

Influência de um Aterro Sanitário em Operação na Bacia Hidrográfica do Córrego Olaria, Juiz de Fora (MG)

*Influence Of A Sanitary Landfill In Operation In The Olaria Stream Water Basin, Juiz De
Fora (MG)*

*Influencia De Un Vertedero Sanitario En Funcionamiento En La Cuenca Del Arroyo
Olaria, Juiz De Fora (MD)*

Cezar Henrique Barra Rocha

Professor Titular, UFJF, Brasil
barra.rocha@engenharia.ufjf.br

Wesley Pereira Penna

Engenheiro Ambiental e Sanitarista, UFJF, Brasil.
wesley.pereira@engenharia.ufjf.br

Gisele Aparecida Rodrigues Kelmer

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFJF, Brasil.
giseleark@gmail.com

Johnny de Souza Dias

Mestre em Geografia, UFJF, Brasil.
johnny_s.dias@hotmail.com

Diogo Parreira Lapa

Graduando em Geografia, UFJF, Brasil.
diogo.parreira@ich.ufjf.br

RESUMO

Este trabalho objetivou a avaliação da qualidade das águas superficiais no entorno do aterro sanitário do município de Juiz de Fora - Minas Gerais, inserido na Bacia Hidrográfica do Córrego Olaria. Foram feitas quatro coletas durante o período de setembro de 2018 a junho de 2019, a fim de monitorar os parâmetros turbidez, pH, SDT, temperatura, DQO, salinidade, OD, CE e metais pesados (Zn e Cu). Observou-se que a influência antrópica está impactando negativamente os corpos hídricos. Os parâmetros OD e DQO se destacam, pois em todas as análises obteve-se alterações consideráveis de seus valores entre os pontos, indicando uma possível descarga de material orgânico. Recomenda-se um maior controle nos dispositivos do aterro sanitário, bem como um maior monitoramento da qualidade dos cursos d'água da região.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Resíduos Sólidos, Impacto Ambiental.

SUMMARY

This work aimed to evaluate the quality of surface water around the landfill in the municipality of Juiz de Fora - Minas Gerais, located in the Olaria Stream Hydrographic Basin. Four collections were made during the period from September 2018 to June 2019, in order to monitor the parameters turbidity, pH, TDS, temperature, COD, salinity, DO, EC and heavy metals (Zn and Cu). It was observed that human influence is negatively impacting water bodies. The DO and COD parameters stand out, as in all analyzes there were considerable changes in their values between points, indicating a possible discharge of organic material. Greater control over landfill devices is recommended, as well as greater monitoring of the quality of water courses in the region.

KEYWORDS: Water Quality, Solid Waste, Environmental Impact.

RESUME

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua superficial alrededor del vertedero del municipio de Juiz de Fora - Minas Gerais, ubicado en la Cuenca Hidrográfica del Arroyo Olaria. Se realizaron cuatro colectas durante el periodo de septiembre de 2018 a junio de 2019, con el fin de monitorear los parámetros turbidez, pH, TDS, temperatura, DQO, salinidad, OD, CE y metales pesados (Zn y Cu). Se observó que la influencia humana está impactando negativamente los cuerpos de agua. Destacan los parámetros DO y DQO, ya que en todos los análisis hubo cambios considerables en sus valores entre puntos, indicando un posible vertido de materia orgánica. Se recomienda un mayor control de los dispositivos de vertedero, así como un mayor seguimiento de la calidad de los cursos de agua de la región.

PALABRAS CLAVE: Calidad del Agua, Resíduos Sólidos, Impacto Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos é um dos graves problemas ambientais enfrentados no mundo, e tende a agravar-se com o aumento do consumo de bens descartáveis, que passam cada vez mais a compor os grandes volumes de lixo gerados pela população (PECORA et al., 2009).

Dentre as várias alternativas de destinação final de resíduos conhecidas, tais como a incineração, a compostagem e a reciclagem, a prática de utilização de áreas para aterramento de resíduos ainda é a mais comum, devido principalmente ao seu baixo custo, a facilidade de execução e a grande capacidade de absorção de materiais (ENSINAS et al., 2003).

A disposição dos resíduos sólidos em lixões, aterros controlados e aterros sanitários implica na geração do chorume, líquido escuro pode conter altas concentrações de metais pesados, sólidos suspensos e compostos orgânicos originados da degradação dos materiais (BERTAZZOLI; PELEGRINI, 2002). Por apresentar substâncias altamente solúveis, pode escorrer e alcançar as coleções hídricas superficiais ou até mesmo infiltrar-se no solo e atingir as águas subterrâneas, comprometendo sua qualidade e potenciais usos (CELERE, 2007).

Os aterros sanitários são locais adequados para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que dispõem de técnicas corretas para a impermeabilização do solo, cobertura dos resíduos e captação do chorume e do biogás. Apesar disso, esses empreendimentos podem gerar impactos ambientais negativos, como a contaminação do solo e das águas e a geração de gases e odores, o que demonstra que os aterros devem ser muito bem controlados (ENSINAS et al., 2003; MONTAÑO et al. 2012).

Considerando os impactos que esse tipo de empreendimento pode causar, o monitoramento da qualidade da água dos mananciais ganha relevância, uma vez que estes estão diretamente ligados a saúde pública da população e à correta manutenção dos ecossistemas. De acordo com Capel e Neto (2005), o principal problema dos aterros sanitários é sua alta capacidade de contaminação de águas subterrâneas e superficiais.

O aterro sanitário da cidade de Juiz de Fora (MG) está a aproximadamente 25 km do centro urbano, em uma gleba denominada Fazenda Barbeiro, e atende também a alguns outros municípios da Zona da Mata (PJF, 2014; DEMLURB, 2020). Tal área está inserida na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Olaria, que contribui para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna, principal curso d'água da cidade. O córrego Barbeiro é afluente do córrego Olaria e passa dentro da área da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Dias Tavares.

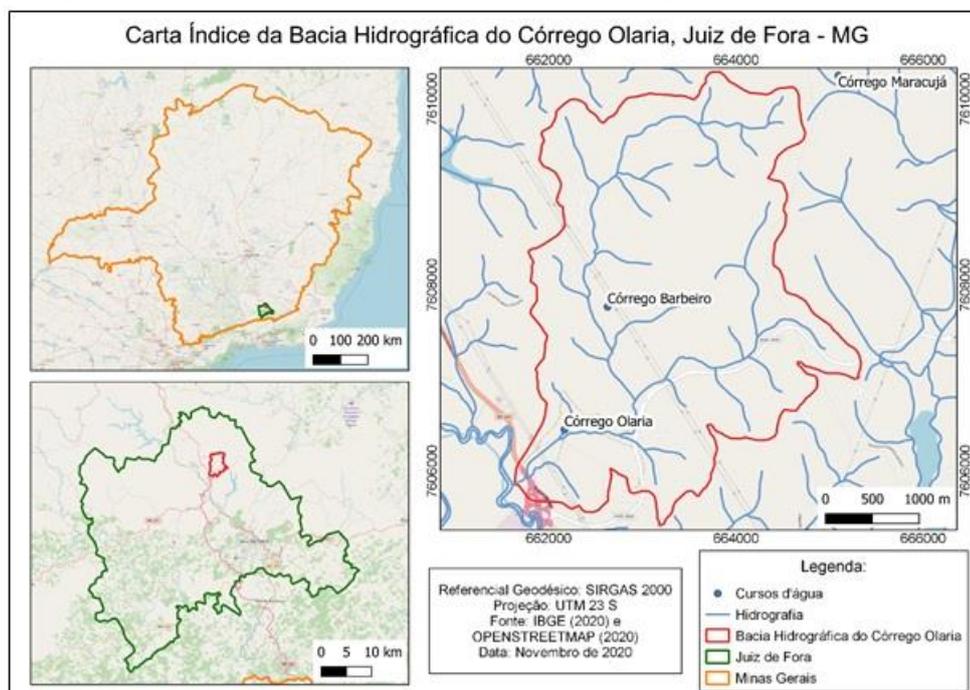
Diante do exposto, este artigo pretende avaliar a influência do aterro sanitário da cidade de Juiz de Fora (MG) na qualidade da água do córrego Barbeiro por meio da análise de amostras de água coletadas antes e depois do empreendimento.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do córrego Olaria está localizada na região norte da cidade de Juiz

de Fora, localizada na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. A área abarca um aterro sanitário, que atende à demanda de destinação de resíduos do município de Juiz de Fora e de outros municípios vizinhos. A localização da Bacia Hidrográfica do córrego Olaria pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Carta Índice da Bacia Hidrográfica do córrego Olaria, Juiz de Fora, MG.



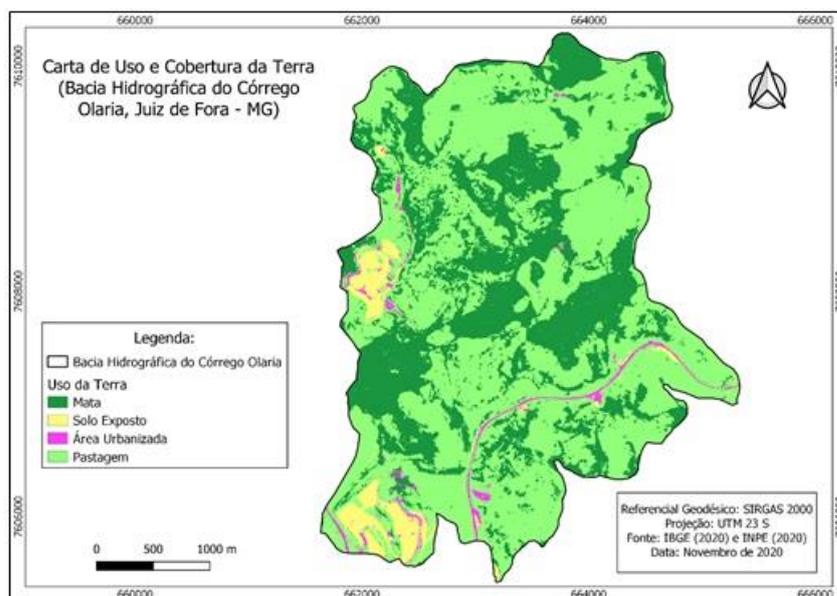
Fonte: Os Autores (2023)

O aterro sanitário de Juiz de Fora possui aproximadamente 351 hectares de área e está localizado entre o trevo da siderúrgica Arcelor Mittal e o trevo do bairro Dias Tavares, a aproximadamente 25 km do centro urbano da cidade, em uma gleba denominada Fazenda Barbeiro (DEMLURB, 2020).

A bacia possui como principais cursos d'água o córrego Olaria e seu tributário, córrego Barbeiro, sendo que este último adentra a área do aterro sanitário de Juiz de Fora. Os dois corpos hídricos são enquadrados como Classe 1 (MINAS GERAIS, 1996), dessa forma, suas águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano (após tratamento simplificado), proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário e irrigação.

A área da bacia é composta majoritariamente por pastagens e matas, tendo como área urbanizada apenas algumas vias que adentram o território. A localização do aterro sanitário ganha destaque, sendo uma das poucas áreas identificadas como solo exposto, além de uma área a jusante na foz do córrego Olaria (Figura 2). A disposição dos fragmentos de mata permite ainda a criação de corredores ecológicos para circulação da fauna com as bacias adjacentes, incluindo a Bacia de contribuição da Represa Dr. João Penido (à direita) que é manancial estratégico para abastecimento público de Juiz de Fora.

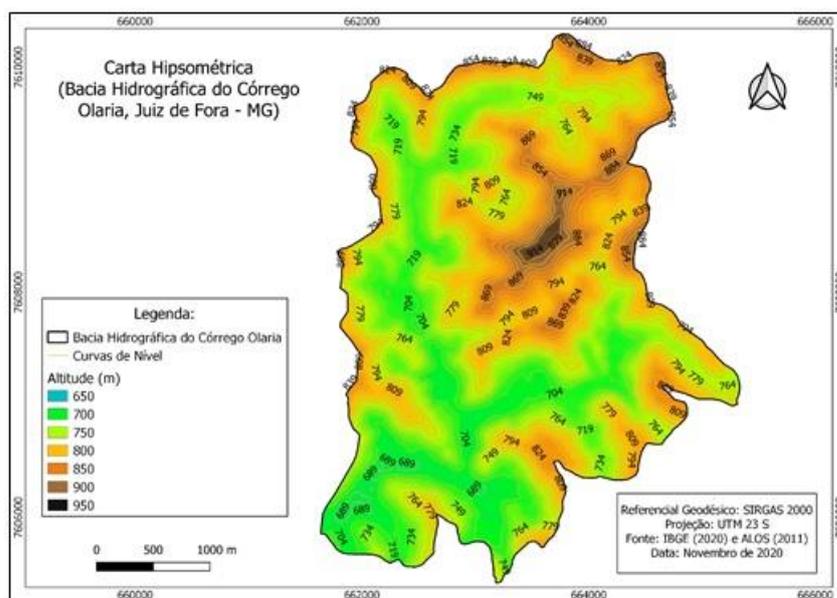
Figura 2: Carta de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do córrego Olaria.



Fonte: Os Autores (2023)

Como pode ser observado no mapa de hipsometria (Figura 3), as cotas variam de 650 a 950 metros de altitude. Os valores que mais se distribuem ao longo da área de estudo compreendem as variações altimétricas de 700 à 750 metros, caracterizando os vales dos córregos.

Figura 3: Carta Hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego Olaria.

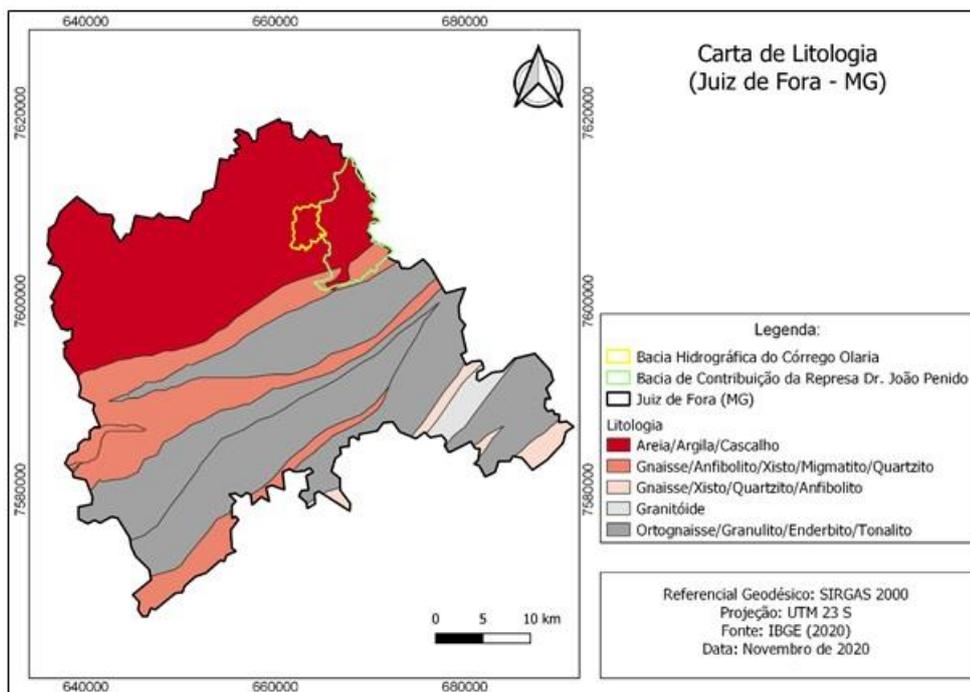


Fonte: Os Autores (2023)

A Bacia Hidrográfica do córrego Olaria está inserida em área de litologia sedimentar, composto por areia, argila e cascalho (Figura 4). Esses materiais possuem maior permeabilidade se comparados às rochas magmáticas e metamórficas, portanto, há uma maior propensão de contaminação das águas subterrâneas em caso de despejos irregulares.

Outra preocupação seria com a Bacia da Represa Dr. João Penido, que é manancial de abastecimento, ficando à direita. O monitoramento da direção dos fluxos das águas subterrâneas é uma medida importante no sentido de evitar que este empreendimento afete as águas de abastecimento público.

Figura 4: Litologia da cidade de Juiz de Fora (MG), com destaque para a Bacia Hidrográfica do córrego Olaria.



Fonte: Os Autores (2023)

3 METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo se baseou, num primeiro momento, na consulta da literatura científica especializada, possibilitando aos autores uma base teórica para interpretar os resultados obtidos. Em seguida, sucederam as seguintes etapas: i-) a confecção de produtos cartográficos e, ii-) a coleta de amostras em campo e análises laboratoriais. Os gráficos e tabelas foram formulados no *Excel* (Microsoft Office, 2013).

3.1 Produção de Mapas

A confecção dos produtos cartográficos foi possível a partir do *software* livre, *Quantum GIS* (QGIS), em sua versão 3.10.9 “*La Coruña*”. A aquisição de dados oriundos de órgãos governamentais especializados, possibilitou a organização e composição dos mapas. Sendo assim, para os contornos do estado de Minas Gerais, da cidade de Juiz de Fora, da Bacia do córrego Olaria e para a drenagem superficial, utilizou-se as bases cartográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

O mapa de Uso e Cobertura da Terra foi desenvolvido a partir da manipulação do CBERS 4A disponível no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Utilizou-se um recorte deste produto que recobre a área de estudo. Com a manipulação correta e aplicação da técnica “*Pansharpening*” obteve-se uma imagem com resolução espacial de 2 metros. A partir deste dado, foi possível obter a Carta de Uso e Cobertura da Terra escolhendo amostras de classes manualmente para aplicar a classificação supervisionada (MAXVER).

A Hipsometria da área foi obtida com base nas informações presentes no MDE

(Modelo Digital de Elevação) *Alos Palsar (ALASKA FACILITY)*, com resolução espacial de 12,5 metros. Por fim, o mapa de classes litológicas foi desenvolvido com base nos dados hidrogeológicos da região Sudeste fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

3.2 Coleta de Amostras em Campo e Análises Laboratoriais

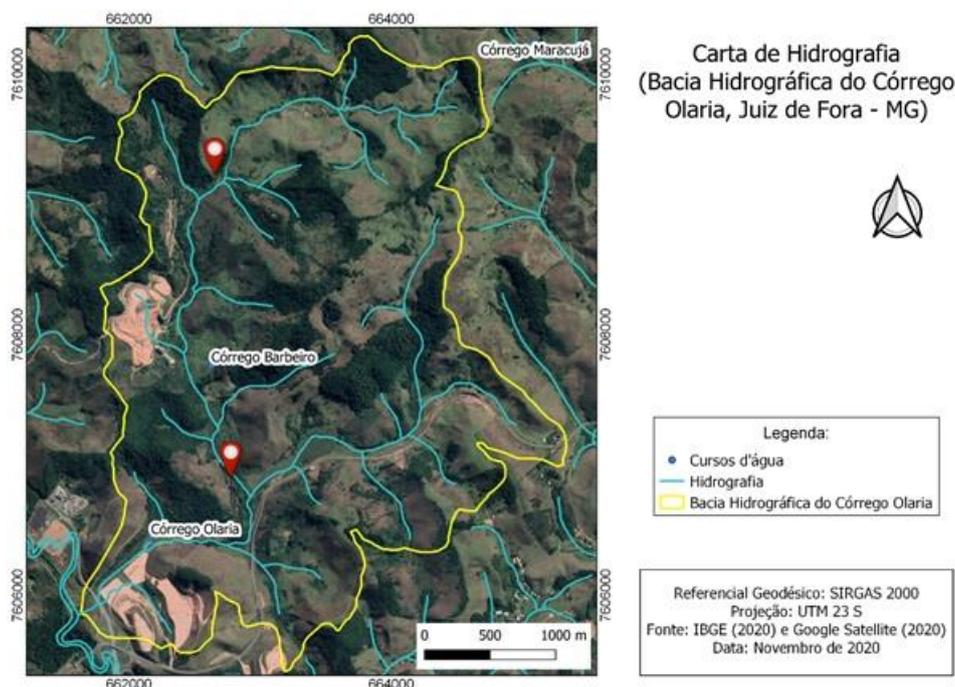
Escolheu-se como locais de coleta dois pontos do córrego Barbeiro, sendo um ponto anterior (Ponto 1) e um ponto posterior (Ponto 2) à área do aterro sanitário, a fim de estimar o impacto do empreendimento na qualidade da água do referido corpo hídrico. A hidrografia da região, bem como a localização dos pontos de coleta, e do aterro sanitário (circulado em vermelho) é mostrada na Figura 5. A localização geográfica e a descrição dos pontos de coleta são vistas no Quadro 1.

Quadro 1: Localização geográfica e descrição do local de coleta.

Pontos	Latitude	Longitude	Descrição do local de coleta
1	21°36'46.43"S	43°25'45.45"O	Ponto localizado a montante da área do aterro sanitário, fazendo divisa com uma propriedade rural. Apresenta sinais de uso para dessedentação de gado.
2	21°38'10.57"S	43°25'52.84"O	Ponto localizado a jusante do aterro sanitário, dentro de uma propriedade rural. Há presença de vegetação rasteira nas margens do córrego e percepção de maus odores.

Fonte: Adaptado de PENNA, 2019.

Figura 5: Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Córrego Olaria.



Fonte: Os Autores (2023)

Por meio de visitas a campo, foram feitas quatro coletas entre os anos de 2018 e 2019, em conformidade com as normas ABNT NBR 9897:1987 e NBR 9898:1987 (ABNT, 1987a; ABNT, 1987b), nas datas mostradas no Quadro 2. Todas as coletas foram feitas na parte da manhã, aproximadamente às 8 horas, com deslocamento inicial até o Ponto 1, coleta no Ponto 2 e retorno a UFJF ainda na parte da manhã para entrega das amostras nos laboratórios. As condições pluviométricas nas quatro coletas caracterizaram-se pela ausência de chuva.

Quadro 2: Datas das coletas.

Coletas	Datas
1	24/09/2018
2	11/04/2019
3	09/05/2019
4	06/06/2019

Fonte: Adaptado de PENNA, 2019.

Os parâmetros temperatura, sólidos dissolvidos totais (SDT), oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), salinidade e potencial hidrogeniônico (pH) foram medidos in loco, através de sonda multiparamétrica YSI. A turbidez das amostras foi obtida por meio de turbidímetro da marca HANNA.

A análise da demanda química de oxigênio (DQO) foi feita no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ao passo que as análises de metais pesados (cobre e zinco) foram realizadas no Laboratório da Química (UFJF), todas seguindo a metodologia descrita no “Standart Methods for the examination of water and wastewater” (APHA et al., 2012).

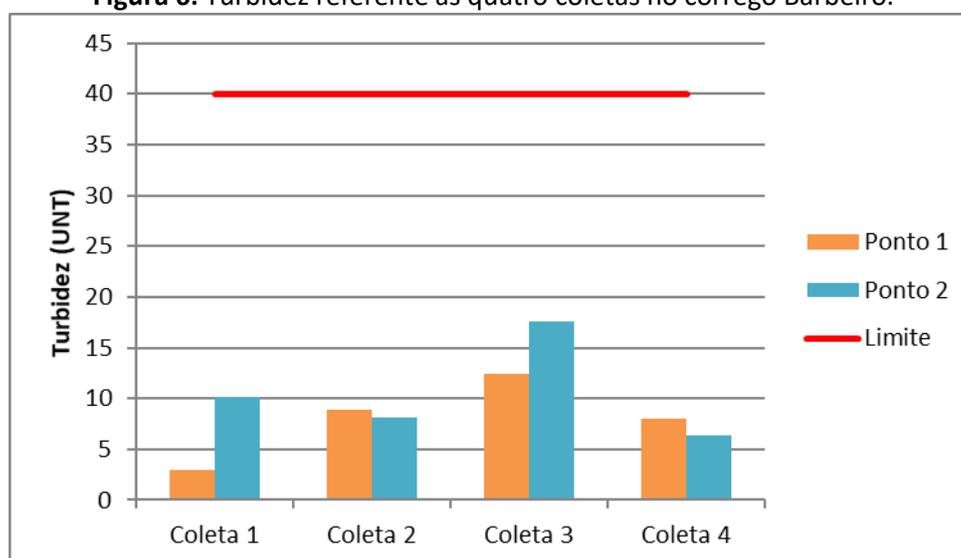
Devido a problemas nos equipamentos de laboratório, a primeira (24/09/2018) e a última coleta (06/06/2019) não foram processadas para detecção dos metais pesados.

4 RESULTADOS

O valor de pH, que segundo as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 devem permanecer na faixa de 6 a 9, ficaram dentro do limite em todas as coletas, sem variações significativas entre os pontos. Apesar de ser um parâmetro que não tem implicações em termos de saúde pública, essa regularidade é importante para o sucesso em diversas etapas de tratamento de água (VON SPERLING, 2013).

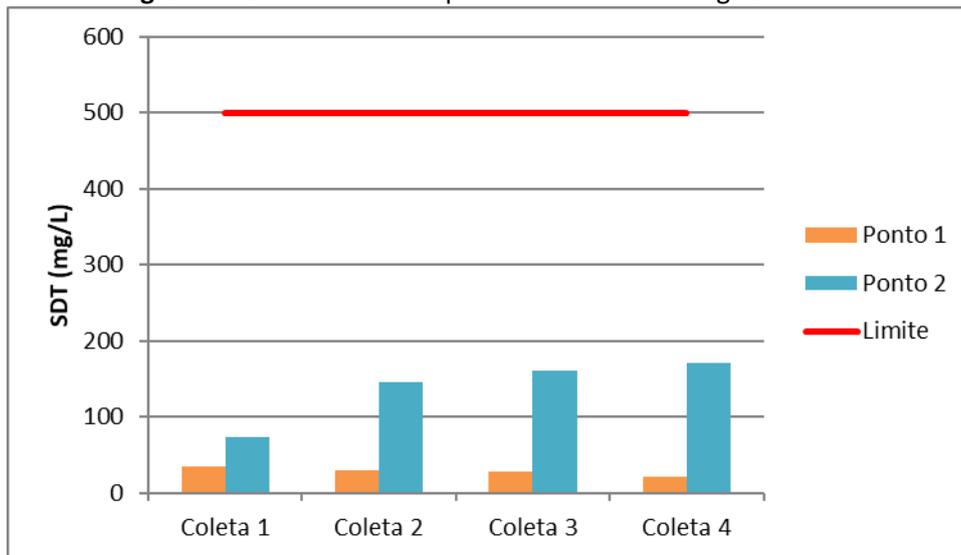
Os valores de turbidez (Figura 6) e sólidos dissolvidos totais (SDT) (Figura 7) também permaneceram dentro dos limites estabelecidos em legislação para os dois pontos em todas as coletas. Todavia, observa-se um aumento dos valores do ponto 1 para o ponto 2 em todas as coletas para SDT, além de um aumento na turbidez entre esses pontos nas coletas 1 e 3. A presença dessas partículas sólidas pode ser proveniente de alguma descarga entre os pontos.

Figura 6: Turbidez referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

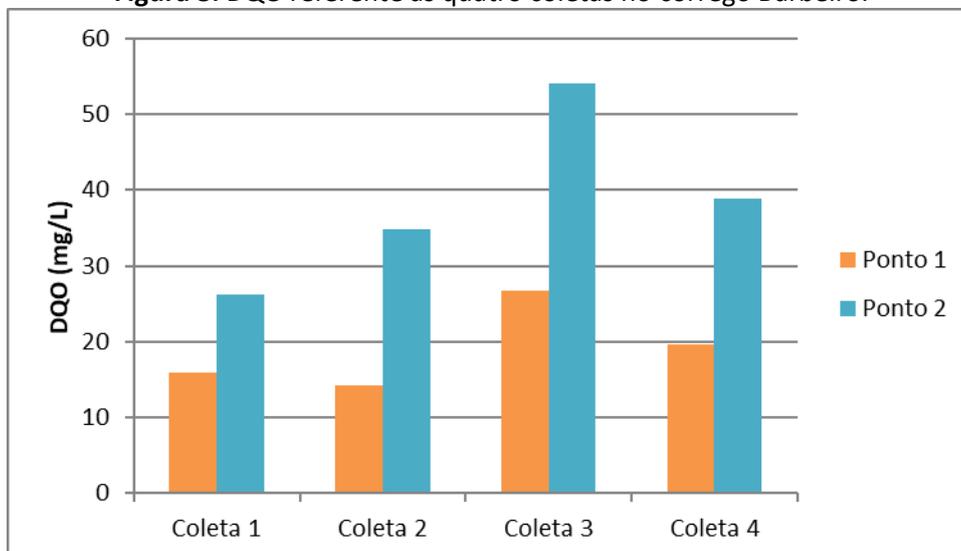
Figura 7: SDT referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

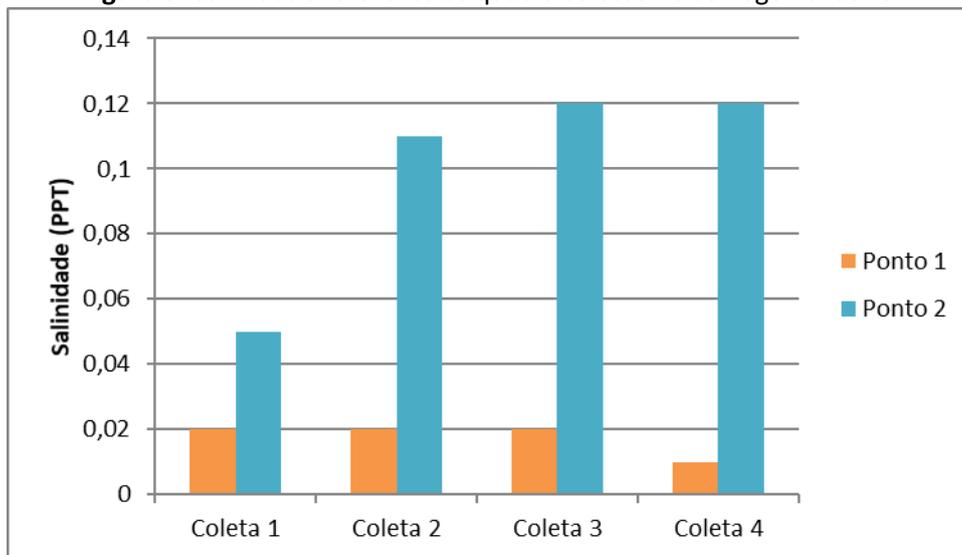
Um acréscimo entre os valores obtidos entre o ponto 1 e o ponto 2 também é observado para os parâmetros demanda química de oxigênio (DQO) (Figura 8) e salinidade (Figura 9). Apesar das legislações não estabelecerem limites para esses parâmetros, o acréscimo de valores entre os pontos evidencia um aporte de material orgânico e salino para o curso d'água. Sabe-se que a salinidade elevada é uma característica constante do chorume e que a biota aquática tem elevada resistência à salinidade, dessa forma, o tratamento do lixiviado anterior ao seu lançamento em corpos hídricos merece especial atenção (ROBINSON, 1993 apud LESSA, 2017).

Figura 8: DQO referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

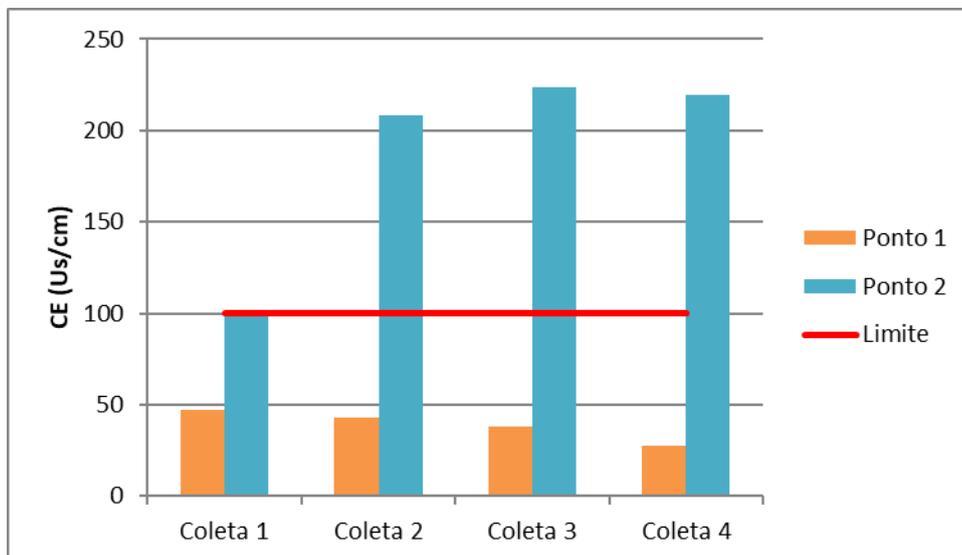
Figura 9: Salinidade referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

Os valores da condutividade elétrica específica (CE) (Figura 10) foram comparados com os valores recomendados pela CETESB (2009). Observa-se que os dados ficaram dentro da recomendação apenas no ponto 1, além de uma grande diferença entre os valores obtidos para o ponto 1 e o ponto 2 em todas as quatro coletas realizadas. Por decorrer das concentrações iônicas e da temperatura e ainda indicar a quantidade de sais existente na coluna d'água, esse parâmetro corresponde a uma medida indireta da concentração de poluentes, além de auxiliar no conhecimento sobre a magnitude da concentração iônica e na identificação de fontes poluidoras (DE LANA, 2020; ESTEVES, 2011).

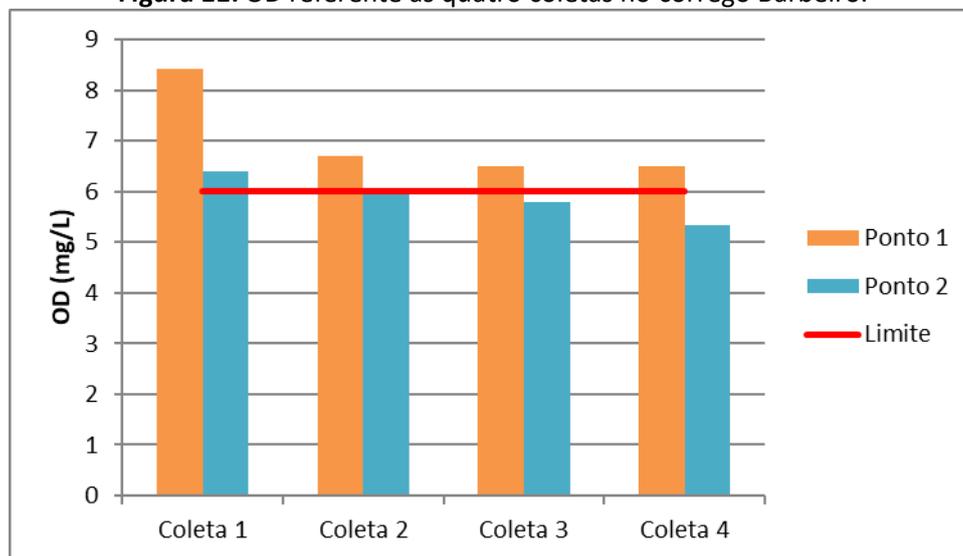
Figura 10: CE referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

Para os valores de oxigênio dissolvido (OD) (Figura 11), encontrou-se dois valores abaixo do valor previsto em legislação, referentes ao ponto 2. Além disso, observa-se que em todas as coletas ocorreu um decréscimo dos valores de oxigênio dissolvido do ponto 1 para o ponto 2. Valores baixos de OD são indicativos da presença de matéria orgânica (VON SPERLING, 2013) e do aumento de salinidade (LESSA, 2017), portanto, esse é mais um indicativo de despejo entre os dois pontos estudados.

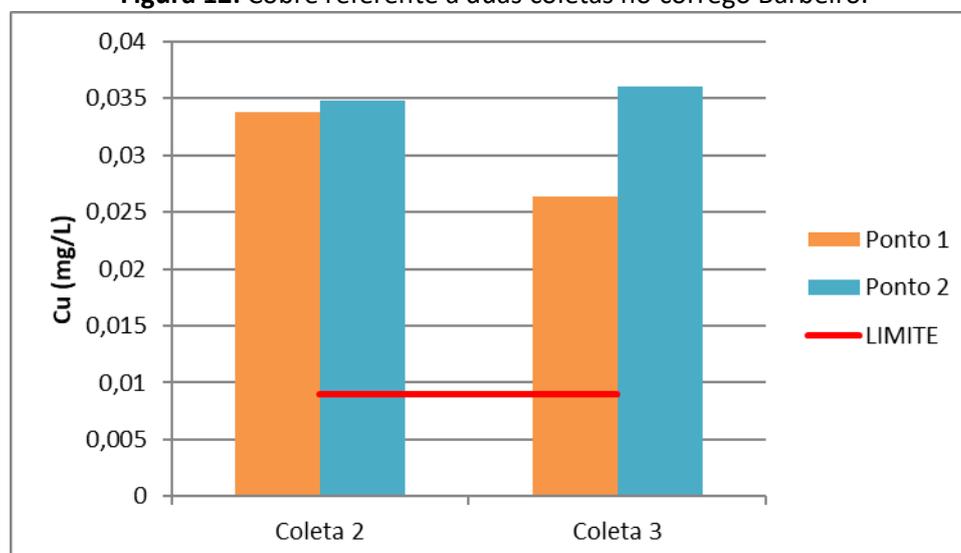
Figura 11: OD referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

Os metais pesados, regularmente encontrados na composição de muitos resíduos industriais e urbanos levados para aterros municipais, devem ser contemplados em estudos que determinem suas concentrações em ambientes aquáticos, devido aos seus altos níveis de toxicidade para os organismos e à relativa facilidade de entrada e acumulação nas cadeias tróficas por um longo tempo (BARRA, 2019). Com relação a esse parâmetro, tem-se que o cobre (Figura 12) se apresentou acima do valor permitido nas legislações, que estabelecem o limite para este parâmetro ser de 0,009 mg/L. Verificou-se um aumento dos valores entre o ponto 1 e o ponto 2, indicando a possibilidade de entrada de metais pesados no solo e na água. Todavia, devido as altas concentrações já encontradas no ponto 1, é provável que também exista uma relação entre essas concentrações e a geologia do local ou manejo inadequado das pastagens a montante do ponto 1. As análises de Zinco, por sua vez, apresentaram seus valores abaixo do limite de detecção.

Figura 12: Cobre referente a duas coletas no córrego Barbeiro.



Fonte: Os Autores (2023)

5 CONCLUSÃO

Nota-se que a influência antrópica está impactando negativamente os corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do córrego Olaria. Pela pouca distância entre os pontos, há indícios de que esta piora está relacionada com as atividades do empreendimento instalado.

Dentre as análises feitas no trabalho, o oxigênio dissolvido (OD) e a demanda química de oxigênio (DQO) se destacam, já que em todas as coletas realizadas estes parâmetros tiveram alterações consideráveis de seus valores entre os pontos, indicando uma possível descarga de material orgânico.

Para que todos os parâmetros estejam em conformidade com as normas, recomenda-se um monitoramento constante do córrego Barbeiro, assim como uma adequação dos sistemas de tratamento do aterro sanitário, de forma a evitar esses e outros possíveis impactos. Ademais, considerando que CTR recebe grande volume de resíduos, não somente de Juiz de Fora, mas de outras cidades adjacentes, seria interessante o aumento da reutilização e da reciclagem, de modo a reduzir os volumes a serem aterrados.

O monitoramento das águas subterrâneas é uma outra preocupação tendo em vista a geologia desta área com características permeáveis e a proximidade com a Bacia da Represa Dr. João Penido, principal manancial de abastecimento contido no território de Juiz de Fora.

6 Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987a. 14 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987b. 22 p.

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 22 ed. Washington, D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2012. 724 p.

BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 470–476, maio 2002.

CAPELO NETO, J.; CASTRO, M. A. H. Simulação e avaliação do desempenho hidrológico da drenagem horizontal de percolado em aterro sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 3, jul-set 2005, p. 229- 235.

CELERE, Marina Smidt et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 939-947, 2007.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, p. 1–43, 2009.

DE LANA, J. N. Correlacionando a qualidade da água com o uso e a cobertura da terra: um estudo da Bacia de Contribuição da Represa Doutor João Penido, Juiz de Fora (MG). Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p. 114. 2020.

DEMLURB – Departamento Municipal de Limpeza Urbana. Conheça a Central de Tratamento de Resíduos de Juiz de Fora. Disponível em <<https://demlurb.pjf.mg.gov.br/aterro.php/>>. Acesso em: out. 2020.

ENSINAS, Adriano Viana et al. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas/SP. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. **Environ. Sci. Technol**, v. 35, n. 1, p. 21-25, 2003.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Cartas e Mapas. Folhas Topográficas. Vetoriais. Escala 1:50.000. Projeto de conversão digital. Folha Juiz de Fora. 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-carta-do-brasil.html?=&t=downloads>>. Acesso em: out. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Informações Ambientais. Geologia. Vetores Regionais. Hidrogeológico Sudeste. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/15824-hidrogeologia.html?=&t=downloads>>. Acesso em: set. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Organização do território. Downloads. Malha Municipal. 2010. Brasil. UFs. MG. Mesorregiões. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/15774-malhas.html?=&t=downloads>>. Acesso em: out. 2020.

LESSA, Ana Carolina Vilar. Caracterização do chorume do Centro de Gerenciamento de Resíduos de Sergipe. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Saneamento Ambiental) - Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, 2017.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 16 de 24 de setembro de 1996**. Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Minas Gerais, 1996.

MONTAÑO, Marcelo et al. Integração de critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas locais para implantação de aterro sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 61-70, 2012.

PECORA, Vanessa; VELÁZQUEZ, Sílvia MSG; COELHO, Suani T. **Aproveitamento do biogás proveniente dos resíduos sólidos urbanos para geração de energia elétrica**: Estudo de caso em São Paulo. São Paulo, p. 1-10, 2009.

PENNA, Wesley Pereira. IMPACTOS DE DISPOSITIVO DE DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS NO CÓRREGO BARBEIRO, JUIZ DE FORA (MG). 2019. 39 p. Trabalho Final de Curso – Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

PJF - PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Plano Municipal de Saneamento Básico de Juiz de Fora. 2014. Disponível em: <https://planodesaneamento.pjf.mg.gov.br/pdf/produto_08.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2021.

ROBINSON, H.D., "The treatment of landfill leachates using reed bed systems" Proceedings of fourth International landfill symposium, Sardinia, Italy, pp. 907-921. 1993.

ROCHA, César Henrique Barra; Oliveira; COSTA, Hiago Fernandes; AZEVEDO, Leonardo Pimenta. Heavy metals in the São Mateus Stream Basin, Peixe River Basin, Paraíba do Sul River Basin, Brazil, **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 3, 2019c. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2329>

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.