



**MARCELA LINS**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VERMELHO, LAVRAS-MG**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**MARCELA LINS**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
VERMELHO, LAVRAS-MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Marcelo Ribeiro Viola  
Orientador

MSc. Jhones da Silva Amorim  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2019**

**MARCELA LINS**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO  
VERMELHO, LAVRAS-MG**

**WATER QUALITY INDEX IN THE RIBEIRÃO VERMELHO HYDROGRAPHIC  
BASIN, LAVRAS-MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr. Marcelo Ribeiro Viola UFLA  
MSc. Jhones da Silva Amorim UFLA  
MSc. Rubens Junqueira UFLA  
BSc. Jefferson Azára Cardoso UFLA

Prof. Dr. Marcelo Ribeiro Viola  
Orientador

MSc. Jhones da Silva Amorim  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2019**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade, estrutura e suporte.

Ao orientador Dr. Marcelo Ribeiro Viola, pelos ensinamentos e constante orientação.

Ao Rafael, pela oportunidade de iniciar este trabalho.

Aos doutorandos Jhones e Rubens por toda a paciência, orientação e colaboração para que este trabalho acontecesse.

Aos alunos de iniciação científica que contribuíram com as atividades de campo e laboratório.

Aos membros da banca pela disponibilidade e interesse em contribuir para o melhoramento deste trabalho.

Aos meus pais, Cristina e Augusto, por acreditarem em mim, e sempre me incentivarem.

À minha família por todo apoio e carinho.

Aos meus amigos, em principal Paulo e João Victor que são grandes pessoas e que mesmo passando por suas próprias dificuldades encontram uma forma de ajudar o próximo.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

O Ribeirão Vermelho é um importante curso d'água localizado no município de Lavras MG e sua água é utilizada à proteção das comunidades aquáticas; à dessedentação animal e à pesca amadora tornando importante o monitoramento e entendimento da dinâmica qualitativa e quantitativa nessa bacia hidrográfica. Visando um monitoramento deste corpo d'água, foram feitas análises para avaliar a qualidade da água, segundo o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Diante disso, o objetivo deste estudo é classificar a qualidade da água do Ribeirão Vermelho por meio do IQA proposto pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas. A campanha de coleta foi realizada de novembro/2018 a novembro/2019 com frequência mensal e quinzenal para os períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente. Após cada coleta as amostras eram encaminhadas para análises laboratoriais sendo avaliadas os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH); turbidez; temperatura; nitrato; fosfato; oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes termotolerantes. Para auxiliar no entendimento do comportamento dos parâmetros de qualidade foi realizada uma análise ambiental mais completa, considerando as características físicas da bacia hidrográfica, como classes de solo e o uso e ocupação da terra, e os resultados comparados com a legislação vigente. Observou-se nos resultados que os coliformes termotolerantes é a variável mais preocupante ao comparar com valores que a resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece, porém não é o único, nitrato, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio e fosfato também não atenderam a norma em pelo menos uma das análises. Os valores de IQA variaram entre 19,6 e 55,5, sendo a escala deste de 0 a 100. O valor médio de IQA das análises foi de 39,37, classificando a água como “ruim”. Concluiu-se que a qualidade da água é inferior à da classe 2, em que o corpo d'água se encontra, não atendendo assim a maioria das resoluções do CONAMA nº 357/2005.

**Palavra-chave:** Gestão dos recursos hídricos; Caracterização Ambiental; Classes de Solos; Uso do Solo.

## ABSTRACT

Ribeirão Vermelho is an important watercourse located in the city of Lavras MG and its water is used for the protection of aquatic communities; to animal desedentation and amateur fishing making it important to monitor and understand the qualitative and quantitative dynamics in this watershed. In order to monitor this body of water, analyzes were made to assess water quality, according to the Water Quality Index (WQI). Given this, the objective of this study is to classify the water quality of Ribeirão Vermelho through the WQI proposed by the Minas Gerais Institute of Water Management. The collection campaign was carried out from November / 2018 to November / 2019 with monthly and biweekly frequency for the dry and rainy periods, respectively. After each collection, the samples were sent for laboratory analysis and the following parameters were evaluated: hydrogen potential (pH); turbidity; temperature; nitrate; phosphate; dissolved oxygen (DO); biochemical oxygen demand (BOD) and thermotolerant coliforms. To help understand the behavior of quality parameters, a more complete environmental analysis was performed, considering the physical characteristics of the watershed, such as soil classes and land use and occupation, and the results compared with current legislation. It was observed in the results that the thermotolerant coliforms is the most worrying variable when comparing with values established by CONAMA Resolution n° 357/2005, but it is not the only one, nitrate, pH, dissolved oxygen, turbidity, biochemical oxygen demand and phosphate. did not meet the standard in at least one of the analyzes. IQA values ranged from 19.6 to 55.5, with its scale ranging from 0 to 100. The average IQA value of the analyzes was 39.37, classifying water as “bad”. It was concluded that the water quality is lower than the class 2, where the body of water is, not meeting the majority of CONAMA n° resolutions 357/2005.

**Keywords:** Water resources management; Environmental characterization; Soil classes; Use of the soil.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Localização da área de estudo .....                                   | 18 |
| Figura 2 - Mapa de MDE para a bacia hidrográfica .....                           | 19 |
| Figura 3 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.....   | 20 |
| Figura 4 - Mapa de tipos de solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho..... | 20 |
| Figura 5 - Mapa de usos do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho ..... | 21 |
| Gráfico 1 - Variabilidade do pH nas análises .....                               | 25 |
| Gráfico 2 - Variabilidade da temperatura nas análises .....                      | 25 |
| Gráfico 3 – Variabilidade do nitrato nas análises.....                           | 26 |
| Gráfico 4 - Variabilidade dos sólidos totais nas análises .....                  | 27 |
| Gráfico 5 - Variabilidade do coliforme termotolerante nas análises .....         | 27 |
| Gráfico 6 – Variabilidade de OD nas análises.....                                | 28 |
| Gráfico 7 – Variabilidade de turbidez nas análises .....                         | 28 |
| Gráfico 8 – Variabilidade de vazão nas análises .....                            | 29 |
| Gráfico 9 – Variabilidade de DBO5 nas análises .....                             | 29 |
| Gráfico 10 – Variabilidade de fosfato nas análises .....                         | 30 |
| Gráfico 11 – Resultados das análises de IQA.....                                 | 31 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                       | <b>11</b> |
| <b>2.1 Recursos Hídricos .....</b>                       | <b>11</b> |
| <b>2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA) .....</b>       | <b>13</b> |
| <b>2.3 Monitoramento da Qualidade da Água .....</b>      | <b>13</b> |
| <b>2.3.1 Coliformes Termotolerantes .....</b>            | <b>13</b> |
| <b>2.3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.3.3 Fosfato .....</b>                               | <b>14</b> |
| <b>2.3.4 Nitrato.....</b>                                | <b>15</b> |
| <b>2.3.5 Potencial Hidrogeniônico .....</b>              | <b>15</b> |
| <b>2.3.6 Temperatura .....</b>                           | <b>16</b> |
| <b>2.3.7 Oxigênio Dissolvido .....</b>                   | <b>16</b> |
| <b>2.3.8 Turbidez .....</b>                              | <b>17</b> |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                        | <b>18</b> |
| <b>3.1 Localização da área de estudo .....</b>           | <b>18</b> |
| <b>3.2 Caracterização da área .....</b>                  | <b>19</b> |
| <b>3.3 Análises laboratoriais e cálculo do IQA .....</b> | <b>21</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                    | <b>25</b> |
| <b>4.1 Parâmetros de Qualidade da Água .....</b>         | <b>25</b> |
| <b>4.2 Índice de Qualidade de Água.....</b>              | <b>30</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>                                  | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                 | <b>33</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A água é necessidade primordial para a vida, sendo um recurso natural indispensável ao ser humano e aos demais seres vivos, apresentando influência direta na manutenção da vida, saúde e bem-estar do homem e no desenvolvimento das populações (SCURACCHIO, 2010). Diante disso, criou-se uma preocupação acerca da preservação dos cursos d'água e das bacias hidrográficas, especialmente em locais com maior escassez de água. Com isso, a qualidade de água de cursos naturais tem se tornado objetivo de estudos e pesquisas para o monitoramento e a preservação dos rios e todo nosso ecossistema.

Segundo Tundisi (2008), a grande disponibilidade de água em certas regiões do Brasil pode ser considerada um recurso natural a ser utilizado para o desenvolvimento econômico regional, estímulo à economia e promoção de alternativas adequadas para o desenvolvimento, baseadas no ciclo hidrossocial. A revitalização de rios, lagos e represas em muitas regiões do Brasil, especialmente no Sudeste, pode também promover estímulos econômicos e recuperar o ciclo hidrossocial. Nessas regiões impactadas do Sudeste, a revitalização pode promover geração de emprego e renda e gerar uma indústria de novas tecnologias para gestão (TUNDISI, 2008).

Para um curso d'água apresentar-se com uma boa qualidade não é suficiente apenas a preservação do curso d'água principal e de suas matas ciliares, mas sim de toda a bacia. Diversos fatores influenciam na qualidade da água, como a ocupação do solo, lançamento de efluentes, crescimento populacional, uso excessivo de agrotóxicos, compactação do solo, entre outros. A qualidade da água é o reflexo do que ocorre em toda área de da bacia e abrange parâmetros físicos, químicos e climáticos.

Algumas atividades antrópicas estão relacionadas diretamente com a qualidade da água de uma bacia hidrográfica, dentre as quais podem citar-se o lançamento de efluentes que, dependendo do tipo, podem afetar os cursos d'água de diferentes maneiras. De acordo com Merten et al. (2002), os efluentes domésticos são formados basicamente por nutrientes, contaminantes orgânicos e microrganismos, que podem ser patogênicos. A contaminação por efluentes industriais é decorrente das matérias-primas e dos processos industriais utilizados, podendo ser complexa, dependendo de sua origem, concentração e volume de resíduo produzido.

Devido aos impactos que causam aos recursos hídricos, que são os principais corpos receptores para esses efluentes gerados, a legislação ambiental tem estabelecido regras para o lançamento de efluentes industriais e a tendência é de existir um maior controle sobre esses

poluentes (MERTEN et al. 2002). A partir dos resultados obtidos nas análises de amostras de um corpo hídrico, o mesmo pode ser avaliado quanto à sua condição de qualidade.

A qualidade da água pode ser avaliada de diversas formas, uma delas é através do Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA sofreu algumas modificações desde que foi proposto e fora aplicado em um primeiro momento no Brasil pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 1975. Desde então o IQA vem sendo utilizado em diversos estados do Brasil, como acontece em Minas Gerais que tem metodologia própria de cálculo proposto pelo IGAM.

Segundo CETESB, o índice consiste de um produto envolvendo diversas variáveis de qualidade da água com diferentes pesos associado aos mesmos. O resultado obtido por meio do IQA é utilizado para classificar a qualidade da água desde muito ruim à excelente e sua principal vantagem é facilitar a publicação ao público em geral, de maneira clara e objetiva, as condições de determinado curso d'água. As variáveis utilizadas no cálculo do IQA, segundo metodologia IGAM, são pH, temperatura, turbidez, sólidos totais, coliformes totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato e fosfato.

Diante do supracitado, objetivou-se por meio desta pesquisa analisar a qualidade do curso d'água do Ribeirão Vermelho, afluente do Rio Grande, localizado em Lavras-MG no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com o IQA proposto pelo IGAM.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Recursos Hídricos

O Brasil detém cerca de 12% da água doce superficial disponível no Planeta e 28% da disponibilidade nas Américas. Possui ainda, o Aquífero Guarani, a maior reserva de água doce subterrânea que tem 1,2 milhão de quilômetros quadrados. Mesmo Possuindo tal riqueza, nossas águas tem distribuição geográfica superficial e subterrânea bastante irregular. A região Norte, com 8,3% da população, dispõe de 78% da água do País, enquanto o Nordeste, com 27,8% da população, tem 3,3% (SILVA, 2019).

Mesmo a água sendo considerada recurso abundante, existem áreas com índices pluviométricos pequenos, a ponto de se tornar um recurso limitado às necessidades do homem e da natureza. Normalmente, a sua escassez é mais grave em regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada, provocando a deterioração da qualidade das águas disponíveis, devido ao lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes além do crescimento populacional (MOITA; CUDO, 1991; DONADIO et al, 2005).

A ocorrência do ciclo hidrológico pode ser separada em duas fases: terrestre e atmosférica. A primeira destaca-se como sendo a de maior interesse uma vez que é onde ocorre maior interferência antrópica e devem ser aplicadas medidas intervencionistas devem ser aplicadas. O elemento fundamental de análise da fase terrestre do ciclo hidrológico é a bacia hidrográfica.

A precipitação pode ser considerada como a entrada de água na bacia hidrográfica e após a sua ocorrência a lâmina precipitada pode seguir os seguintes caminhos: parte é interceptada pela vegetação, parte evaporando e voltando à atmosfera e parte escoando pela vegetação; parte escoando superficialmente formando as enxurradas que através dos trechos de água abandonam rapidamente a bacia; outra parte se infiltra no solo, com uma fração temporariamente retida nos espaços porosos; outra parcela sendo absorvida pelas plantas ou evaporando-se do solo e a outra alimentando os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo, essa região saturada pode estar próxima à superfície ou a grandes profundidades e a água ali presente pode estar ou não sob pressão (LOUREIRO, 1983).

Bacia hidrográfica, dentre diversas definições, pode ser entendida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seção de controle (TUCCI, 1997).

Uma microbacia pode ter sua qualidade de água influenciada de várias formas, tais como: o clima; a cobertura vegetal; a topografia; e a geologia, abrangendo neste aspecto o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (PEREIRA, 1997; VAZHEMIN, 1972). A qualidade da água de um local pode ser influenciada processos naturais como: intensidade das precipitações; intemperismo e cobertura vegetal, podendo também ter influência antrópica como: agricultura; concentração urbana e atividade industrial. Como exemplo, pode-se citar também a exploração incorreta do solo pela agropecuária, fonte representativa de poluição difusa constante ao longo de todo o ano; enquanto que o escoamento superficial é um fenômeno sazonal, extremamente afetado pelas condições climáticas da bacia (VEGA et al., 1998).

A ocupação e o uso dos solos decorrentes de atividades humanas podem alterar os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Essas alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica devem ser analisadas pelo do monitoramento da qualidade das águas superficiais (MONTEIRO; PINHEIRO, 2004).

A qualidade da água muitas vezes pode ser comprometida pela contaminação por esgotos domésticos, que é lançado em sua maior parte sem o tratamento adequado, trazendo consequências como o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica, como cólera, diarreia, amebíase e esquistossomose. Essa preocupação, toma proporções maiores em regiões onde é maior a pobreza, e a precariedade de saneamento básico (FREITAS, 1999).

Segundo Tucci (2008), um ciclo de contaminação tem sido desenvolvido pelo ambiente urbano e seu crescimento, causado pelos efluentes gerados pela população urbana, que vão desde esgoto doméstico/industrial à esgoto pluvial. Esse processo ocorre em razão de:

- despejo dos esgotos sanitários nos rios, sem tratamento, contaminando este sistema hídrico;
- Transporte de grande quantidade de poluição orgânica e de metais que atingem os rios nos períodos chuvosos pelo esgoto pluvial;
- Contaminação das águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos, por meio das fossas sépticas, vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, entre outros;
- Depósitos de resíduos sólidos urbanos, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas, sendo uma fonte permanente de contaminação;
- Ocupação do solo urbano sem controle do seu impacto sobre o sistema hídrico.

Ao passar do tempo, locais que possuem abastecimento passam a reduzir a qualidade da sua água ou a precisar de mais tratamento químico para a utilização destas águas para consumo humano. Assim, mesmo que exista uma boa cobertura do abastecimento de água no Brasil, a

mesma pode ficar comprometida se medidas de controle do ciclo de contaminação não acontecerem (TUCCI, 2008).

## **2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA)**

A Qualidade da água pode ser representada a partir de diversos parâmetros, que traduzem principalmente as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) o IQA é o principal indicador qualitativo usado no país. Os resultados encontrados no cálculo do IQA devem ser analisados sempre em comparação com o uso da água. Um valor de IQA baixo mostra a má qualidade da água para abastecimento, porém esta água ainda pode ter outros usos menos exigentes, como geração de energia e navegação (ANA, 2019). O IQA reflete os resultados de 9 parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais).

## **2.3 Monitoramento da Qualidade da Água**

O monitoramento da qualidade da água é um importante instrumento de gestão, possibilita a tomada de decisão por parte de órgãos ambientais, permite a classificação dos corpos d'água quanto a sua qualidade. Em um monitoramento ambiental as principais variáveis monitoradas são: pH, turbidez, sólidos totais, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, cloreto, nitrato e fosfato.

### **2.3.1 Coliformes Termotolerantes**

Segundo a CETESB (2019), determina-se como micro-organismos do grupo coliforme, aqueles capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, tendo maior representatividade as bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* e o micro-organismo *Escherichia coli* e, que vem diretamente de fezes de humanos, pássaros e mamíferos e quase nunca é encontrado em solos que não tenham contaminação fecal. Os demais gêneros aparecem em águas que possuem elevados teores de matéria orgânica, como exemplo, efluentes industriais, material vegetal e solo em processo de decomposição (CETESB, 2019).

É determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) que para águas de classe 2, com exceção do uso para recreação, não deve exceder-se um limite de 1000

coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

### **2.3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A quantidade de oxigênio que uma água demanda para oxidar a matéria orgânica através de decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável é definida pela CETESB (2019) como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). De maneira mais objetiva, a DBO é considerada a quantidade de oxigênio consumida em determinada amostra incubada em uma temperatura de incubação específica, normalmente 20°C, durante um período predeterminado, comumente 5 dias. Nessas condições de análise, o resultado obtido é nomeado DBO<sub>5,20</sub> (CETESB, 2019).

O lançamento de efluentes com origem orgânica é o principal responsável por elevados valores de DBO nos cursos d'água. Em situações na qual a carga poluidora lançada é muito elevada, pode ocorrer condição de anaerobiose, ou seja, esgotamento do oxigênio presente na água, causando assim a morte de peixes e outros seres vivos presentes na água. O alto valor de DBO pode mostrar um incremento da microflora existente e interferir no equilíbrio da vida aquática, como pode produzir sabores e odores desagradáveis ou até mesmo obstruir filtros de areia que sejam utilizados no tratamento desta água (CETESB, 2019).

Na visão de Von Sperling (2005), altos valores de DBO<sub>5,20</sub> estão diretamente ligados a concentração de oxigênio dissolvido, prejudicando a vida de animais existentes no local, a variação do estado trófico, a atividade aeróbica aquática, entre outros. Segundo a resolução do CONAMA nº357/2005 os valores de DBO<sub>5,20</sub> para águas classe 2 devem ser de até 5mg/L.

### **2.3.3 Fosfato**

O fosfato é uma forma dentre as quais o fósforo se apresenta na natureza. Este apresenta-se na água, sendo em sua maioria vindo de efluentes domésticos lançados sem o devido tratamento em corpos d'água (CETESB, 2019). Segundo Von Sperling (2005) o fosfato pode estar ligado a formas naturais e antropogênicas, tendo como origem desde dissolução dos solos, decomposição de matéria orgânica, eutrofização, até despejos tanto domésticos como industriais. A resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) não estabelece valores para fosfato, mas define concentração de 0,03 mg/L de fósforo total para ambientes lótico e 0,050mg/L em ambientes intermediários (BRASIL, 2005).

### 2.3.4 Nitrato

Segundo CETESB (2016) uma fonte importante de nitrogênio é a atmosfera, que devido a vários mecanismos como o da biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes em corpos hídricos, que absorvem o nitrogênio atmosférico, aumentando assim os níveis de nitrogênio presente nas águas. A fixação química, reação dependente de luz, é também uma fonte de nitrogênio, tanto em forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) nas águas, pois a chuva transporta esses compostos. Em regiões agrícolas o escoamento pluvial pode ser rico em várias formas de nitrogênio, por causa dos fertilizantes utilizados (CETESB, 2016; MENEZES, 2016).

O nitrogênio é um elemento muito importante no metabolismo do ecossistema aquático, sendo capaz de agir como fator limitante na produção primária quando presente em baixas concentrações, além disso, o nitrogênio atua como fator preponderante na eutrofização de sistemas aquáticos, tendo semelhança com o fósforo nesse meio (DE ASSIS ESTEVES, 1998).

De acordo com a resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL,2005) águas de classe 2 devem ter a concentração máxima de 10mg/L de nitrato (BRASIL, 2005).

### 2.3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é importante para estudos de saneamento ambiental, pois ele influencia em vários equilíbrios químicos e processos unitários de tratamento de água. Sua influência sobre o ecossistema aquático está ligada a seus efeitos na fisiologia das espécies, seu poder de precipitação de metais pesados e sobre a solubilidade de nutrientes. Por isso, há uma faixa de pH para diversas classes. Os critérios de proteção à vida aquática estabelecem o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2019). Valor este que é recomendado pela resolução CONAMA 375/2005 (BRASIL, 2005) que em águas doces classe 2.

O pH é um parâmetro que influencia diretamente nos tratamentos biológicos de esgoto. Quanto mais próximo da neutralidade, maior a formação de um ecossistema diversificado, tendo assim um tratamento mais estável, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios (CETESB, 2019).

Segundo Von Sperling (2005) o pH pode ser influenciado por sais minerais e pela temperatura, a sua falta de neutralidade pode afetar o crescimento de microrganismos, e seus valores elevados podem estar ligados à proliferação de algas.

### 2.3.6 Temperatura

De acordo com a CETESB (2019) faz parte do regime climático normal e de corpos d'água naturais a variação de temperatura. A temperatura superficial depende de fatores como: latitude; altitude; estação do ano; período do dia; taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água na maioria das vezes é causada por despejos industriais e usinas termoelétricas (CETESB, 2019).

A temperatura é fundamental para o meio aquático, influenciando uma série de variáveis físico-químicas. À medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a tensão superficial, o calor específico, a compressibilidade, viscosidade, a constante de ionização e o calor latente diminuem, ao mesmo tempo que a pressão de vapor e a condutividade térmica aumentam. Existem limites de tolerância de temperatura para organismos aquáticos, temperaturas ótimas para o crescimento e limitação de temperatura para desova, incubação do ovo e migração (CETESB, 2019).

Segundo Von Sperling, (2005), elevações na temperatura aumentam a taxa de reações físicas, químicas e biológicas, diminui a solubilidade dos gases e aumenta a taxa de transferência dos mesmos, podendo assim, gerar mau cheiro.

### 2.3.7 Oxigênio Dissolvido

Segundo a CETESB (2016) por causa da diferença de pressão parcial, o oxigênio se dissolve em águas naturais, sendo taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido nas águas proporcional a velocidade em que os corpos d'água possuem. A fotossíntese de algas é uma fonte de oxigênio, porém não é muito significativa à jusante de lançamento de efluentes sem o tratamento devido, pois a turbidez impede a penetração da luz, assim impossibilitando a realização de fotossíntese (CETESB, 2019).

O oxigênio dissolvido é um bom indicador de que se ocorreram ou não processos de autodepuração em um sistema aquático natural ou em uma estação de tratamento, sendo a DBO o indicativo de quanto o meio aquático necessita de oxigênio para este processo. Através da concentração de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. A quantidade de oxigênio dissolvido mostra a capacidade de um corpo d'água de manter a vida aquática (CETESB, 2019). Segundo Sperling (2005) há uma relação entre o oxigênio dissolvido e às trocas gasosas entre água e ar e à fotossíntese de organismos (SPERLING, 2005).

A resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece para águas classe dois valores abaixo de 5mg/L de oxigênio dissolvido são maléficos aos organismos.

### **2.3.8 Turbidez**

O grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água é definida como turbidez dessa amostra (CETESB, 2016). Essa atenuação é resultado dos processos de absorção e espalhamento devido aos materiais presentes na água, dentre os quais podemos destacar os sólidos em suspensão, que podem ser de origem inorgânica (areia, silte, argila) ou orgânica (algas, bactérias, plânctons, etc).

A origem de turbidez pode ser natural, vinda de partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos ou antropogênica, vinda esta de despejos domésticos e industriais ou gases dissolvidos. Não representa risco à saúde, porém valores especialmente elevados podem indicar a presença de substâncias potencialmente perigosas (SPERLING, 2005). Algumas manobras operacionais podem ser tomadas para evitar que isso ocorra, tais como um melhor planejamento do uso e ocupação do solo e controle do deslizamento de encostas, atuando no controle do processo erosivo, e alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, já nas Estações de Tratamento de Águas (ETA). Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Segundo CETESB (2016) efluentes industriais e os esgotos domésticos provocam elevações na turbidez das águas, pode ser exemplificado pelas atividades de mineração, que geram um aumento excessivo na turbidez, formando assim grandes bancos de lodo em rios e alteração de seus ecossistemas aquáticos. A alta turbidez diminui a fotossíntese de vegetação presente no meio aquático, podendo assim, suprimir a produtividade de peixes, sendo assim, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Esta também afeta adversamente os usos industrial, doméstico e recreacional de uma água (CETESB, 2016).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

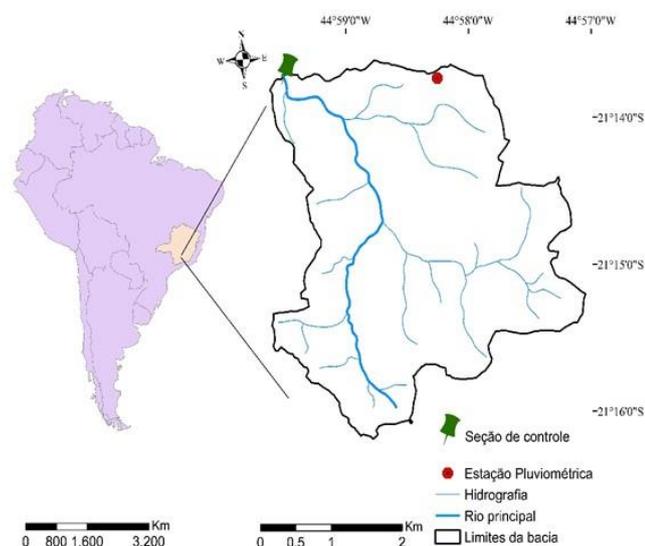
A caracterização ambiental foi realizada a partir de informações referentes às classes de solo, clima, vegetação, geologia e relevo a partir de banco de dados disponíveis na própria instituição (UFLA) ou em plataformas de instituições de pesquisa no Brasil com o auxílio do software ArcGIS. 9.1®.

#### 3.1 Localização da área de estudo

O trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (Figura 1) que tem como seção de controle o ponto situado nas coordenadas de latitude  $21^{\circ}13'43.45''\text{S}$ , longitude  $44^{\circ}59'29.78''\text{W}$  e altitude 844 metros. Localizada no campus da Universidade Federal de Lavras na região campo das vertentes do estado de Minas Gerais, a área tem aproximadamente  $13,38 \text{ km}^2$ . O clima da região segundo a classificação de Koppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (DANTAS et al, 2007).

De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média anual do ar é em torno de  $20,3^{\circ}\text{C}$  e a precipitação média anual no município é superior a 1460 mm por ano, porém nos últimos anos, devido às mudanças climáticas, a região tem enfrentado secas extremas (MANTOVANI et al., 2018)

Figura 1 - Localização da área de estudo



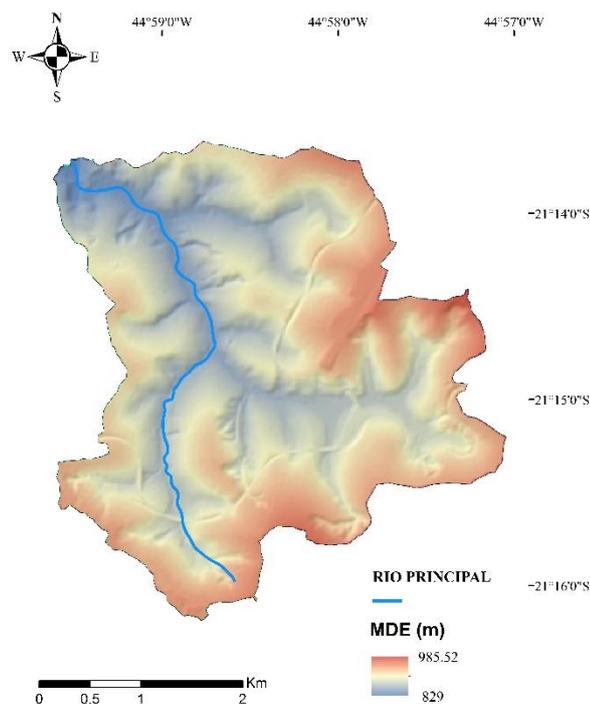
Fonte: Mantovani et al. (2018).

### 3.2 Caracterização da área

As características físico-ambientais da área de estudo podem ser observadas na Figura 2. O modelo digital de elevação (MDE) foi elaborado a partir de curvas de nível com espaçamentos de 10 m e apresentou variação na altitude que vão de 829 m a pouco mais de 985m (Figura 2). A maior parte da área de estudo apresentou declividade entre 10 e 20% (Figura 3) com relevo mais acidentado (20 a 40%) nas partes próximas ao talude do curso d'água. Foram identificadas poucas áreas com declividade muito elevada (maior que 40%) e as regiões mais planas estão localizadas nas áreas onde a rede de drenagem é formada.

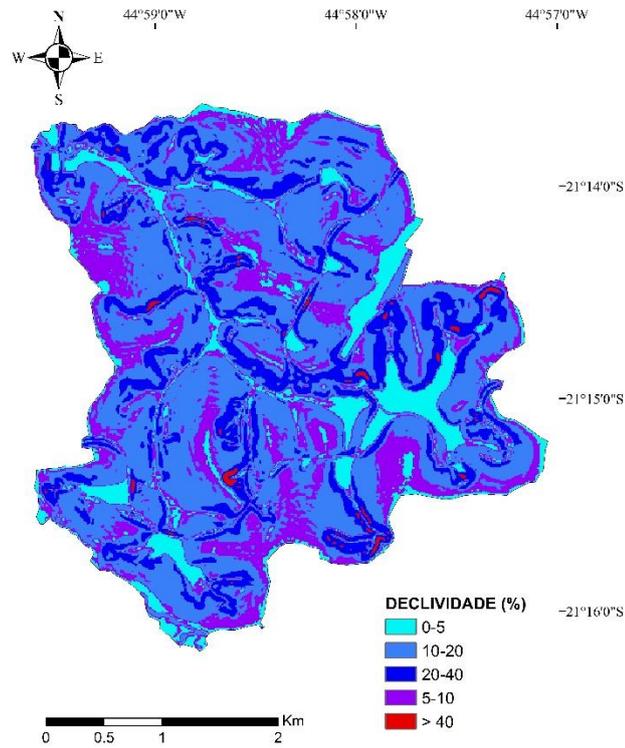
O solo da área de estudo tem em sua predominância cambissolo+argissolo, sendo em áreas mais aproximadas do curso d'água, cambissolo, e mais afastadas e com altitude maior, latossolo (Figura 4). De acordo com a Figura 5, a margem esquerda do curso d'água principal é composta quase que em sua totalidade por área urbanizada. As demais áreas da bacia são formadas por mosaico de pastagem (maior parcela), área agrícola, fragmentos florestais em quantidade relevante, algumas manchas de silvicultura (eucalipto) e solo exposto. Pela figura podemos observar que a cidade de Lavras está próxima ao curso d'água, podendo assim estar contribuindo para a degradação de sua qualidade.

Figura 2 - Mapa de MDE para a bacia hidrográfica



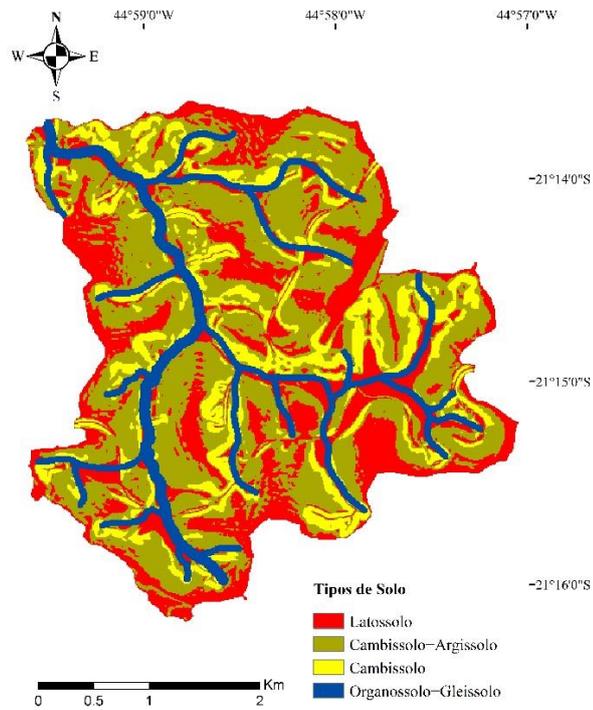
Fonte: Mantovani et al. (2018).

Figura 3 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.



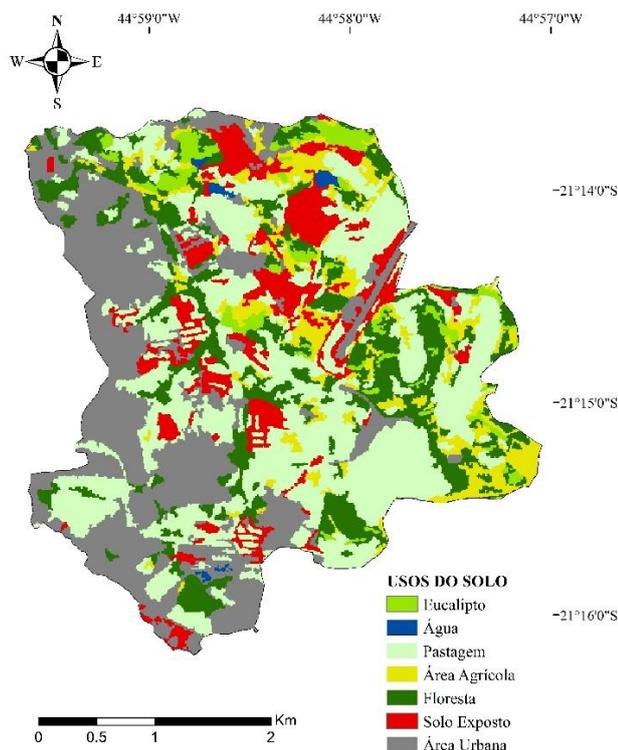
Fonte: Mantovani et al. (2018).

Figura 4 - Mapa de tipos de solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho



Fonte: Mantovani et al. (2018).

Figura 5 - Mapa de usos do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho



Fonte: Mantovani et al. (2018).

### 3.3 Análises laboratoriais e cálculo do IQA

As análises de qualidade de água foram realizadas no laboratório de hidrologia ambiental do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram monitoradas as seguintes variáveis: pH, turbidez, sólidos totais, condutividade elétrica, coliformes totais e termotolerantes, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, cloreto, nitrato e fosfato.

Os parâmetros de pH e temperatura da água foram medidos no local de coleta de forma direta, usando o aparelho WATERPROOF da marca HANNA. As amostras de água foram encaminhadas ao laboratório onde foram feitos o restante das análises.

As análises de Coliformes Totais (em NMP) e Termotolerantes (em NMP) seguiu-se a metodologia da APHA, com a fermentação em tubos múltiplos com três tubos de diluição.

A fim de obter a DBO de acordo com a norma ABNT NBR 12614-MAI/1992, foi utilizado o método de incubação de 5 dias a 20°C, para a realização desta análise foram incubadas as amostras em frascos exclusivamente utilizados para a DBO, à temperatura de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  no escuro durante cinco dias. Foram medidas as concentrações de oxigênio dissolvido no

primeiro e último dia, e por diferença, se obteve a demanda requerida pelos microrganismos para a oxidação da matéria orgânica presente na amostra.

A análise de OD foi realizada segundo a norma ABNT NBR 10559 - DEZ/1988. O método Iodométrico de Winkler, modificado pela azida sódica, é baseado na adição de manganês reduzido ( $Mn^{2+}$ ) e de uma solução contendo uma base ( $OH^-$ ), íons iodeto ( $I^-$ ) e azida ( $N_3^-$ ), o que produz um hidróxido gelatinoso de manganês II. Quando a amostra precipitar um produto branco no frasco, é porque não tem OD, porém quando está presente, o oxigênio dissolvido oxida rapidamente uma quantidade equivalente do precipitado de hidróxido de manganês

Os Sólidos Totais (mg/L) de uma amostra de água podem ser quantificados pelo método gravimétrico no qual a amostra é colocada em um cadinho previamente tarado, evaporada e seca até ter seu peso constante a uma temperatura de  $103^\circ$  a  $105^\circ C$ . O cadinho em questão é pesado anteriormente ao preenchimento com a amostra, e depois da estufa, a diferença da massa corresponde aos sólidos totais. A amostra pode ser filtrada em filtro seco e pesado, com poro de diâmetro  $\leq 1,2 \mu m$ , antes da evaporação. Neste caso, o material retido no filtro é seco a  $103$  a  $105^\circ C$ , enquanto o material filtrado é evaporado e seco a  $180^\circ C$ , para determinar os sólidos em suspensão e dissolvidos, respectivamente. Já a determinação dos sólidos fixos, e por diferença, os sólidos voláteis, utiliza-se qualquer uma das amostras acima (sólidos totais, em suspensão ou dissolvidos) calcinando a  $550^\circ C$ , posteriormente resfria-se e pesa. Esse procedimento é baseado na norma ABNT NBR 10664 - ABR/1989.

O método da A Turbidez (NTU) é baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será turbidez da amostra analisada.

Para o fosfato é utilizado o método colorimétrico quantifica-se o fosfato. Nesse procedimento o molibdato de amônio e o tartarato de antimônio e potássio reagem em meio ácido, com o ortofosfato presente na amostra para formar um ácido que é reduzido a pelo ácido ascórbico, produzindo uma cor azul intenso, de acordo com norma ABNT NBR 12772 - NOV/1992 -. Sendo analisado pela sonda da marca HANNA.

E também com o método colorimétrico segundo a norma ABNT NBR 13796 - ABR 1997, tem-se as concentrações de nitrato(mg/L) da água, esses valores estão baseados na reação Griess - Ilosvay, em que a redução do nitrato a nitrito é obtida com adição de sulfato de hidrazina à amostra.

Depois de todos os parâmetros aferidos, foi feito o cálculo do IQA pela calculadora disponibilizada no site do IGAM (IGAM, 2019).

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, o IQA foi criado baseado em uma pesquisa entre especialistas, que citaram 35 parâmetros inicialmente, e dentre eles escolheram 9 para serem medidos, levando em conta sua importância relativa. Foi elaborado uma curva de variação de qualidade para cada um destes 9 parâmetros, tendo estas notas de 0 a 100, dependendo assim da concentração e do valor do parâmetro no cálculo (PARANÁ, 2019).

As coletas foram realizadas com frequência quinzenal, no período chuvoso, e mensal, no período seco. Segue a Tabela 1 com valores de peso de cada parâmetro no cálculo do IQA.

Tabela 1 - Parâmetros IQA e seus respectivos pesos

| Parâmetro                                  | Peso – wi |
|--|-----------|
| OD- Oxigênio Dissolvido                    | 0,17      |
| Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)     | 0,15      |
| pH   | 0,12      |
| DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) | 0,1       |
| Nitrato (mg/L)                             | 0,1       |
| Fosfato Total (mg/L)                       | 0,1       |
| Temperatura (°C)                           | 0,1       |
| Turbidez (UNT)                             | 0,08      |
| Sólidos Totais (mg/L)                      | 0,08      |

Fonte: IGAM (2019).

Segundo IGAM (2019), as metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Neste trabalho, adotou-se o IQA multiplicativo, que é calculado pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

wi = peso do parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Ao calcular o IQA são consideradas algumas variáveis, na ausência de valores do parâmetro oxigênio dissolvido e/ou coliformes termotolerantes, o sistema não faz o cálculo. Já na ausência dos demais parâmetros, o mesmo redefine os pesos correspondentes, tendo assim resultado final com o peso do parâmetro ausente repartido igualmente dentre os demais parâmetros. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme a Tabela 2 (IGAM, 2019).

Na Tabela 2 apresenta-se o índice de classificação de qualidade da água de acordo com o IQA.

Tabela 2 - Classificação IQA

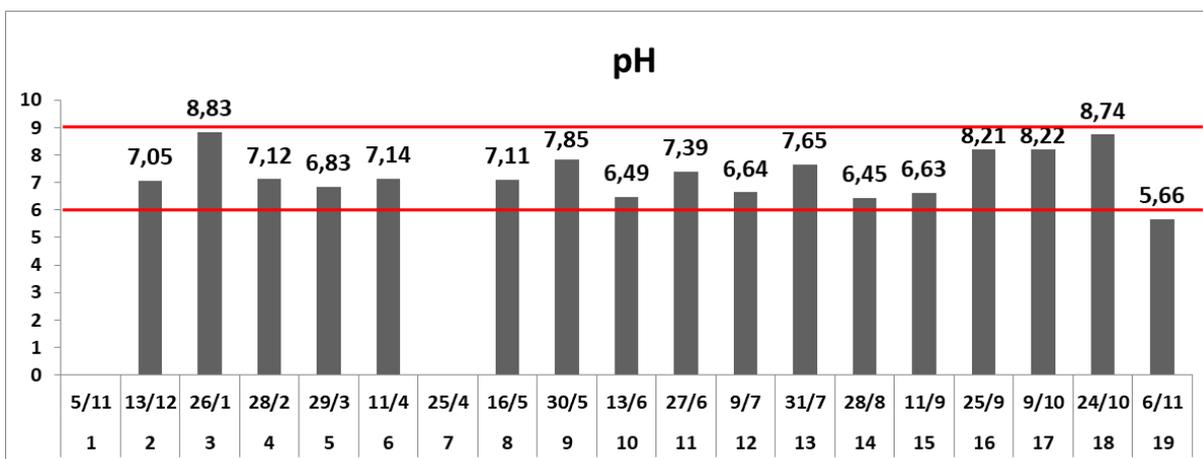
| <b>Classificação</b> | <b>Faixa de IQA</b> | <b>Faixa</b>               |
|----------------------|---------------------|----------------------------|
| Excelente            |                     | $90 < \text{IQA} \leq 100$ |
| Bom                  |                     | $70 < \text{IQA} \leq 90$  |
| Médio                |                     | $50 < \text{IQA} \leq 70$  |
| Ruim                 |                     | $25 < \text{IQA} \leq 50$  |
| Muito Ruim           |                     | $0 < \text{IQA} \leq 25$   |

Fonte: IGAM (2012) e CETESB (2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros de Qualidade da Água

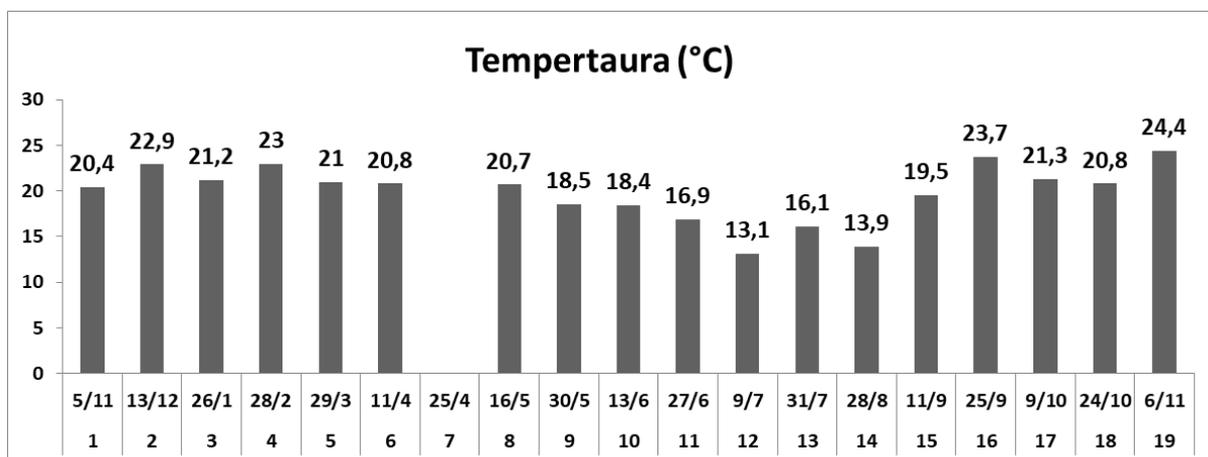
Gráfico 1 - Variabilidade do pH nas análises



Fonte: Do autor (2019).

Como apresentado no gráfico 1 o pH variou de 5,66 a 8,83, sendo a coleta do dia 6/11/19 a única que não atende a resolução do CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) que adota os valores de pH entre 6 e 9, como mostrado no gráfico 1, para águas classe 2. O pH deste dia pode ter sido influenciado pela temperatura, que foi a maior de toda o período de monitoramento. Segundo Silva et al. (2008) o pH é influenciado pela temperatura da água, levando em conta que quanto maior a temperatura menor o pH e maior a DBO. Quando a DBO está alta e o pH baixo, ocorre a biodegradação, liberando ácidos orgânicos e gás carbônico diminuindo assim o pH do meio.

Gráfico 2 - Variabilidade da temperatura nas análises



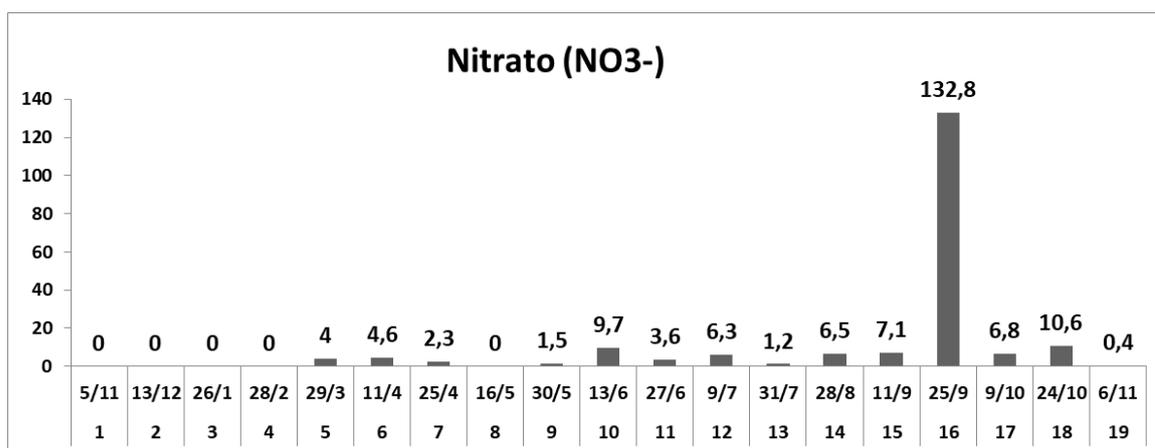
Fonte: Do autor (2019).

A temperatura variou de 13,1 a 24,4°C, acompanhando assim as sazonalidades. Os corpos de água naturais apresentam variações de temperaturas sazonais em razão do regime climático normal (OLIVEIRA, 2008). Locais que recebem despejos orgânicos decorrentes de esgoto sanitário demonstraram tendência de elevação da temperatura (MENEZES, 2016).

Segundo Maier (1987) o aumento no teor de matéria orgânica leva a queda de oxigênio dissolvido, a diminuição do pH e o aumento da temperatura (MAIER, 1987). Sendo o Ribeirão Vermelho um curso d'água próximo a área urbana, podem existir lançamentos de efluentes com alto valor de matéria orgânica.

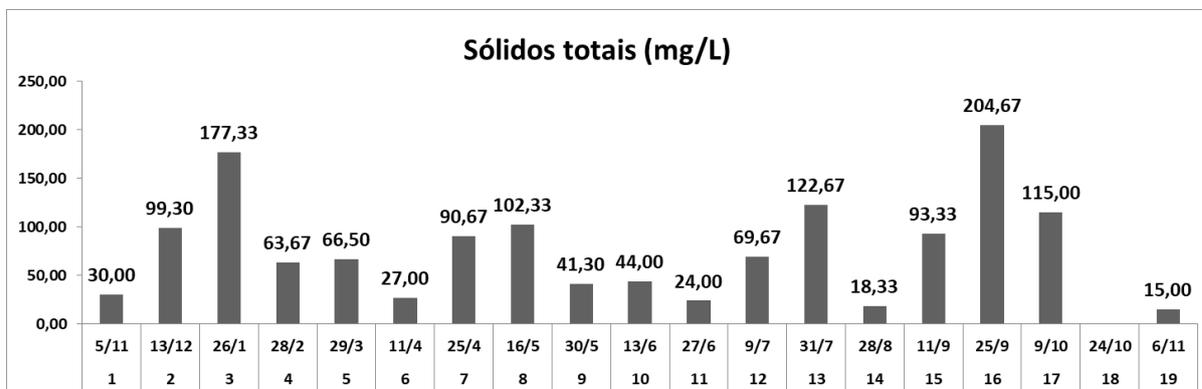
No Gráfico 3 estão apresentados os resultados da variável nitrato para as coletas realizadas. De forma geral, os valores da concentração de nitrato ficaram abaixo de 11 mg/L em praticamente todas as coletas, exceto para a data de 25/9/2019 onde a concentração atingiu o valor de 132,8 mg/L. Observando os resultados para as demais variáveis, nota-se que a maior concentração de sedimentos foi observado essa mesma data (Gráfico 4). Tal fato indica uma maior presença de material particulado na amostra, os quais podem ser agrotóxicos nitrogenados ou partículas oriundas de efluentes domésticos ou industriais, que pode ter contribuído para os altos valores de nitrato. A lixiviação dessas partículas para o canal pode ser reflexo da vazão de aproximadamente 822 L/s nessa coleta, a qual corresponde à maior descarga líquida no período (Gráfico 8).

Gráfico 3 – Variabilidade do nitrato nas análises



Fonte: Do autor (2019).

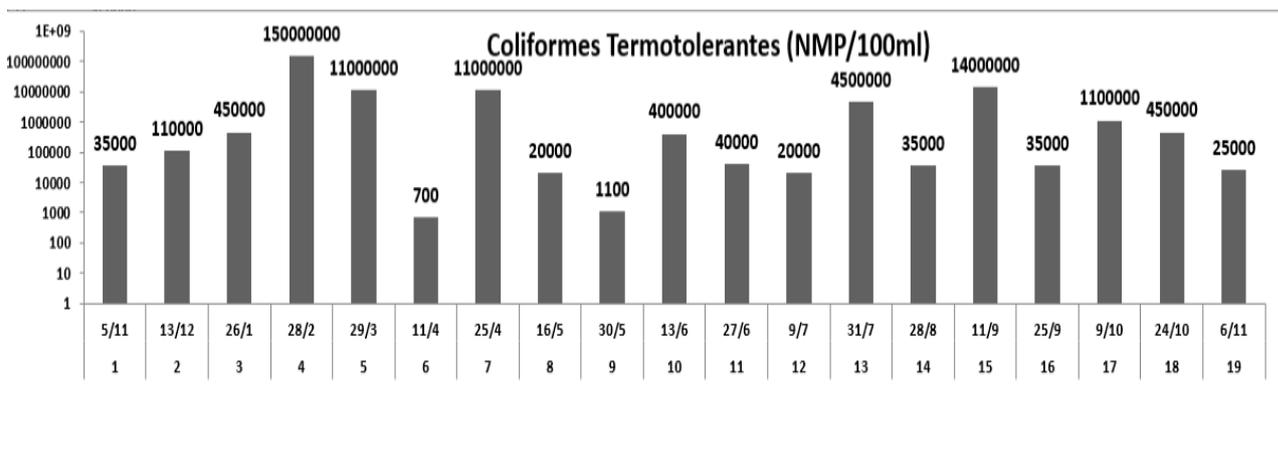
Gráfico 4 - Variabilidade dos sólidos totais nas análises



Fonte: Do autor (2019).

Analisando os resultados de sólidos totais, pode-se perceber que há uma variação de 15 à 204,67mg/L, a resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) adota 500 mg/L, sendo assim todas as análises estão dentro do permitido. Os valores de sólidos totais variaram junto com turbidez e vazão. Quanto maior a vazão encontrada, maior a turbulência no corpo d'água, fazendo assim com que os sólidos fossem suspensos e revolvidos e arrastados, aumentando a turbidez, tendo assim então, valores maiores de turbidez em períodos chuvosos.

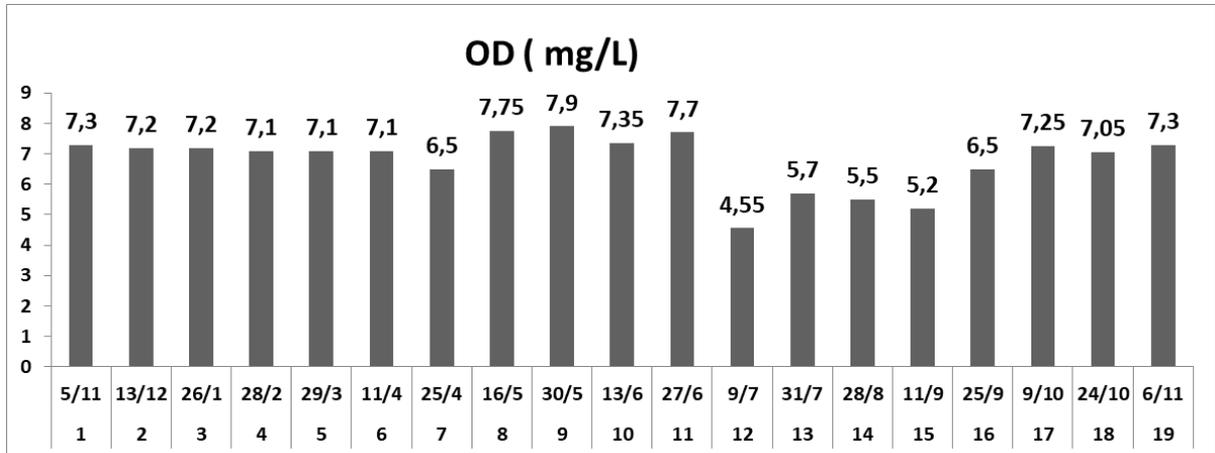
Gráfico 5 - Variabilidade do coliforme termotolerante nas análises



Fonte: Do autor (2019).

Os valores de coliformes foram acima da resolução, pode ser por prováveis despejos de efluentes sem tratamento previo ajustante do ponto de coleta de análise deste trabalho. Segundo a resolução do CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, e todas as coletas apresentaram valor acima do estabelecido.

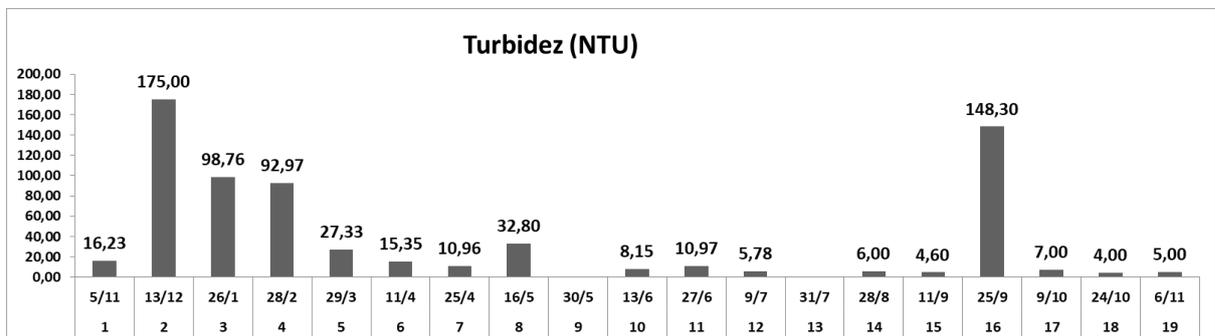
Gráfico 6 – Variabilidade de OD nas análises



Fonte: Do autor (2019).

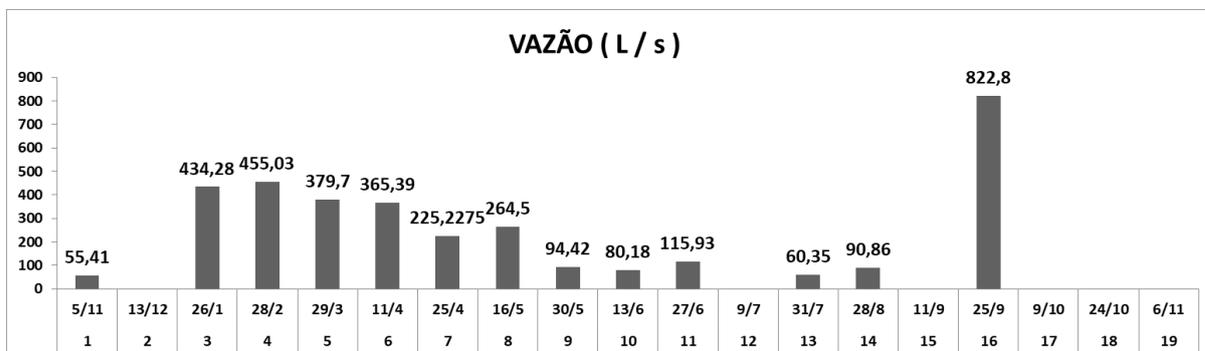
Conforme diz a resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) os valores de oxigênio dissolvido (OD) devem ser acima de 5mg/L. No cálculo do IQA é a variável com maior peso. O baixo valor de OD no dia 9/07/19 pode estar diretamente associado a uma baixa vazão, pois um escoamento linear tende a ter pouca oxigenação do curso e a uma baixa temperatura, segundo Maier (1987) há uma relação entre a temperatura e o OD, sendo esta relacionada em quanto menor o OD, maior a temperatura (MAIER, 1987). O dia 9/07/19 também apresentou a menor temperatura dentre os dias analisados.

Gráfico 7 – Variabilidade de turbidez nas análises



Fonte: Do autor (2019)

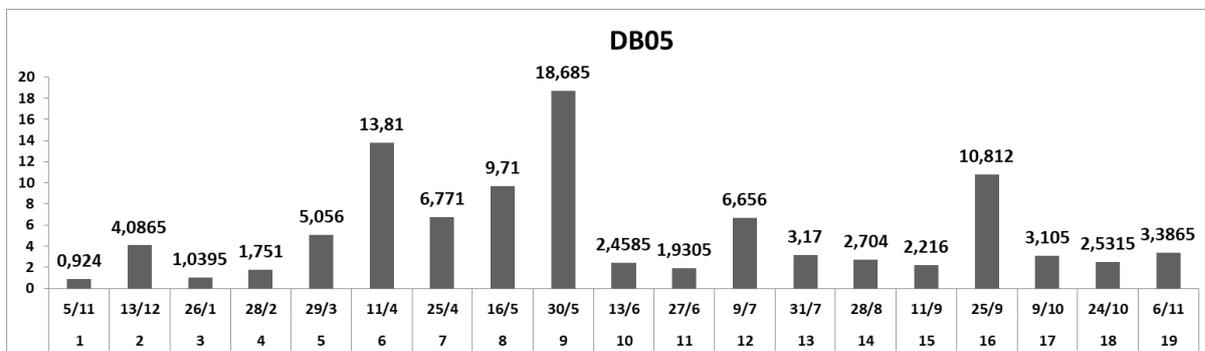
Gráfico 8 – Variabilidade de vazão nas análises



Fonte: Do autor (2019).

Os valores de turbidez e vazão estão ligados, pois quanto maior a vazão mais turbulento é o escoamento e assim um maior número de partículas é arrastada e diluída na água. De acordo com CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) o valor de turbidez para água de classe 2 é até 100 NTU, ultrapassaram esse valor os dias 13/12/18 e 25/09/19. O dia 25/09/19 foi o dia que como dito previamente, houve uma grande concentração de nitrato e este dia também teve uma vazão muito alta.

Gráfico 9 – Variabilidade de DBO5 nas análises

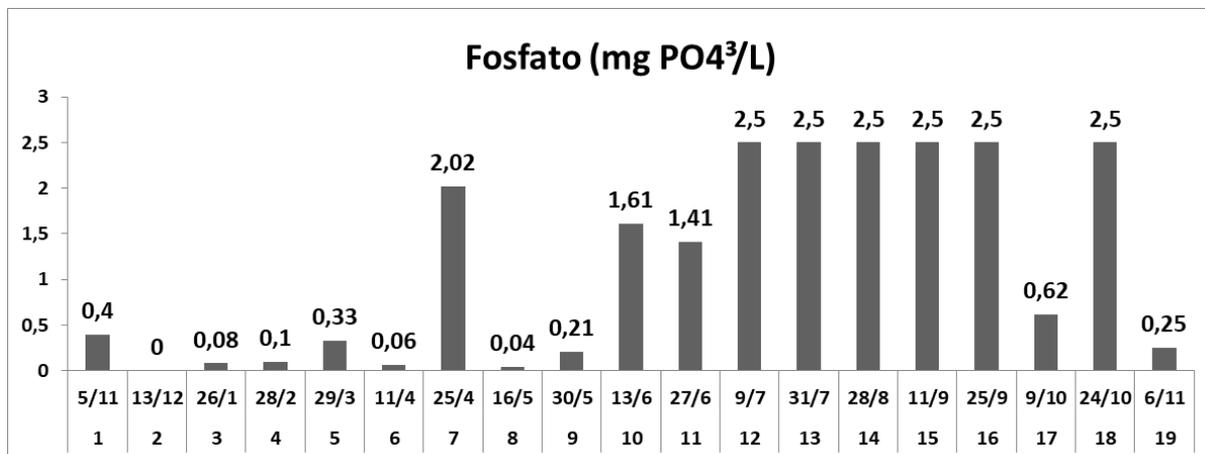


Fonte: Do autor (2019).

A resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) diz que a concentração de DBO5 não deve exceder 5mg/L o que aconteceu nos dias 29/03/19, 11/04/19, 25/04/19, 16/05/19, 30/05/19, 9/07/19 e 25/09/19. Os altos valores podem ser atribuídos a lançamento de efluentes, aporte de matéria orgânica e alta turbidez.

Como citou Menezes (2016), apesar de o município de Lavras conter uma estação de tratamento de esgoto (ETE), ainda é possível ver lançamentos clandestinos de esgoto e resíduos sólidos urbanos no canal principal do ribeirão.

Gráfico 10 – Variabilidade de fosfato nas análises



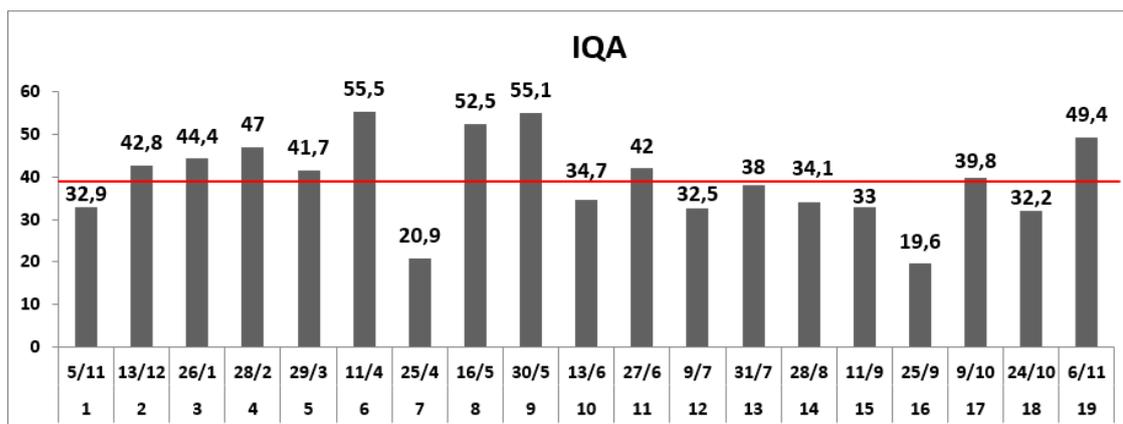
Fonte: Do autor (2019).

Por ser um curso d'água localizado em uma área antropizada podem existir lançamentos de efluentes sem tratamento prévio, sendo estes os principais causadores das variáveis alteradas, como o fosfato. Como a resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) não apresenta valores para fosfato, utilizamos o estabelecido para fósforo total, que é de 3 mg/L para ambientes lênticos e 0,050mg/L em ambientes intermediários. Considerando o curso em análise como intermediário, observa-se que esteve dentro das normas apenas os dias 13/12/18 e 16/05/19.

#### 4.2 Índice de Qualidade de Água

Com os resultados obtidos foi calculado o IQA de acordo com o item 3.3 da metodologia, foi usada a calculadora do site do IGAM.

Gráfico 11 – Resultados das análises de IQA



Fonte: Do autor (2019).

De acordo com os parâmetros analisados, a água pode ser classificada pelo IGAM de muito ruim nos dias 25/4/19, o qual não houve aferição de temperatura e pH, porém a falta destes parâmetros não influencia diretamente no valor do IQA, pois seu peso é redistribuído entre as outras variáveis, o que pode ter influenciado diretamente o resultado é o alto valor de coliforme presente nesta amostra. No dia 25/9/19 foi apurado um valor de nitrato muito elevado o que resultou em um baixo valor de IQA, parâmetros como DBO, turbidez, coliformes e sólidos totais também estavam fora dos limites neste dia. A água se enquadrou em IQA ruim em 14 das 19 análises, e apresentou IQA médio em apenas 3 análises.

A média do IQA foi de 39,37, tendo o melhor resultado no dia 11/04/19, IQA de 55,5, dia em que houve baixo valor de coliformes e fosfato comparado aos outros dias.

Menezes (2016), trabalhando na mesma bacia e encontrou valores semelhantes, tendo o IQA classificado de médio a ruim no trecho analisado neste trabalho. O que mostra um provável despejo de efluentes no curso em questão.

## 5 CONCLUSÃO

Com o presente estudo pode ser observado que, em sua maioria, a classificação segundo o IGAM para o seguinte corpo d'água é "Ruim". A qualidade da água analisada desde 5/11/2018 até 6/11/2019 se mostrou inferior ao estipulado para águas classe 2 ao qual o trecho em análise se enquadra.

Os valores de coliformes, pH, nitrato, OD, turbidez, DBO e fosfato não atenderam a resolução do CONAMA nº357/2005 (BRASIL,2005) para classe de enquadramento 2 em pelo menos uma amostra no período de análises.

Por ser um curso d'água localizado em uma área antropizada podem existir lançamentos clandestinos de efluentes, o que pode estar colaborando para a degradação do ambiente em seu entorno prejudicando a qualidade da água e limitando o uso da mesma. Recomenda-se um estudo futuro mais específico das possíveis causas buscando identificar lançamentos de efluentes irregulares na área urbana de Lavras, e sua regularização.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E.M.; ARAÚJO, L.F.P.; ROSA, M.F.; et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1791-1797, nov-dez, 2007.
- BRASIL. **RESOLUÇÃO 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.". - Data da legislação: 17/03/2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. 2005
- CETESB. Qualidade das Águas Doces no Estado de São Paulo. Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário. 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf> . Acesso em: 30 de novembro de 2019.
- CURI, P.N.; PIO, R.; MOURA, P.H.A.; TADEU, M.H.; NOGUEIRA, P.V.; PASQUAL, M. Produção de amora-preta e amora-vermelha em Lavras – MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.8, p.1368-1374, ago, 2015.
- DANTAS A. A. A; CARVALHO, L. G; FERREIRA, E. **Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DE ASSIS ESTEVES, Francisco, **Fundamentos de limnologia**. Interciência, 1998.
- DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA, R.C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. Eng. Agríc. vol.25 no.1 Jaboticabal Jan./Apr. 2005.
- FREITAS, M.A.V. & SANTOS, A.H.M. **Importância da Água e da Informação Hidrológica**. In: O Estado das Águas no Brasil. Brasília: ANEEL e ANA, 1999.
- IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/> Acesso em: 03 de dezembro de 2019.
- IGAM. Plano Diretor de Recursos Hídricos. Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande. Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos GD1. **CONTRATO Nº 2241.01.01.06.2010 – IGAM**. p.1.278. 2010.
- LOUREIRO, B.T. Águas subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade. **Informe Agropecuário**, v. 9, n.100, p.48-52, 1983.
- MAIER, Maria Helena. Ecologia da bacia do Rio Jacaré Pepira (47 55' -48 55W; 22 30' -21 55'S-Brasil): qualidade da água. **Ciência e Cultura**, v.39, n. 2, p. 164-85, 1987.
- MANTOVANI, V.A., et al. Estimativas Da Taxa De Entrega De Sedimentos E Áreas Susceptíveis À Erosão Em Uma Bacia Hidrográfica No Sul De Minas Gerais – Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 16. n. 2. 2018.

MENEZES, J.P.C. et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana **Eng Sanit Ambient.** v.21 n.3. pp.519-534. 2016.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez. 2002.

MINAS. Relatório Executivo 2011. **Qualidade das águas superficiais em Minas Gerais em 2010.** Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Projeto Águas de Minas. p.1-19. 2011.

MOITA, R.; CUDO, K. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SAÚDE NO BRASIL, 1991, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente, p.1-6.1991.

MONTEIRO, V.P.; PINHEIRO, J.C.V. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. **Rev. Econ. Sociol. Rural.** Brasília. vol.42. n.2. 2004.

NILSSON, C., AND B. MALM RENÖFÄLT. Linking flow regime and water quality in rivers: a challenge to adaptive catchment management. **Ecology and Society.** 13(2): 18. [online]. 2008. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art18/>. Acesso em: 30 de novembro de 2019.

OLIVEIRA, L.C.; GOMES, B.M.; BAUMGARTNER, G.; SEBASTIEN, N.Y. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro. **Eng. Agríc.,** Jaboticabal, v.28, n.4, p.770-781, out./dez. 2008.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (PR). **IQA - Índice de Qualidade das Águas,** Curitiba, 2019. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=88>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

PEREIRA, V.P. **Solo:** manejo e controle de erosão hídrica. Jaboticabal 1997

PINTO, C.L. **Índice de qualidade de água com base na normalização dos dados e análise de componentes principais.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas. Universidade Federal de Lavras. Lavras. Minas Gerais. p.1.91. 2011.

Portal InfoHidro. Informações sobre Recursos Hídricos. **Calculadora de IQA.** Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/calculadora-de-iqa>. Acesso em: 03 de dezembro de 2019.

SILVA, Ana Elisa Pereira et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônia,** v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

SILVA, C.H.R.T. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil.** Publicação e Documentação, Senado Federal, Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras->

publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 03 de dezembro de 2019.

SCURACCHIO, P.A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas do município de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Câmpus de Araraguara. SP. p.1-59. 2010.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4. 1997.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. **Estud. av.** v.22. n.63. São Paulo. 2008.

TUNDISI. J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**. v.22. n.63, 2008.

VAZHEMIN, I.G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. **Soviet Soil Science**, Silver Spring, v.4, n.1, p.90-101, 1972

VEGA, M.; PARDO, R.; BARRADO, E.; DEBÁN, L. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water Research**. v.32 (12), pp. 3581-3592. 1998.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Editora UFMG. 2005.