

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

WESLEY PEREIRA PENNA

**IMPACTOS DE DISPOSITIVO DE DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS NO
CÓRREGO BARBEIRO, JUIZ DE FORA (MG).**

Juiz de Fora

2019

WESLEY PEREIRA PENNA

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha

Juiz de Fora
2019

WESLEY PEREIRA PENNA

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha

Aprovado em 27 de novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha – Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Márcio de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Otavio Eurico de Aquino Branco

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Ao meu amado Pai e minha querida Mãe, ao meu filho maravilhoso Pedro, ao meu incomparável irmão de sangue William e meu irmão de vida Rodolfo e à todos que acreditaram, deixo meus sinceros agradecimentos.

"Vamos acordar, vamos acordar, porque o sol não espera demorou, vamos acordar, o tempo não cansa ontem a noite você pediu, você pediu.... uma oportunidade, mais uma chance, como Deus é bom né não nego?? Olha aí, mais um dia todo seu, que céu azul louco hein? Vamos acordar, vamos acordar, agora vem com a sua cara, sou mais você nessa guerra, a preguiça é inimiga da vitória, o fraco não tem espaço e o covarde morre sem tentar. Não vou te enganar, o bagulho ta doido e eu não confio em ninguém, nem em você, os inimigos vêm de graça, é a selva de pedra, eles matam os humildes demais, você é do tamanho do seu sonho, faz o certo, faz a sua, vamo acordar, vamo acordar, cabeça erguida, olhar sincero, ta com medo de quê? Nunca foi fácil, junta os seus pedaços e desce pra arena, mas lembre-se: aconteça o que acontecer nada como um dia após outro dia." RACIONAIS MC'S.

RESUMO

Devido ao fato de temas referentes ao meio ambiente estarem ganhando cada vez mais espaço na grande mídia e aliado à crescente preocupação relativa à escassez de água potável no globo, admite-se um grande aumento no interesse sobre o monitoramento de corpos hídricos, onde muitos estudos focam em analisar a quantidade aliada à qualidade da água dos corpos hídricos a fim de verificar possíveis impactos no mesmo. Seguindo esta tendência o seguinte trabalho visa o monitoramento de um corpo hídrico, o córrego Barbeiro. Esse córrego é tributário do córrego Olaria que deságua no rio Paraibuna em região rural situada na zona norte do município de Juiz de Fora- MG. A motivação pela escolha da Bacia Hidrográfica do córrego Olaria foi a presença de um aterro sanitário nesta região, que pelas suas características de construção, operação e encerramento tem alto potencial poluidor, podendo ser um risco para toda a região ao seu redor. Neste contexto, foram coletadas amostras, durante quatro meses (setembro, abril, maio e junho) em dois pontos do corpo hídrico, sendo o primeiro antes do empreendimento e o segundo após o aterro sanitário. Os resultados foram comparados à DN conjunta COPAM/CERH 01/2008 e à CONAMA 357/2005. Foi constatado que o córrego Barbeiro sofre com atividades antrópicas presentes em sua bacia demonstrando uma deterioração da qualidade da água entre os pontos de coleta, fato este sintetizado pelo ICE (índice de conformidade ao enquadramento) que no ponto 1 apresentou a classe boa e um valor de 87, enquanto no ponto 2 a classe passou a ser ruim e o valor caiu para 57. A continuação do monitoramento e a fiscalização dessa área tornam-se necessárias tendo em vista que esse Aterro tem recebido os resíduos de mais de dez municípios, além da reclamação da população situada logo a jusante do empreendimento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3.1 QUALIDADE DA ÁGUA	13
3.1.1 POTENCIAL HIDROGÊNICO (pH).....	13
3.1.2 TEMPERATURA.....	13
3.1.3 TURBIDEZ	14
3.1.4 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT).....	14
3.1.6 SALINIDADE.....	15
3.1.7 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	15
3.1.8 POTENCIAL DE REDUÇÃO (ORP).....	15
3.1.9 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO).....	16
3.1.10 ZINCO.....	16
3.1.11 COBRE.....	16
3.1.12 ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO (ICE)	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1 ÁREAS DE ESTUDO	20
4.1.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	23
4.2 PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO MUNICÍPIO.....	24
4.3 QUALIDADES DA ÁGUA	24

4.4 ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO (ICE).....	26
5 RESULTADOS	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXO – TABELA COM OS DADOS DAS COLETAS.	39

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Carta Índice da Bacia Hidrográfica Olaria.....	20
FIGURA 2 Carta Falso 3D da Bacia Hidrográfica Olaria.....	21
FIGURA 3 Pontos de Coleta.....	23
FIGURA 4 Sonda YSI e Turbidímetro HANNA.....	25
FIGURA 5 Oxigênio Dissolvido referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	27
FIGURA 6 Temperatura referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	28
FIGURA 7 Condutividade elétrica específica referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	28
FIGURA 8 Turbidez referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	29
FIGURA 9 Demanda química de oxigênio referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	30
FIGURA 10 Potencial hidrogênio (pH) referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	30
FIGURA 11 Salinidade referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	31
FIGURA 12 Análise de Cobre referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	32
FIGURA 13 Análise Sólidos dissolvidos totais (SDT) referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	32
FIGURA 14 Potencial de Redução referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.....	33

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Classificação do ICE e seus significados.....	19
QUADRO 2 Coordenadas dos pontos e descrição do local de coleta.....	24
QUADRO 3 Datas das Coletas.....	25
QUADRO 4 Metodologia e equipamentos para cada parâmetro analisado.....	26

1 INTRODUÇÃO

A disposição final de resíduos do Município de Juiz de Fora ocorre atualmente na Central de Tratamento de Resíduos (CTR) situada na Fazenda Barbeiro à aproximadamente vinte quilômetros do centro da sede urbana. Sua inauguração ocorreu no ano de 2010 e a operação está por concessão a uma empresa privada. O aterro apresenta 351ha, sendo que apenas 40ha foram aproveitados para a implantação do mesmo, possuindo uma capacidade inicial de, aproximadamente, 20.000 toneladas de resíduos domiciliares, inertes e hospitalares por mês. O plano de encerramento tem como meta aterrar 3.900.000m³ de resíduo, com vida útil de 25 anos; além disso, a CTR atende a vários outros municípios da região, fato este que pode diminuir a vida útil do mesmo e amplificar os possíveis impactos inerentes ao empreendimento que por sua natureza possui um alto potencial de impactar o ecossistema da região e sua bacia hidrográfica (JUIZ DE FORA, 2000).

Em relação à disponibilidade hídrica o Brasil possui uma posição confortável, devido a estimativa de que 12% da água doce disponível do planeta encontra-se localizadas em território nacional, porém o grande desafio é conectar este recurso para todo território nacional, uma vez que o mesmo se encontra distribuído de maneira irregular, por exemplo a região norte do país possui 80% da água disponível, porém abrange apenas 5% da população brasileira (ANA, 2018).

O monitoramento da qualidade da água dos mananciais é de importância estratégica para o município uma vez que estão diretamente ligados a saúde pública da população e à manutenção de ecossistemas inteiros. Lembrando que a falta de investimentos em saneamento básico acarreta diretamente no aumento de gastos com a saúde pública, segundo afirma a Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO], 2011).

Uma vez no ecossistema aquático, os metais pesados são distribuídos nos diversos compartimentos do ambiente, como solo, sedimento, plantas e animais. Especificamente no caso dos sedimentos, a literatura mostra que este compartimento funciona como um sistema de estoque de poluentes (FÖRSTNER, 1987; FILGUEIRAS et al., 2004).

Partindo do panorama traçado anteriormente, o córrego Barbeiro apresentou-se com o objeto de estudo deste trabalho. Ele possui sua nascente em uma área rural onde a agropecuária é a única atividade presente, porém, no seu percurso, o mesmo passa

dentro do Aterro Sanitário de Juiz de Fora. Ele é classificado como Classe 1 segundo a Deliberação Normativa nº16/1996 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (Copam). Essas referências foram utilizadas para verificação da conformidade dos parâmetros de qualidade da água desse córrego (BRASIL, 2005; MINAS GERAIS, 1996; MINAS GERAIS, 2008)

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi analisar os impactos do Aterro Sanitário da cidade de Juiz de Fora/MG.

2.2 Objetivos Específicos

Analisar os parâmetros: Temperatura, Sólidos Dissolvidos Totais, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica específica, salinidade, pH, Turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), cobre e zinco.

Analisar a influência da precipitação na variação dos parâmetros de qualidade da água;

Analisar a conformidade dos resultados obtidos com as resoluções CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) e DN COPAM/CERH 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008) através do Índice de conformidade ao enquadramento (ICE).

Analisar a influência da presença do aterro sanitário na qualidade da água por meio de amostragem em 2 pontos do córrego Barbeiro;

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A classe de um curso d'água está diretamente ligada ao uso preponderante que essa se destina, seja para o consumo humano, transporte, irrigação, balneabilidade ou sustentabilidade da vida aquática. A legislação prevê um padrão de qualidade para cada um dos possíveis usos da água (BRASIL, 2005; SOUZA, 2014).

Técnicas de monitoramento objetivam acompanhar as condições e a qualidade da água em um corpo hídrico. Cada situação requer o uso de parâmetros específicos para a análise de suas águas (SANTOS, 2016).

Nesse sentido, utilizamos no presente trabalho os parâmetros possíveis em função de infra-estrutura laboratorial da Faculdade de Engenharia e de sondas disponíveis no Núcleo de Análise Geo Ambiental (NAGEA). Os parâmetros abordados foram: Temperatura, Sólidos Dissolvidos Totais, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica específica, salinidade, pH, Turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), cobre e zinco, os quais serão desenvolvidos nesse item de revisão.

3.1.1 POTENCIAL HIDROGÊNICO (pH)

De acordo com (VON SPERLING, 2007) pH representa a concentração de íons de hidrogênio (H⁺) em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH varia de 0 a 14. Fatores como a presença de material orgânico em excesso influenciam para reduzir os valores de pH, devido a decomposição do material orgânico e a respectiva liberação de gás carbônico, dando origem ao ácido carbônico no meio. De acordo com as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 o valor de pH em corpos d'água devem permanecer na faixa de 6 a 9, independente da classe do mesmo.

3.1.2 TEMPERATURA

A temperatura tem influência em vários parâmetros como a tensão superficial e viscosidade (ANA, 2009). O aumento da temperatura em um corpo d'água gera o aumento da taxa de reações químicas, físicas e biológicas, intensificando também o processo de decomposição da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005). Levando-se em consideração características físicas do meio, a temperatura é inversamente proporcional à concentração de Oxigênio dissolvido (OD) (NOZAKI et al., 2014). As

resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 não estabelecem regulamentação para valores de temperatura em corpos hídricos naturais, apenas estabelecem valores limites de temperatura para o correto despejo de efluentes no mesmo.

3.1.3 TURBIDEZ

Na análise de turbidez são quantificados os materiais sólidos em suspensão, algas e partículas de rochas que se encontram no ambiente aquático, assim como as partículas geradas nas seguintes condições: processos erosivos, despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2005). As resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 estabelecem que o limite para este parâmetro é de 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) para cursos d'água de classe 1.

3.1.4 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT).

Os SDT expressam a quantificação das substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas em meio líquido, demonstrando a proporção de diferentes sólidos (ZORZIN et AL., 2011). O limite estabelecido para corpos hídricos classificados como água doce é de 500 mg/L, de acordo com as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 .

3.1.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ESPECÍFICA (CE)

A CE está relacionada com a existência ou não de íons dissolvidos na água, tendo a possibilidade de variar os seus valores devido às variações na temperatura e no pH. Valores elevados de CE evidenciam características corrosivas da água (BUZELLI & CUNHA-SANTINO, 2013). De acordo com (LIBANIO, 2010) frequentemente ao se encontrar valores de CE superiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ evidencia-se que o curso d'água em questão está com problema de poluição. Segundo a CETESB (2009), águas doces superficiais com condutividade acima de 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ podem ser suspeitas de estarem contaminadas. A condutividade elétrica também depende da temperatura. Para uma medida padronizada, adota-se a condutividade específica, que é a condutividade medida ou convertida para 25°C. As resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 não estabelecem regulamentação para valores de condutividade elétrica específica.

3.1.6 SALINIDADE

Denomina-se salinidade da água a quantidade de sais definida pela condutividade elétrica específica (CE). Ao se estabelecer os valores de salinidade partindo-se dos valores de CE pode-se classificar a água em: doce, salobra ou salgada. O parâmetro salinidade tem grande influência de acordo com o período chuvoso e seco, ou seja, no verão atinge maiores valores do que no inverno. Os valores de salinidade possuem uma grande correlação com o índice de pluviosidade assim como com o índice de evaporação no dia analisado. (NOZAKI et al., 2014).

3.1.7 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

A preservação da vida dos organismos aeróbios presentes no meio, possuem uma relação direta com o parâmetro oxigênio dissolvido (OD) (ZORZIN et AL., 2011). De acordo com Von Sperling (2005), o parâmetro OD é um indicador essencial para a caracterização da qualidade da água justificando que seja realizado um monitoramento constante do mesmo. Este parâmetro apresenta uma grande relação com parâmetros como: vegetação, temperatura e precipitação. De acordo com as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 os valores de OD em corpos d'água de classe 1 não devem ser inferiores a concentração de 6 mg/L.

3.1.8 POTENCIAL DE REDUÇÃO (ORP)

O potencial de oxirredução tem influência sobre diversos processos bioquímicos que ocorrem nos corpos d'água, sendo um indicativo da tendência de uma forma química adquirir elétrons e assim ser reduzida. Valores altos de ORP indicam natureza oxidante enquanto valores baixos indicam natureza redutora, além disso devido ao fato de o oxigênio ser um oxidante muito importante nos corpos d'água temos a relação direta entre os valores de ORP e oxigênio dissolvido (OD), evidenciando que geralmente altos valores de OD estão associados a altos valores de ORP. De maneira análoga, baixas concentrações de OD indicam predominância de processos redutivos, como a respiração anaeróbia. Logo em casos de contaminação em águas naturais geram um ambiente redutivos que vão reportar valores mais baixos de ORP. (ESTEVES & MARINHO, 2011)

3.1.9 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

A DQO constitui-se em um indicativo da presença de material orgânico no meio, podendo este ser biodegradável ou não biodegradável (VALENTE et al., 1997). Embora as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 não estabelecerem limites para este parâmetro, em algumas normativas estaduais este parâmetro apresenta um valor limite.

3.1.10 ZINCO

A presença de metais pesados em cursos d'água pode gerar uma série de impactos tanto para saúde humana como para os organismos ali presentes. Em relação à saúde humana a ingestão de água contaminada por Zinco ou a ingestão de alimentos contaminados pelo mesmo, pode causar doenças de médio e longo prazo. Já para os organismos presentes no meio aquático os danos podem ser ainda maiores, uma vez que a bioacumulação deste metal pode comprometer toda uma cadeia trófica (FÖRSTNER, 1987; FILGUEIRAS et al., 2004). As resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 estabelecem que o limite para este parâmetro é de 0,18 mg/L, para cursos d'água de classe 1.

3.1.11 COBRE

Os impactos gerados pela ingestão de cobre por humanos e outros organismos são semelhantes aos que a ingestão de zinco causa, portanto, evidencia-se a importância de se estudar e mensurar a quantidade destes metais pesados no meio. As resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 estabelecem que o limite para este parâmetro é de 0,009 mg/L, para cursos d'água de classe 1.

3.1.12 ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO (ICE)

O índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) é um índice de qualidade da água desenvolvido em 1997 no Canadá pelo órgão *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME). O ICE é utilizado para indicar a condição de conformidade da qualidade da água do corpo hídrico ao enquadramento estabelecido pela legislação. O objetivo do ICE é ser uma ferramenta para simplificar a comunicação dos dados de qualidade da água tanto para especialistas quanto para leigos. O ICE foi formulado a partir de experiências e metodologias de outros índices de qualidade utilizados no Canadá. Não tem o objetivo de substituir uma análise detalhada dos dados e condições

de qualidade da água através dos métodos de avaliação convencionais, muito menos deve ser usado como a única ferramenta para a gestão dos recursos hídricos. É a combinação de três fatores que representam o não atendimento aos critérios de qualidade propostos, ou seja, representam a desconformidade ao enquadramento. Assim, o ICE é composto por três fatores: abrangência do impacto causado pela desconformidade, frequência com que as desconformidades ocorrem e a amplitude da desconformidade. O índice varia de 0 a 100, sendo que o valor perto de zero significa uma situação em que a condição do corpo hídrico está muito distante do enquadramento desejado e próximo de cem indicará situação de conformidade com o enquadramento. Segundo o CCME (2001a), o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), é calculado da seguinte maneira:

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Onde:

F_1 = porcentagem das variáveis de qualidade da água que violaram os limites desejáveis pelo enquadramento ao menos 1 vez no período de observação, ou seja, representa a abrangência das variáveis em desconformidade sendo determinado por:

$$F_1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis que falharam}}{\text{Número total de variáveis}} \right) * 100$$

F_2 = frequência representada pela porcentagem de vezes que as variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade em relação ao número de testes para comparar o valor observado com o padrão estabelecido, definido como:

$$F_2 = \left(\frac{\text{Número de testes que falharam}}{\text{Número total de testes}} \right) * 100$$

F_3 = representa a diferença entre o valor observado e o desejado de acordo com o enquadramento do corpo d'água, ou seja, analisa a amplitude entre os valores desejados e os obtidos nos corpos d'água. Este fator é determinado em 3 etapas:

Para os casos em que o enquadramento exige que determinada variável seja maior ou igual a um limite, utiliza-se a equação abaixo:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Valor testado fora do enquadramento}}{\text{Limite para enquadramento}} \right) - 1$$

Quando o valor encontrado não deve ser inferior a um determinado padrão é utilizada a seguinte equação:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Limite para enquadramento}}{\text{Valor testado fora do enquadramento}} \right) - 1$$

Após esta primeira etapa, determina-se a soma normalizada das variações (snv), somando todas as variações que não atenderam aos limites do enquadramento e dividindo pelo número total de testes, logo:

$$\text{snv} = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta V_i}{\text{Número total de testes}}$$

E por fim, calcula-se F_3 usando a fórmula a seguir:

$$F_3 = \left(\frac{\text{snv}}{0,01 * \text{snv} + 0,01} \right)$$

A aplicação do Índice de Conformidade ao Enquadramento demanda algumas regras que devem ser levadas em consideração, conforme proposto por CCME (2001a):

- Comparações do índice só devem ser feitas quando os objetivos forem os mesmos, ou seja, não é recomendado aplicar o índice quando o objetivo for comparar um ICE que deve atender aos limites definidos no enquadramento para Classe 1 com outro cujo objetivo foi a classe 2.
- Não é recomendado comparar índices de diferentes lugares calculados com parâmetros diferentes, por exemplo, se em um lugar o índice é calculado utilizando parâmetros de pesticidas, tal valor não deve ser equiparado com outro local onde o índice é obtido com a utilização de metais.
- Deve-se ter cuidado com a utilização de dados mais antigos, pois métodos mais modernos podem apresentar metodologias e limites de detecção distintos daqueles utilizados para os dados mais antigos, alterando o valor final do índice, gerando conclusões errôneas.

- O índice deve ser aplicado utilizando parâmetros relevantes para o corpo d'água que está sendo estudado.
- O ICE não deve ser aplicado com menos de quatro parâmetros e quatro amostras por ano.

O Quadro 1 apresenta a classificação do ICE conforme os valores encontrados para o índice e seu significado, importante para a interpretação dos gestores.

Quadro 1 Classificação do ICE e sus significados

ICE	CLASSES	SIGNIFICADO
95-100	ÓTIMA	A qualidade da água está protegida com virtual ausência de impactos. A qualidade da água está muito próxima da condição natural. Estes valores de ICE somente podem ser obtidos se todas as medidas estiverem durante todo o tempo dentro dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
80-94	BOA	A qualidade de água está protegida, apresentando somente um pequeno grau de impacto. A qualidade da água raramente se desvia dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
65-79	REGULAR	A qualidade de água está protegida, mas ocasionalmente ocorrem impactos. A qualidade da água algumas vezes se desvia dos padrões estabelecidos pelo enquadramento.
45-64	RUIM	A qualidade de água está frequentemente afetada. Com frequência os parâmetros de qualidade da água não atendem os padrões estabelecidos pelo enquadramento.
0-44	PÉSSIMA	A qualidade de água quase sempre está alterada. Os parâmetros de qualidade frequentemente não atendem os padrões estabelecidos pelo enquadramento.

Fonte: Adaptado de CCME, 2001a e ANA, 2012

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREAS DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do córrego Olaria que recebe o tributário córrego Barbeiro está localizada nas proximidades do perímetro urbano do município de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais. A área está localizada na região norte da cidade sendo que nesta mesma área está em operação o aterro sanitário do município de Juiz de Fora que atende outros municípios vizinhos da cidade.

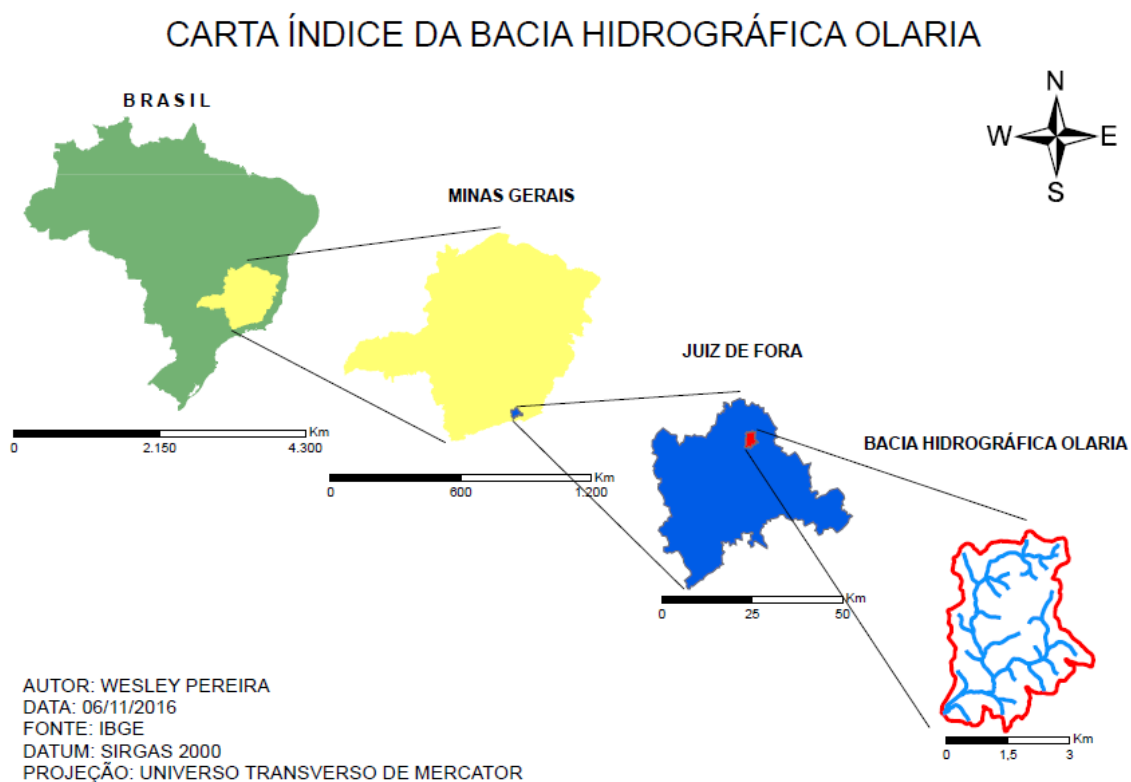


FIGURA 1 Carta Índice da Bacia Hidrográfica Olaria
Fonte: Elaborada pelo Autor.

A população estimada do município de Juiz de Fora é de 516.247 Habitantes com uma densidade demográfica de 359,59hab/km² (IBGE, 2018). De acordo com a classificação climática de KOPPEN e GEIGER (1928) Juiz de Fora possui um clima mesotérmico de verão quente e inverno seco.

O Curso d'água estudado neste trabalho é o córrego Barbeiro, que tem o seu enquadramento segundo a DN COPAM nº 16 de 24 de setembro de 1996 (MINAS GERAIS, 1996) como Classe 1, sendo que suas águas podem ser destinadas aos seguintes usos: Abastecimento para consumo humano (após tratamento simplificado), proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário e irrigação.

Na Figura 1 podemos observar a localização da bacia hidrográfica Olaria em escala de país, estado, município e região.

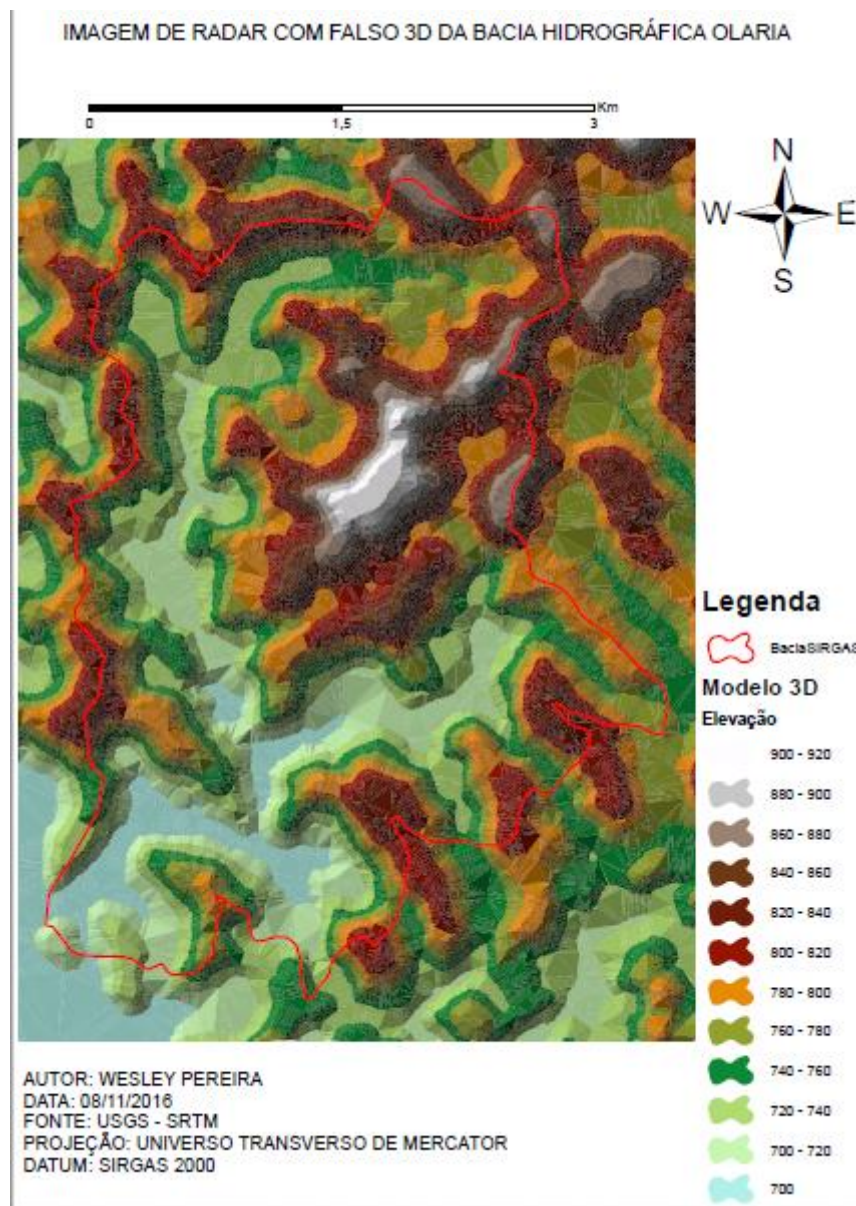


FIGURA 2 Carta Falso 3D da Bacia Hidrográfica do córrego Olaria
Fonte: Elaborada pelo Autor.

Na figura 2 evidenciou-se através da hipsometria o modelo geográfico da bacia hidrográfica do córrego Olaria, mostrando de maneira clara os pontos de maior e menor altitude na área que abrange a bacia.

4.1.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

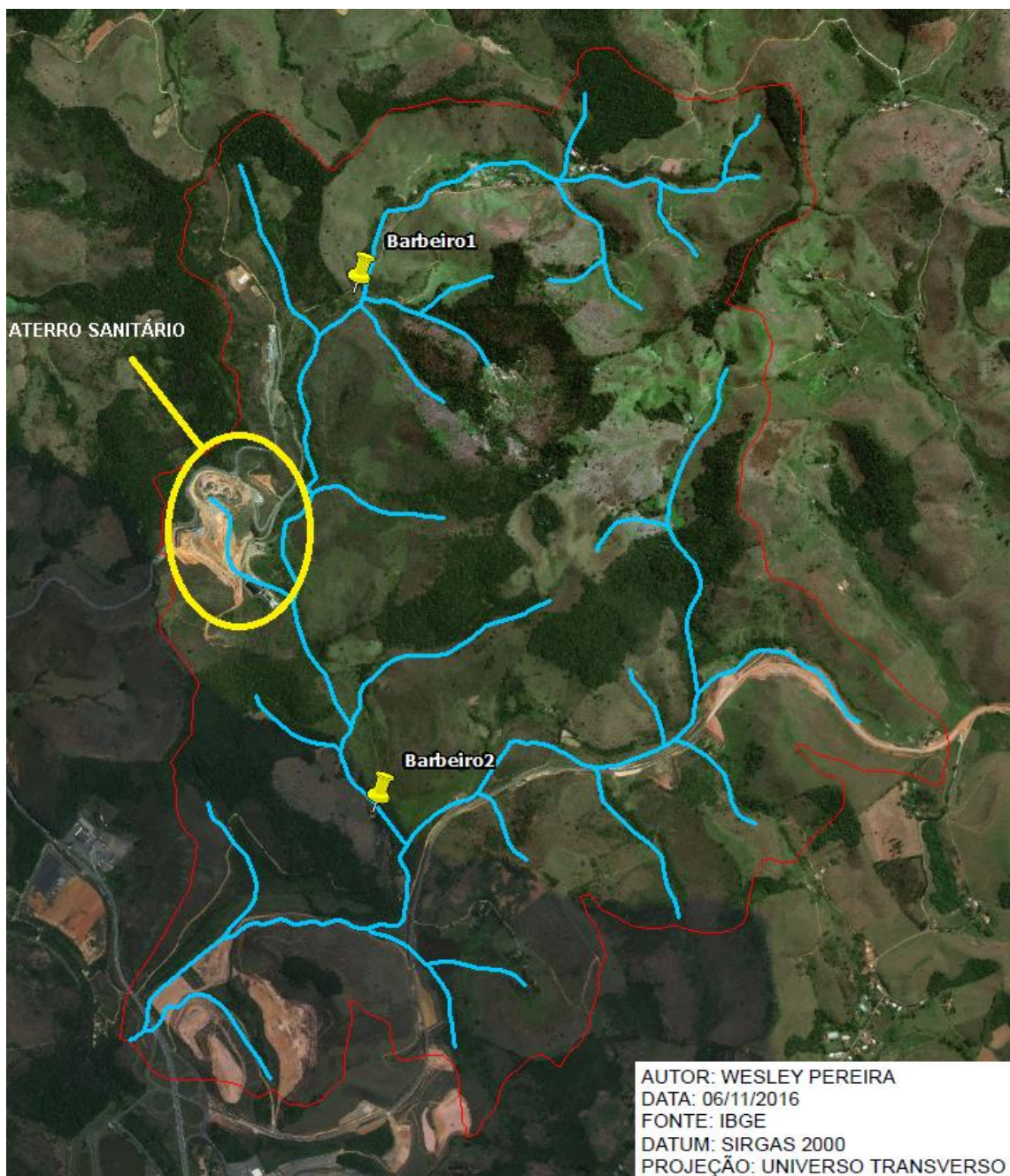


FIGURA 3 Pontos de Coleta
Fonte: Elaborada pelo Autor.

Na figura 3 ficaram indicados os pontos de coleta ao longo do córrego Barbeiro assim como se indicou a localização do aterro sanitário e a delimitação da bacia hidrográfica Olaria. As coordenadas geográficas dos pontos assim como as suas respectivas descrições encontram-se indicadas no Quadro 2.

Quadro 2 Coordenadas dos pontos e descrição do local de coleta

Pontos	Coordenadas	Descrição do local de coleta
1	Latitude: 21°36'46.43"S Longitude: 43°25'45.45"O	Ponto localizado a montante da área do Aterro fazendo divisa com uma propriedade rural. Destaca-se que este ponto apresenta sinais de uso para dessedentação de gado.
2	Latitude: 21°38'10.57"S Longitude: 43°25'52.84"O	Ponto localizado a jusante do Aterro dentro de uma propriedade rural onde se destaca a presença de vegetação rasteira nas margens do ribeirão e o recorrente mau odor exalado pelo mesmo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO MUNICÍPIO

O município de Juiz de Fora apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, sendo a estação chuvosa entre os meses de outubro e abril, enquanto a estação de estiagem vai de maio a setembro. A temperatura anual do município oscila entre a média máxima de 23,3°C e a média mínima de 17,1°C, com média anual em torno de 20,1°C (CLIMATE-DATA, 2017).

Os dados de pluviometria foram obtidos junto ao INMET, levando-se em consideração a estação de monitoramento automática mais próxima (Estação de Juiz de Fora – A518). Devido ao fato dos dados serem horários, foi necessária a utilização do programa Excel para o respectivo tratamento e armazenamento dos dados, gerando assim as médias diárias e mensais utilizadas neste trabalho para os parâmetros de temperatura e precipitação. O objetivo foi verificar a influência destes parâmetros junto a qualidade da água no Córrego Barbeiro.

4.3 QUALIDADES DA ÁGUA

O Quadro 3 apresenta as quatro coletas realizadas com suas respectivas datas. A coleta foi realizada em conformidade com a NBR 9897 de 1987 e NBR 9898 de 1987, realizando uma amostragem simples no centro do córrego Barbeiro exatamente nos dois pontos de coleta explicitados no Quadro 2.

QUADRO 3 Datas das coletas.

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

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram obtidos os seguintes parâmetros com a Sonda YSI: Temperatura, Sólidos Dissolvidos Totais, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica específica, salinidade, pH. Já a análise de turbidez foi feita com o turbidímetro da marca HANNA estes equipamentos utilizados estão apresentados na figura 4. No laboratório de qualidade Ambiental (LAQUA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) realizou-se a análise da demanda química de oxigênio (DQO), enquanto a análise de metais pesados (cobre e zinco) foi realizada junto ao Laboratório da Química (UFJF), ambas seguindo a metodologia descrita no *Standart Methods for the examination of water and wastewater* (APHA 2012). Estes dados, juntamente com a metodologia utilizada foram explicitados no Quadro 4.



FIGURA 4 Sonda YSI e Turbidímetro HANNA.

Fonte: Elaborada pelo Autor.

QUADRO 4 Metodologia e equipamentos para cada parâmetro analisado.

PARÂMETROS	METODOLOGIA	EQUIPAMENTOS
Temperatura	2510.B	Sonda YSI
Sólidos Dissolvidos Totais	-	Sonda YSI
Oxigênio dissolvido	4500.OG	Sonda YSI
Condutividade elétrica específica	2510.B	Sonda YSI
Salinidade	2510.B	Sonda YSI
pH	2510.B	Sonda YSI
Turbidez	2130.B	Turbidímetro HANNA
DQO	5220.D	Espectrofotômetro
Cobre	-	Espectrofotômetro
Zinco	-	Espectrofotômetro

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para que as análises fossem realizadas nos laboratórios foi necessário seguir as recomendações indicadas no APHA (2012), tanto para coletar as amostras quanto para conservar e transportar as mesmas, salientando-se que todos os recipientes foram previamente esterilizados e identificados sabendo-se também que em seu transporte foram acondicionados em um ambiente termicamente isolado.

Devido a problemas técnicos a primeira (24/09/2018) e a última coleta (06/06/2019) não apresentaram resultados em relação aos metais pesados (Zinco e Cobre).

4.4 ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO (ICE)

Para cálculo do ICE foi utilizado o programa MS Excel®, onde foi elaborada uma planilha que representam cada ponto de monitoramento. Os parâmetros escolhidos para o cálculo do ICE foram: Oxigênio dissolvido (OD), Turbidez, pH, sólidos dissolvidos totais (SDT) e a condutividade elétrica específica (CE). A escolha destes parâmetros se justifica devido ao fato de todos apresentarem limites estabelecidos pela legislação ambiental ou valores recomendados pela literatura, como aconteceu com o parâmetro condutividade elétrica específica (CE), além disso o cálculo do ICE levou em consideração as quatro coletas realizadas neste trabalho. Os cálculos realizados para a obtenção do ICE seguiram a metodologia sugerida por CCME (2001a) que também disponibiliza a categorização por faixas e cores conforme já abordado.

5 RESULTADOS

Analisando o gráfico da figura 5 podemos constatar que apenas nas duas últimas coletas foram obtidos valores abaixo do limite estabelecido nas resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 . Os dois valores que se encontram abaixo do valor previsto em legislação são 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, evidenciando assim uma possível descarga de material orgânico entre os dois pontos estudados. O maior decréscimo registrado ocorreu na coleta 1 onde o oxigênio dissolvido apresentava valores de 8,41 mg/L no ponto 1 enquanto no ponto 2 os valores foram de 6,40. O menor valor de oxigênio dissolvido foi registrado na coleta 4 no ponto 2 sendo igual à 5,33 mg/L, tal valor é inferior ao limite estabelecido em norma que é de 6,0 mg/L.

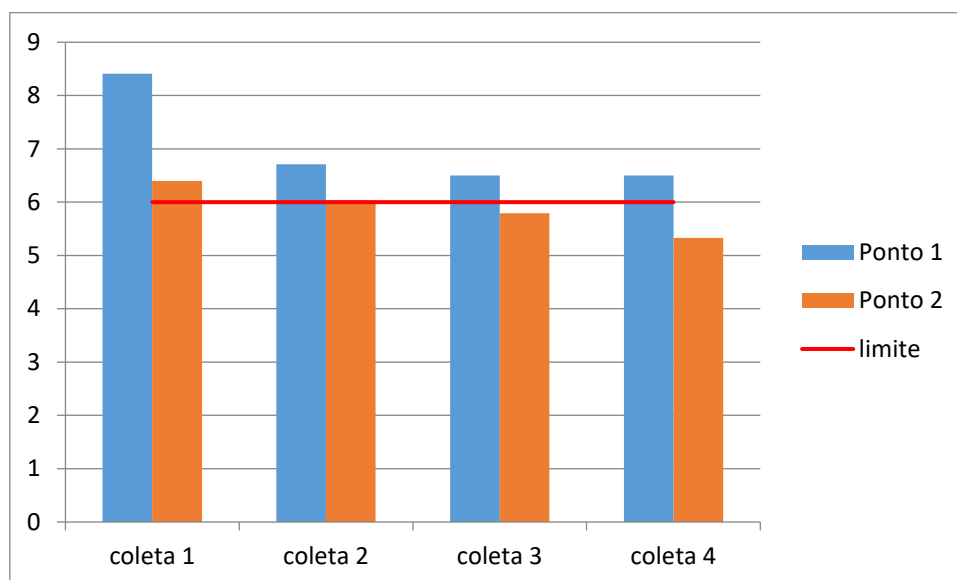


FIGURA 5 Oxigênio Dissolvido referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
Fonte: Elaborada pelo Autor.

A figura 6 apresenta os resultados referentes ao parâmetro temperatura ao longo das 4 coletas realizadas nos dois pontos de estudos. Os valores de temperatura não apresentaram variações significativas, além disso, a legislação não estabelece limites para tal parâmetro.

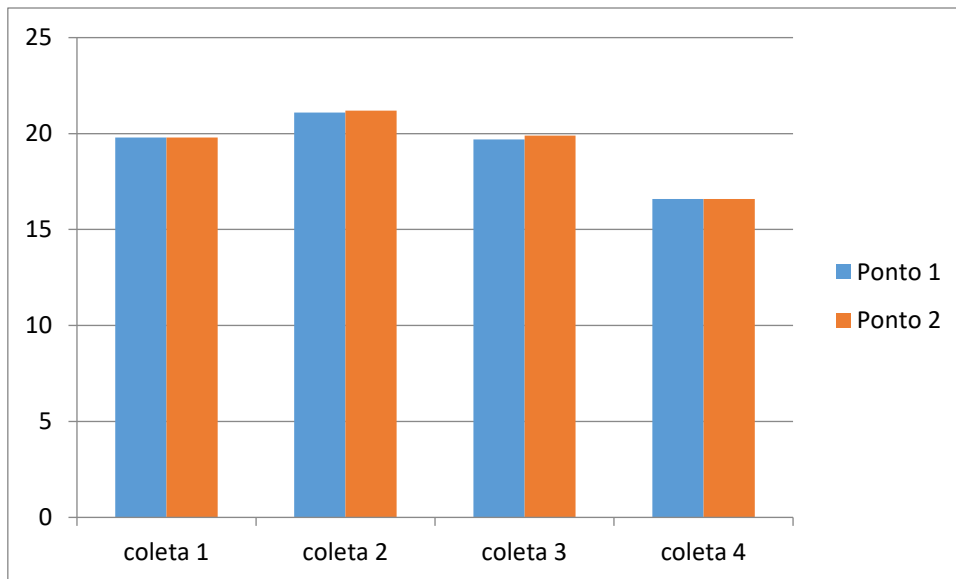


FIGURA 6 Temperatura referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
 Fonte: Elaborada pelo Autor.

Ao analisar a figura 7 podemos observar que os valores da condutividade elétrica específica (CE) ficaram dentro da normalidade apenas no ponto 1. Além de evidenciar uma grande diferença entre o ponto 1 e o ponto 2 em todas as quatro coletas realizadas, mostrando alteração do córrego acima dos valores sugeridos pela CETESB, observando que o CE foi convertido para as características de 25°C.

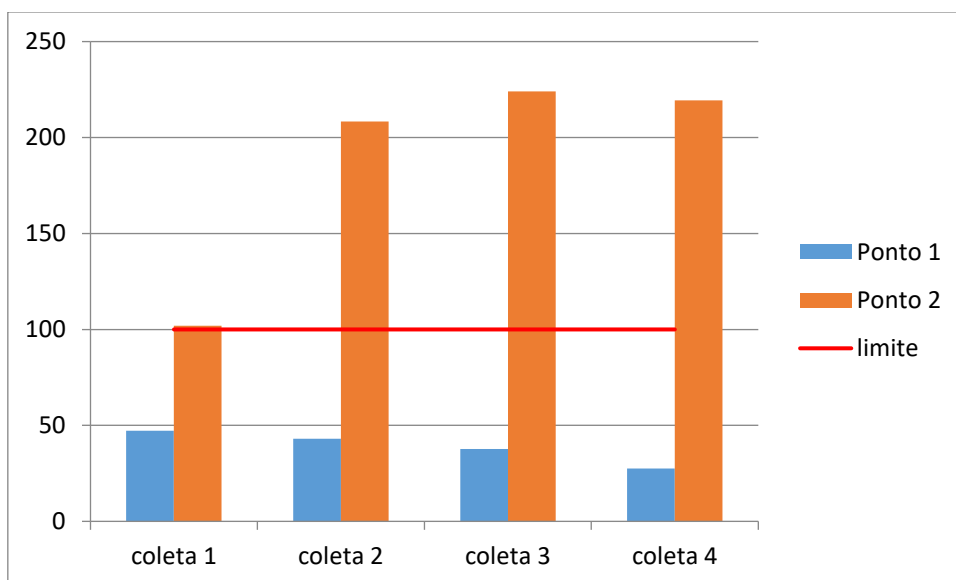


FIGURA 7 Condutividade elétrica específica referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
 Fonte: Elaborada pelo Autor.

Analisando os resultados do parâmetro turbidez com auxílio da figura 8 podemos constatar que todos os valores obtidos nas 4 campanhas estão de acordo com as

resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 que estabelecem um limite de 40 UNT. Porém verificou-se um aumento significativo entre o ponto 1 e o ponto 2 na coleta de número 1 e de número 3; no primeiro caso a turbidez variou de 2,9 UNT para 10,2 UNT enquanto no segundo caso a turbidez variou de 12,46 UNT para 17,57 UNT, indicando assim que alguma descarga entre os pontos está acrescentando partículas sólidas nas águas do córrego Barbeiro, ainda abaixo dos limites previstos.

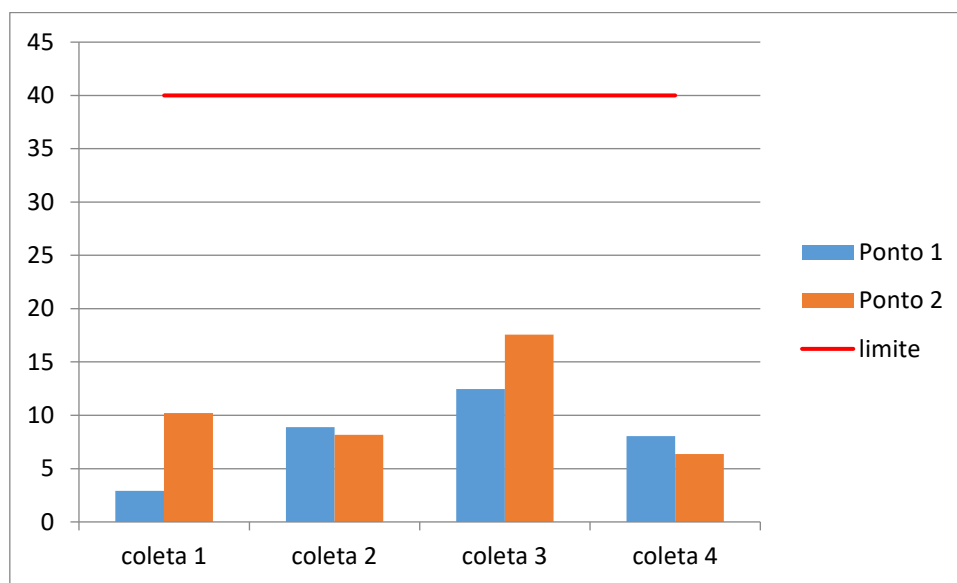


FIGURA 8 Turbidez referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
Fonte: Elaborada pelo Autor.

Analisando a figura 9 podemos observar que em todas as coletas houve um acréscimo dos valores da Demanda química de oxigênio (DQO) ao se comparar o ponto 1 com o ponto 2, sendo a maior variação na coleta 3 onde no ponto 1 o valor é de 26,79 mg/LDQO, enquanto no ponto 2 o valor é de 54,11 mg/LDQO. Esta constatação evidencia um aporte de material orgânico para o curso d'água, entre os pontos estudados evidenciando que alguma impacto está alterando a qualidade da água do córrego Barbeiro.

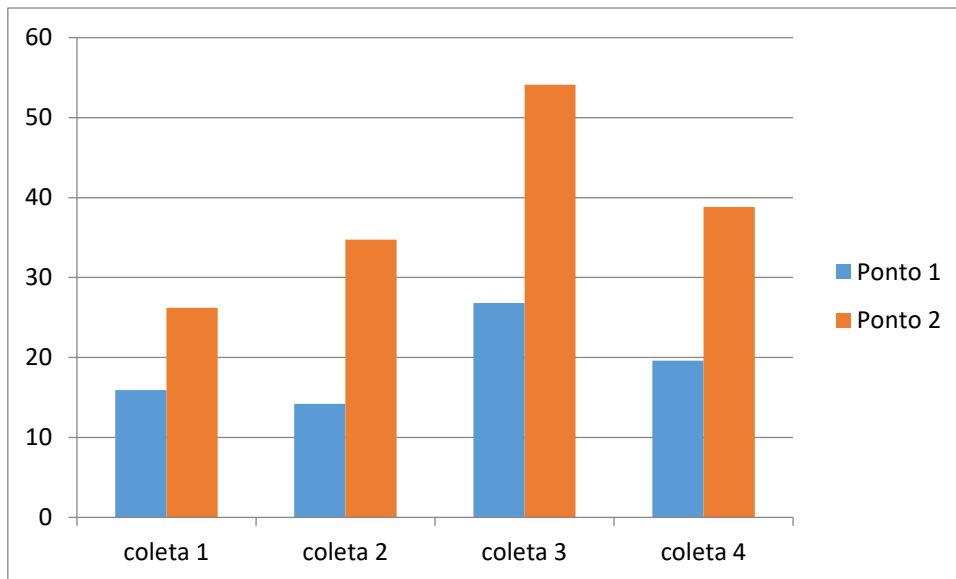


FIGURA 9 Demanda química de oxigênio referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.

Fonte: Elaborada pelo Autor.

De acordo com as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 o valor de pH em corpos d'água de qualquer classe devem permanecer na faixa de 6 a 9. Na figura 10 observamos que em todas as coletas realizadas este parâmetro se manteve dentro recomendação e não apresentou grandes variações do ponto 1 para o ponto 2.

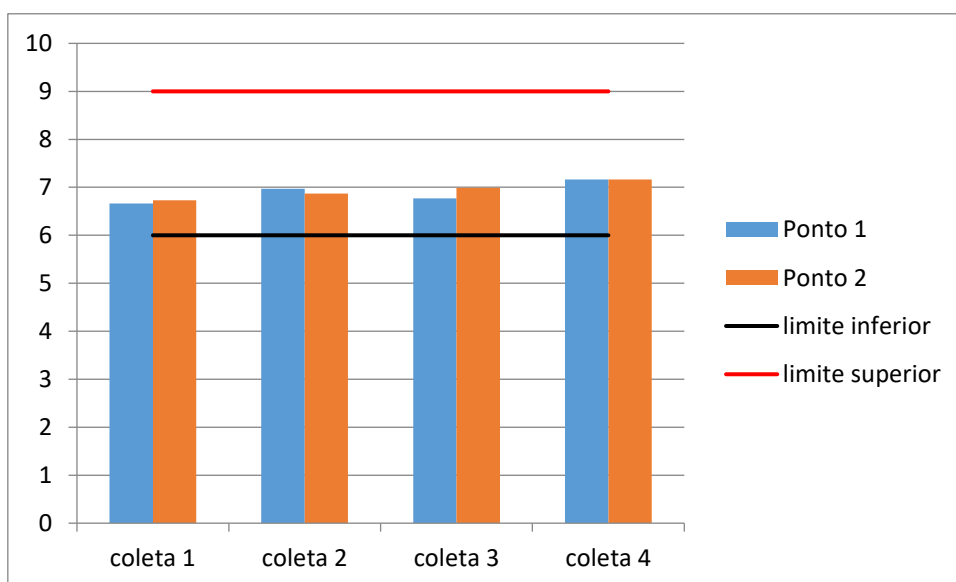


FIGURA 10 Potencial hidrogênio (pH) referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Podemos verificar na Figura 11 um acréscimo entre os pontos estudados para os valores de salinidade em todas as coletas. Tal situação demonstra uma alteração na qualidade da

água entre os pontos estudados, indicando a presença de algum fator que compromete a qualidade ambiental na área.

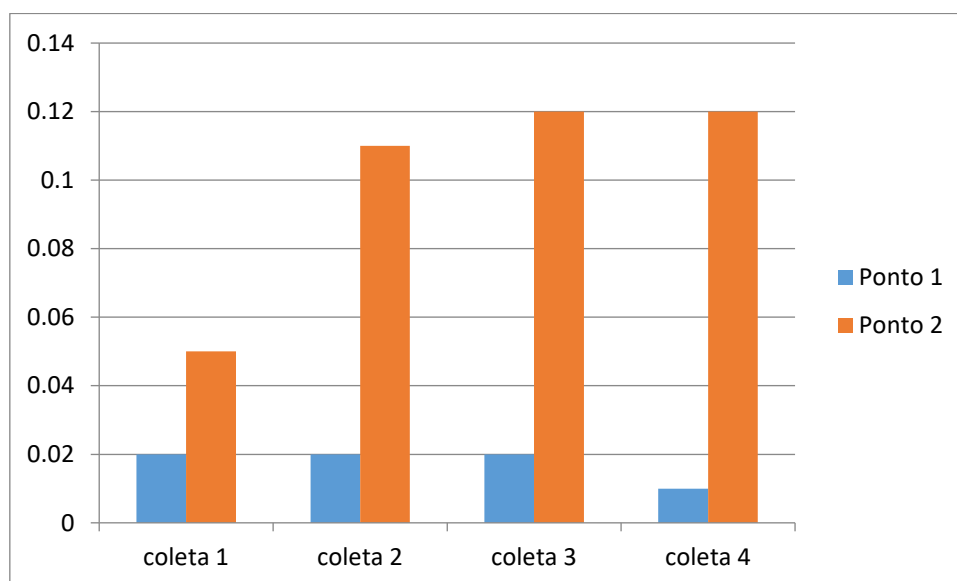


FIGURA 11 Salinidade referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
Fonte: Elaborada pelo Autor.

As resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 estabelecem que o limite para o Zinco é de 0,18 mg/L, para cursos d'água de classe 1. Porém todas as análises de Zinco apresentam seus valores abaixo do limite de detecção.

Ao analisar a figura 12 verificamos que nas duas coletas que se onde o parâmetro Cobre foi aferido o mesmo apresentou-se acima do valor permitido nas resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 que estabelecem o limite para este parâmetro ser de 0,009 mg/L. Além disso verificou-se um aumento dos valores entre o ponto 1 e o ponto 2 estudado, indicando a possibilidade de entrada de metais, deteriorando qualidade ambiental do córrego Barbeiro. Devido as altas concentrações já encontradas no ponto 1 é provável que exista uma relação entre essas concentrações e a geologia do local.

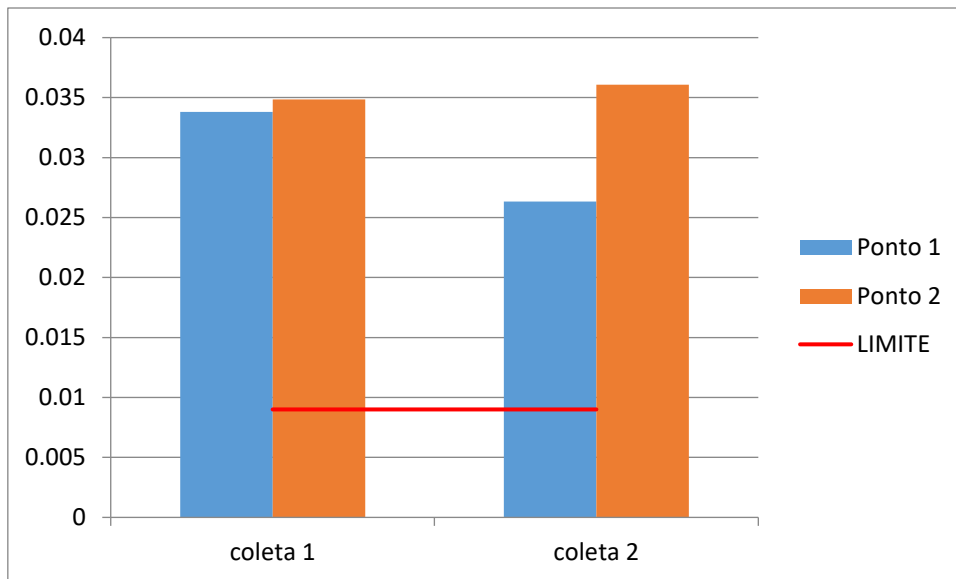


FIGURA 12 Análise de Cobre referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
 Fonte: Elaborada pelo Autor.

Ao analisar a figura 13 verificamos que todos os valores obtidos para o parâmetro sólidos dissolvidos totais (SDT) apresentam-se de acordo com as resoluções CONAMA 357/2005 e DN COPAM/CERH 01/2008 que estabelecem o limite de 500 mg/L, porém ao se analisar a variação do ponto 1 para o ponto 2, em todas as coletas, constatou-se um aumento significativo evidenciando a influência de algum aporte de sólidos no córrego Barbeiro.

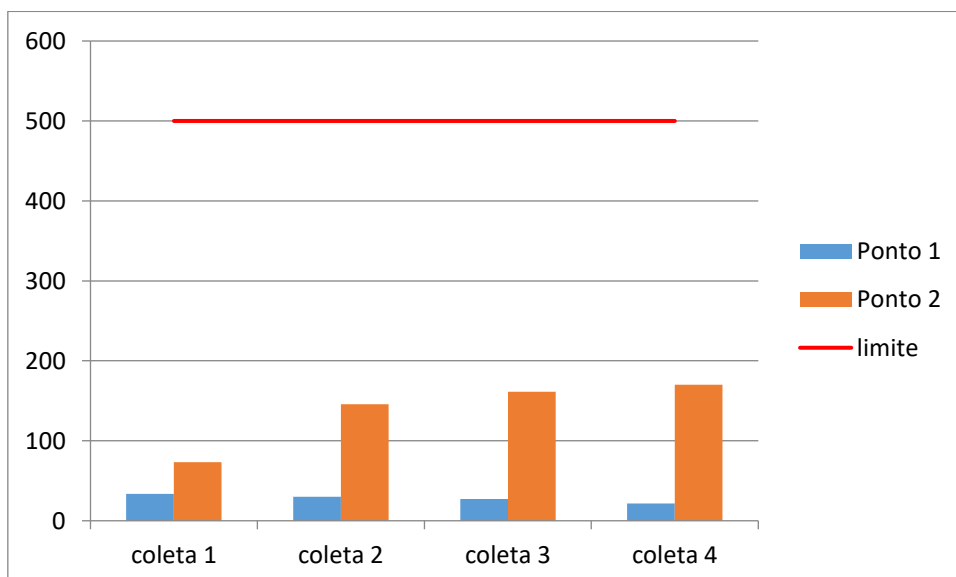


FIGURA 13 Análise Sólidos dissolvidos totais (SDT) referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
 Fonte: Elaborada pelo Autor.

Observando a figura 14 é constatado que ocorreu uma redução dos valores quando comparado entre o ponto 1 e o ponto 2 para todas as quatro coletas em relação ao parâmetro Potencial de Redução (ORP), exemplificando que assim como o oxigênio dissolvidos e outros parâmetros o Potencial de redução também foi influenciando negativamente em relação à qualidade da água, pois valores reduzidos de ORP expressam um decaimento da quantidade de OD possivelmente devido ao acréscimo de material orgânico no córrego Barbeiro.

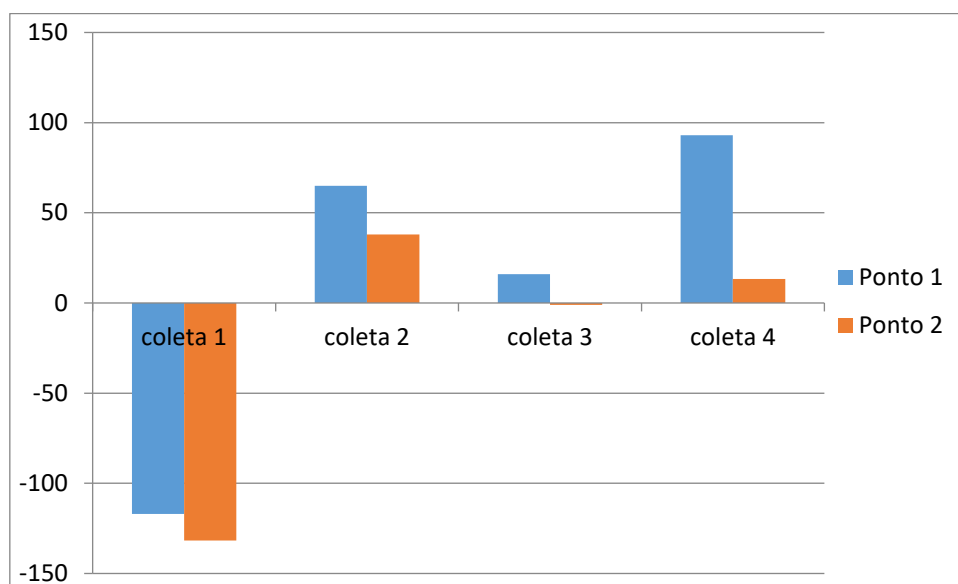


FIGURA 14 Potencial de Redução referente as quatro coletas no córrego Barbeiro.
Fonte: Elaborada pelo Autor.

Os valores do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) devem ser analisados conforme a classificação do *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 2001a) apresentado no Quadro 1.

Sintetizando os parâmetros citados anteriormente e que tem limites na legislação ou na ciência, os valores do ICE encontrados para o córrego Barbeiro foram de 87 para o ponto 1 e 57 para o ponto 2. Esse fato mostra uma queda de “Bom” para “Ruim”, evidenciando que o empreendimento em operação entre os dois pontos de coleta está afetando negativamente a qualidade da água do córrego Barbeiro. Resaltando que o parâmetro que mais influenciou os valores de ICE foi a Condutividade elétrica específica (CE) seguido pelo oxigênio dissolvido (OD) e o potencial hidrogênio (pH).

Vale salientar que essa pesquisa foi conduzida na estação da seca com pouca ou nenhuma influência da pluviometria. Pesquisas na estação chuvosa podem apresentar

valores ainda piores devido ao que será carreado para dentro dos cursos d'água. Portanto, sugere-se a continuação dessa pesquisa com ampliação dos parâmetros. Uma planilha com todos os dados utilizados no presente trabalho está exposta em anexo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma na qual o ser humano usa e ocupa o solo está intrinsecamente ligada com a qualidade dos cursos hídricos presente no local onde ele vive. Em relação a qualidade da água encontrada no córrego Barbeiro, cabe ressaltar que a influência antrópica está impactado negativamente o mesmo. No ponto 1 os parâmetros analisados apresentam valores mais próximos aos permitidos pela legislação, enquanto que no ponto 2 já se pode observar valores discrepantes ao permitido pela legislação para corpos hídricos de Classe 1. Pela pouca distância entre os pontos, esta piora está relacionada com as atividades do empreendimento instalado na Bacia do córrego Barbeiro.

A coleta de número 3 apresentou em muitas análises valores superiores as demais, associado aos registros de precipitação no dia da coleta.

Ao se levar em consideração todas as análises realizadas no trabalho, percebemos um valor total de 38 análises, 32 apresentaram alterações negativas do ponto 1 para o ponto 2. Neste contexto os parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e a Demanda química de oxigênio (DQO) se destacam, pois nas 4 coletas realizadas estes parâmetros tiveram alterações consideráveis de seus valores entre os pontos.

Para que os parâmetros estejam em conformidade com as normas, recomenda-se um monitoramento constante do córrego Barbeiro assim como uma adequação dos sistemas de tratamento de forma a evitar esses impactos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Abastecimento. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/usos-da-água/abastecimento>>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas. Abastecimento. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/usos-da-água/abastecimento>>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas. Quantidade de água. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-água/quantidade-da-água>>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 22^o Edition, In: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Scientific Research and Academic Publisher, 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA N^o 357 de 17 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. 23p. Brasília. 2005.

BUZELLI, G. M., CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do Reservatório de Barra Bonita, SP. In: Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v.8, n.1, p.186-205, 2013.

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.

CLIMATE-DATA. Clima: Juiz de Fora. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/location/5957/>>. Acesso em: 25 de agosto de 2019.

CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. Water Quality Index: Technical Report. In: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 2001a. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20(en).pdf)>. Acesso em 02 abril 2015.

CCME. Water Quality Index: User's Manual. In: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 2001b. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20(en).pdf)>. Acesso em 02 abril 2015.

DÉSTRO, G. F. G.; CAMPOS, S. SIG-SPRING na caracterização do uso dos solos a partir de imagens do satélite CBERS. Engenharia Agrícola, 21(4):28-35 (2006).

ESTEVEES, F. A.; MARINHO, C. C. Carbono inorgânico. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. Cap. 12, p. 209-238.

Filgueiras, A.V.; Lavilla, I.; Bendicho, C. 2004. Evaluation of distribution, mobility and binding behaviour of heavy metals in surficial sediments of Louro River (Galicia, Spain) using chemometric analysis: a case study. *Science of the Total Environment*, 330: 115–129.

Förstner, U. 1987. Changes in metal mobilities in aquatic and terrestrial cycles. In: *Metals speciation, separation and recovery*. Ed. Patterson, J. W. & Pasino, R., Lewis Publishers, Chelsea, 3-26.

IBGE Cidades. Estimativa da população de Juiz de Fora em 2014. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estações Automáticas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 29 de junho de 2019.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

Libânio M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3a edição. Brasil: Editora Átomo, 2010. p. 496

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG no 01, de 05 de Maio de 2008. 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.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 016, de 24 de setembro de 1996. Dispõe sobre enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais – COPAM, Belo Horizonte, MG. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=113>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

_____. Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH (MG) nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

NOZAKI, C. T., MARCONDES, M. A., LOPES, F. A., SANTOS, K. F., LARIZZATTI, P.S.C. Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. *Atas de Saúde Ambiental – ASA*. São Paulo, v.2, n.1, p.29-44, Jan-Abr. 2014.

Peres, SANTOS, J. M. B. Análise da qualidade e quantidade de água do ribeirão Espírito Santo. 2016.

JUIZ DE FORA. Prefeitura de Juiz de Fora. Plano Diretor de Juiz de Fora. 2000. Disponível em: < <http://www.pjf.mg.gov.br/pddu/index.htm>>. Acesso em: 21 de julho de 2019.

SOUZA, J. R., de MORAES, M. E. B., SONODA, S. L., & Santos, H. C. R. G. (2014). A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. REDE-Revista Eletrônica do Prodepa, 8(01).

VALENTE, J. P. S., PADILHA, P. M., SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. In: Eclética Química. Fundação Editora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, v. 22, p. 49-66, 1997. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/27643>. Acesso em 18 de julho de 2019.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. Vol. 1. 3^o ed. 452p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. A Report about health. Disponível em: < <https://www.who.int/>>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

ZORZIN, F. M., OGATA, F. S., MASCARENHAS, F. A. N., ORSINE, J. V. C., SANTANNA, L. M., RICARDI, L. M., ASSIS, M. S., BITTENCOURT, M. L. S. A., RAMALHO, W. M., CARNEIRO, F. F. Análise da qualidade da água do ribeirão Sobradinho – contaminação ambiental e qualidade de vida. In: SABESP. Norma Técnica Interna.

ANEXO – TABELA COM OS DADOS DAS COLETAS.

		COLETAS								
		1	2	3	4					
		Data: 24/09/2018		Data: 11/04/2019		Data: 09/05/2019		Data: 06/06/2019		
Equipamento	Parâmetros	Unidades	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
Sonda YSI	Temperatura	°C	19,8	19,8	21,1	21,2	19,7	19,9	16,6	16,6
	Pressão	mmHg	701,7	703,6	702,4	704,6	704,3	705,8	707,2	709,4
	Do	%	92,1	70,4	75,2	68	71	63,7	66,5	54
	OD	mg/L	8,41	6,4	6,71	6,03	6,5	5,79	6,5	53,3
	SPC	Usl/cm	52,4	113,3	46,5	224,5	42	247,8	32,8	261,7
	CE (Condutiv)	Usl/cm	47,2	101,9	43	208,3	37,7	224	27,6	219,4
	Rtm(Verificar)	UO.Cm	0	0	0	0	0	0	0	0
	TDS	mg/L	33,8	73,45	29,9	145,6	27,3	161,2	21,45	170,3
	SAL	PPT	0,02	0,05	0,02	0,11	0,02	0,12	0,01	0,12
	Ph		6,66	6,73	6,97	6,87	6,77	6,99	7,16	7,16
PHmv	mV	-13,9	-17,7	-31,3	-25,7	-20	-32,6	-41,9	-42,2	
ORP	mV	-116,9	-131,7	65	37,9	16	-1	93	13,3	
Turbidímetro	Turbidez	NTU	2,9	10,2	8,88	8,18	12,46	17,57	8,05	6,38
LAQUA	DOO	mg/LDOO	15,9	26,2	14,19	34,73	26,79	54,11	19,62	38,81