ciência do solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GONZALEZ, K. R. Toxicologia do Níquel. **Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade,** v. 9, n. 2, p. 30-54, jun. 2016.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: estatística da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

JÚNIOR, A. C. G. *et al.* Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (Eichornia crassipes) como bioindicador. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 1, p. 9-14, maio. 2008.

LIMA, R. V. de. *et al*. Impactos ambientais e o ensino de biologia para a prática social. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 5, p. 107–120, jan. 2023.

LOGANATHAN, P; VIGNESWARAN, S; KANDASAMY, J. Enhanced removal of nitate from water using surface modification of adsorbents a review. **Journal of Environmental Management**, v.131, n. [*S.I*], p. 363-74, dez. 2013.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Em Debate**, v.42, n. 117, p. 518–534, apr./jun. 2018.

MARQUES, R. F. P. V. *et al.* Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo em municípios de Minas Gerais – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v.14, n.03, p. 1382-1392, abr. 2021.

MATOS, A. T. de. **Poluição ambiental: impactos no meio físico.** Viçosa: UFV, 2013. 239 p.

MEDEIROS, M. de A. Ferro. **Revista Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 208 – 210, ago. 2010.

OLIVEIRA , G. N. R.; SANTOS, N. R. **Remoção de ferro em efluente industrial de tintas através de filtração adsortiva de fluxo ascendente em leito fixo com bagaço de cana-de-açúcar (saccharum officinarum).** 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2018.

OLIVEIRA, B. S. S. de; CUNHA A. C da. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. **Revista Ambiente e Água**, v. 9, n. 2, p. 261–75, jun. 2014.

OLIVEIRA, V. I. de. *et al.* Biological effects of water pollution in the Itapecuru river in the city of Caxias/MA. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 9, p. e1012943114, set. 2023.

PERES, F. (org.). MOREIRA, J. C., DUBOIS, G. S. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. 384 p.

PRINCHAK, T. C. **Síntese e caracterização do complexo de ferro com o pesticida carbendazim, um ligante de importância ambiental.** 2022. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Química Industrial, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2022.

RAPOSO, A. A.; BARROS, L. F. de P.; JÚNIOR , A. P. M. O uso de taxas de turbidez da bacia do alto rio das velhas – Quadrilátero Ferrífero/MG – como indicador de pressões humanas e erosão acelerada. **Revista de Geografia,** v. 27, n. 3, p. 34–50, set. 2010.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, v. 10, n. 14, p. 149–158, jul./dez. 2009.

RODRIGUES, J. J. *et al.* Determinação dos parâmetros Físico-Químicos de águas minerais comercializadas em João Pessoa - PB. **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 1829–1839, apr. 2022.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 496 p.

SANTOS, L. B. dos. **Monitorização de íons nitrito na água de lagoas localizadas na região metropolitana norte de Natal-RN, entre os anos de 2020 e 2022.** 2022. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal, Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SILVA, A. O. da; SANTOS, F. dos. A modernização da agricultura e seus impactos no campo: uma análise sobre a disseminação dos agrotóxicos em alagoas (2012-2021). **UÁQUIRI - Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia**, v. 5, n. 1, p. 87 – 111, ago. 2023.

SILVA, M. R. da; CAMPOS, A. C. E. de; BOHM, F. Z. Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 8, n. 2, p.46-58, mai./ago. 2013.

SIMÕES, L. C. V. **Avaliação da eficiência do processo eletroquímico na remoção de nitrato em efluente aquoso.** Tese (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Química Tecnológica e Industrial, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

SIQUEIRA, G.W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A.M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas. **Revista Acta Amazônica**, v. 42, n. 3, p.413 – 422, set. 2012.

SOARES, P. **Recursos de Minas Gerais *on line*: síntese do conhecimento sobre riquezas minerais, história geológica, e meio ambiente e mineração de Minas Gerais.** Belo Horizonte: CODEMGE, 2018.

SOUZA, A. K. R.; MORASSUTI, C. Y.; DEUS, W. B. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 9, n. 3, dez. 2018.

SOUZA, D. F. de; SILVA, L. O. S. da; PINTO, A. L. Qualidade física, química e biológica sazonal das águas superficiais da bacia hidrográfica do córrego Moeda em Três Lagoas/MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 1, p. 196-210, jan. 2020.

TORRES, R. M. **Remoção biológica de nitrato em água de abastamento humano utilizando o endocarpo de coco como fonte de carbono.** 2011. Dissertação (Mestrado Engenharia Sanitária) – Faculdade de Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

WENDLING, G. G.; BARGOS, D. C. Análise dos altos números de concessões de registro à agrotóxicos de 2017 à 2022 no Brasil e suas possíveis consequências. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 1, n. 110, p. 7–31, jul./dez. 2023.