



FILIPE DINIZ SCIANI

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE UMA NASCENTE DO
MUNICÍPIO DE LAVRAS-MG**

**LAVRAS - MG
2019**

FILIFE DINIZ SCIANI

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE UMA NASCENTE DO MUNICÍPIO DE
LAVRAS-MG**

Trabalho de conclusão de curso de pesquisa científica tecnológica apresentado ao departamento de Engenharia da Universidade federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola para obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

Orientador:

Professor: D.Sc.. Marcelo Ribeiro Viola

Coorientador:

Doutorando: M.Sc. Jhones da Silva Amorim

**LAVRAS-MG
2019**

FILIPPE DINIZ SCIANI

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE UMA NASCENTE DO MUNICÍPIO DE
LAVRAS-MG**

Trabalho de conclusão de curso de pesquisa científica tecnológica apresentado ao departamento de Engenharia da Universidade federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola para obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

APROVADO em 25 de junho de 2019.

D.sc Marcelo Ribeiro Viola -UFLA

M.sc Jhones da Silva Amorim - UFLA

M.sc Rubens Junqueira - UFLA

Orientador:

Professor: D.Sc.. Marcelo Ribeiro Viola

Coorientador:

Doutorando: M.Sc. Jhones da Silva Amorim

**LAVRAS-MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todo o suporte e por ter me permitido chegar até aqui, sempre me guiando e me dando forças nos momentos difíceis e de aflições, todo esse esforço foi para Honra e Glória do seu Nome.

Agradeço aos meus pais por todo suporte que me foi oferecido nessa jornada, pelo amor incondicional nos momentos difíceis dessa caminhada, por acreditarem em mim em momentos que eu mesmo já tinha desistido, minha gratidão por vocês é eterna e se eu estou aqui hoje é graças a todo o carinho que eu recebo de vocês. Agradeço também a minha irmã por toda a proteção, amizade e amor que teve comigo durante esse tempo.

Agradeço a todos os meus amigos da faculdade que dividiram essa jornada comigo, deixando-a cada vez mais leve e divertida, em especial agradeço ao Paulo Nacif e Lucas Frare, por terem sido minha família em lavras por quase 4 anos e por todo o aprendizado que tive com vocês dividindo um apartamento. A todos vocês minha imensa gratidão.

Enfim agradeço a todos os funcionários da Universidade Federal de Lavras e todos aqueles que contribuíram de alguma maneira em minha formação tanto profissional como pessoal por sempre estarem dispostos a me auxiliar a trilhar o caminho do sucesso, e principalmente ao meu orientador por todo suporte, dedicação e disponibilidade para passar todo conhecimento e orientação não só neste trabalho, mas em toda a minha caminhada na pesquisa.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento ao projeto nº 308947/2018-5 e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro ao projeto "Função da cobertura vegetal na umidade do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Região Alto Rio Grande" (FAPEMIG 01326-17).

É para todos vocês que dedico esse trabalho! Obrigado!

RESUMO

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA NASCENTE LOCALIZADA NO INTERIOR DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Os diversos usos que a água proporciona ao homem faz com que este recurso natural seja de suma importância para nossa sobrevivência, tornando-se indispensável sua proteção com vista à garantia do recurso em melhor qualidade. Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com objetivo de avaliar o IQA - Índice de Qualidade da Água - de uma nascente localizada em uma micro bacia hidrográfica de cabeceira, de aproximadamente 14 hectares com diferentes usos de solo, inserida no interior da Universidade Federal de Lavras na cidade de Lavras-MG. Foram analisados os nove parâmetros que compõe o IQA segundo o IGAM- Instituto Mineiro de Gestão de Águas - sendo eles: OD- oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, temperatura, turbidez, pH, sólidos totais, DBO- demanda bioquímica de oxigênio, nitrato e fosfato, em amostras coletadas ao longo do ano de 2018. Os resultados dos parâmetros foram comparados com os valores de referência, estabelecidos para classe de enquadramento II, conforme a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 357/2005. Os resultados mostraram, durante o período monitorado, que a nascente pode ser classificada como de qualidade média e que os menores valores de IQA estão relacionados à presença de coliformes termotolerantes, nitrato, alta concentração de fosfato e baixa concentração de oxigênio dissolvido. Dessa forma, conclui-se que a dinâmica de uso e ocupação do solo na área da micro bacia contribui substancialmente para a degradação da qualidade da nascente, e os fatores determinantes se devem às cargas poluidoras de origem agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Nascentes, Qualidade da Água, Bacia Hidrográfica

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pesos dos parametros do IQA	25
Tabela 2: Faixa de Classificação conforme a variação de IQA	26
Tabela 3: Equações para obtenção dos parâmetros q_i	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	21
Figura 2: Mapa das unidades pedológicas da bacia.....	22
Figura 3: Mapa de uso de solo da área em estudo.....	23
Figura 4: Ponto de amostragem.....	24
Figura 5 Variação da temperatura da água da nascente no ano de 2018.....	29
Figura 6: Variação do Oxigênio Dissolvido (A), Fostato (B), Coliformes Termotolerantes (C) e Sólidos Totais (D) na nascente.....	30
Figura 7: Variação da Turbidez (A), DBO5 (B), Nitrato (C) e pH (D) na nascente.....	32
Figura 8: Variação do índice de qualidade da agua ao longo do período monitorado.	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. A ÁGUA E O BEM ECONOMICO	11
2.2. USO DA ÁGUA.....	12
2.3. QUALIDADE DAS ÁGUAS	12
2.3.1. Temperatura.....	14
2.3.2. Oxigênio Dissolvido.....	14
2.3.3. Nitrato	15
2.3.4. Fosfato.....	15
2.3.5. Potencial Hidrogeniônico – pH.....	16
2.3.6. Coliformes Termotolerantes.	16
2.3.7. DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio.	17
2.3.8. Turbidez.....	18
2.3.9. Sólidos Totais.....	18
2.4. IQA- ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA	19
3. MATERIAIS E METODOS	21
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
3.2. PLANO DE MONITORAMENTO E AMOSTRAGEM.....	23
3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS	24
3.4. APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE AO LONGO DO PERÍODO DE ESTUDO	29
4.2. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DA NASCENTE	33
5. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há uma grande preocupação acerca da preservação dos recursos hídricos, principalmente em regiões que sofrem com a escassez hídrica. Tal aspecto acarretou no desenvolvimento da sensibilização relacionada ao assunto e impulsionou a criação de novos métodos e novas tecnologias para monitoramento e preservação deste recurso. Dentre os métodos, pode-se destacar o monitoramento da qualidade das águas para os diversos fins como consumo humano, conservação de espécies, entre outras.

A fim de colaborar com a preservação do recurso, estudos devem ser feitos levando em consideração diversos problemas ambientais como a ocupação do solo, lançamento de efluentes em corpos hídricos, disposição inadequada da água e crescimento populacional. Além disso, é importante realizar o monitoramento dos parâmetros biológicos, físicos e químicos visando o apoio à tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos.

A qualidade da água de uma microbacia pode ser influenciada por diversos fatores como clima, cobertura vegetal, topografia, geologia e também o uso o manejo do solo da bacia hidrográfica (PEREIRA, 1997). De acordo com Arcova et al. (1998), os vários processos que controlam a qualidade da água de determinado manancial fazem parte de um frágil equilíbrio, portanto, alterações de ordem física, química ou climática na bacia hidrográfica podem modificar a qualidade da água.

O uso em excesso de defensivos agrícolas pode causar o aumento da atividade primária das plantas e algas em decorrência do aporte de nitrogênio e fósforo proveniente das lavouras e da produção animal em regime confinado. O crescimento excessivo de algas e plantas reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas, afetando adversamente o ecossistema aquático e causando, algumas vezes, mortalidade de peixes (MERTEN, 2002).

A atividade agropecuária rege uma importante função na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador. A qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo da bacia hidrográfica (MERTEN, 2002).

Dentre os recursos hídricos que requerem grande atenção estão as

nascentes. Elas são importantes para manter o equilíbrio hidrológico e se dão por meio de um conjunto de processos que envolvem desde a dinâmica hidrogeológica até aspectos geomorfológicos e antropogênicos da paisagem (HADDAD, 2010). Desta forma, é de fundamental importância realizar o monitoramento da qualidade da água nestes pontos.

Existem várias formas de avaliar a qualidade da água de um corpo hídrico. Uma delas é através do Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual tem como objetivo apresentar a qualidade de um corpo hídrico através de parâmetros de qualidade que avaliam as características físicas, químicas e biológicas da água. A partir do resultado obtido para o IQA a qualidade da água é classificada de “muito ruim”, quando o IQA é igual 0, até “excelente”, quando IQA igual a 100. Sendo assim, o IQA funciona como uma ferramenta de tomada de decisão acerca da situação ambiental da bacia (D'AGUILA, 2000).

Tendo em vista a importância de utilizar meios para preservação dos recursos hídricos, bem como sua importância para a sobrevivência dos seres vivos no planeta, faz-se necessária a avaliar a qualidade das águas para garantir os múltiplos usos para os quais ela é destinada.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi monitorar a qualidade da água de uma nascente localizada no interior do campus da Universidade Federal de Lavras, utilizando como ferramenta o Índice de Qualidade das Águas calculado conforme metodologia proposta pelo IGAM. Este trabalho teve ainda como objetivo comparar os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade com os indicados na legislação vigente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A ÁGUA E O BEM ECONOMICO

A superfície terrestre é constituída por aproximadamente 70% de água, o que a torna em termos percentuais um dos recursos mais abundantes do planeta. No entanto de toda água existente apenas uma pequena parcela, referente a água doce, pode ser usada para o consumo humano após adequação de suas características físicas, químicas e biológicas (BARROS, 2008).

A água é o constituinte inorgânico de maior abundancia na matéria viva. No homem mais de 60 % do seu peso é constituído por água e em algumas espécies aquáticas pode chegar a 98%. Contudo, apenas 0,8 % desse recurso natural encontra como água doce e desse contingente apenas 3% disponível como água superficial que pode ser utilizada com maior facilidade para o abastecimento público (SPERLING,2005). Esses valores mostram a grande importância que é preservar os recursos hídricos da terra e de se evitar a contaminação dessa pequena fração mais facilmente disponível para o abastecimento imediato.

Embora pareça um recurso ilimitado, à medida que ocorre crescimento econômico e populacional, maiores são os impactos causados aos recursos hídricos o que acarreta na sua degradação tornando-a imprópria para consumo. Isso mostra que o crescimento populacional e a dinâmica da distribuição da produção aceleram a degradação ambiental. E esses, no caso da água, se traduzem mau uso, cujos custos terminam por serem internalizados pelo recurso hídrico e se refletem na escassez e na poluição, entre outros. Em consonância com o acima exposto, o relatório sobre o desenvolvimento da água no mundo, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), lançado no terceiro fórum mundial da água, em Quioto, no Japão, em 2003, afirma que as reservas de água estão diminuindo enquanto o consumo cresce, projetando que, no longo prazo, bilhões de pessoas não terão acesso a água de boa qualidade. Sobre o assunto escreve Camargo (2003):

Segundo a ONU, em menos de 50 anos, mais de quatro bilhões de pessoas, ou 45% da população mundial, estarão sofrendo com a falta de água. Esse alerta foi dado em um relatório apresentado na 7a. Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, realizada no final de 2001, em Marrocos. Afirma, ainda, que antes mesmo de chegarmos à metade do século, muitos países não

atingirão os cinquenta litros de água por dia, necessários para atender às necessidades humanas. Os países que correm maior risco são aqueles em desenvolvimento, uma vez que a quase totalidade do crescimento populacional, previsto para os próximos cinquenta anos, acontecerá nessas regiões. A entidade aponta a poluição, o desperdício e os desmatamentos, que fragilizam o ecossistema nas regiões dos mananciais e impedem que a água fique retida nas bacias – principais motivos para a causa da escassez da água.

2.2.USO DA ÁGUA

Os principais usos da água são o abastecimento doméstico e industrial, irrigação, geração de energia, aquicultura, preservação da fauna e flora, recreação e lazer, navegação, transporte de despejos, entre outros (MORGAN; MORAN,1985). Para cada tipo de uso, a água deve apresentar característica física, químicas e biológicas que garantam a segurança dos seus usuários, a qualidade do produto final e a integridade dos componentes que com as quais entrarem em contato (SPERLING, 2005).

A água para o consumo humano é aquela que deve ser priorizada, pois é essencial a toda e qualquer atividade metabólica do ser humano, no preparo dos alimentos, na higiene pessoal (ABRH, 1997).

Von Sperling (2005) diz que em termos gerais o abastecimento doméstico e industrial estão frequentemente associados a um tratamento prévio da água, visto que seus requisitos de qualidade são mais exigentes e que a inter-relação entre o uso da água e a qualidade requerida é direta, podendo ser representado o abastecimento humano como o uso mais nobre, o qual requer a satisfação de diversos padrões de potabilidade e de forma oposta, o uso menos nobre como transporte de despejos por não possuir requisitos especial em termos de qualidade.

No entanto, deve-se lembrar que diversos corpos d'água possuem usos múltiplos previstos, decorrendo a necessidade da satisfação simultânea de diversos critérios de qualidade, como por exemplo represas construídas com a finalidade de abastecimento de água, geração de energia, recreação, irrigação e outros.

2.3. QUALIDADE DAS ÁGUAS

A qualidade da água pode ser representada a partir de diversos

parâmetros que traduzem principalmente as suas principais características físicas, química e biológica (SPERLING, 2005). Do ponto de vista dos fatores naturais, a qualidade da água de uma nascente pode ser alterada quando a água oriunda da chuva escoar superficialmente ou infiltra no perfil do solo. Além disso, pode ocorrer presença de sólidos em suspensão e dissolvidos que estão presentes naturalmente no local, o que não indica que esta nascente foi degradada podendo apresentar essas alterações e ainda assim estar em seu estado natural de preservação. A magnitude da alteração da qualidade é influenciada pelo contato que a água da nascente teve com esses fatores (SPERLING, 2005).

Além da influência antrópica, a qualidade da água depende de variáveis ligadas a precipitação, cobertura vegetal e ao processo natural de intemperismo dos componentes geológicos do solo (MAIA DE ANDRADE, 2007). Além disso, Von Sperling (2005) afirma que outras causas naturais de influência na qualidade da água podem ser a lixiviação de minerais primários, dissolução de compostos do solo e a decomposição de matéria orgânica.

Mesmo com a ocorrência de alterações na qualidade em condições naturais, a que mais preocupa e que ocorre maior frequência é a resultante das interferências antrópicas (DONADIO, 2008). Essas alterações são oriundas, na maioria das vezes, dos processos pontual, como os despejos domésticos e efluente industrial, e difuso, como uso de fertilizantes e defensivos agrícolas (MANSOR, 2005). Desta forma pode-se afirmar que as formas de uso e ocupação do solo interferem diretamente na qualidade da água (SPERLING, 2005).

Os parâmetros de qualidade da água são ferramentas que auxiliam no controle e fiscalização da qualidade dos cursos d'água. Desta forma, o Governo Federal através da Resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos.

Alguns exemplos dos principais parâmetros de qualidade da água que são fiscalizados por essa resolução são: temperatura, oxigênio dissolvido (OD), nitrato, fosfato, pH, turbidez, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes e sólidos totais. Cada uma destas possui uma característica e interfere na qualidade do recurso hídrico de uma forma particular conforme listagem a seguir:

2.3.1. Temperatura

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e os corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (CETESB, 2014)

A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2014)

A elevação da temperatura em corpos hídricos ocorre por radiação, condução e/ou convecção, além disso, esse aumento pode interferir nas demais características da água favorecendo que as reações (químicas, físicas e biológicas) aconteçam, diminuindo a solubilidade de gases como o oxigênio dissolvido, além de contribuir para a dispersão de mal odor ao ambiente (SPERLING, 2005)

2.3.2. Oxigênio Dissolvido

Esta variável refere-se à concentração de oxigênio dissolvido na água e seu valor não deve ser inferior a 5 mg/L conforme preconiza a Resolução CONAMA 357/2005 para a classe de enquadramento 2 (BRASIL, 2005).

De acordo com a CETESB (2014), é oriundo da parcela de oxigênio que foi dissolvido da atmosfera para água devido a diferença de pressão e também pela fotossíntese de algas aquáticas.

Von Sperling (2005) também associa a origem desse gás dissolvido na água às trocas gasosas entre água e ar e à fotossíntese dos organismos, podendo também haver mecanismos para inserção do oxigênio na água de forma

artificial. Além disso a concentração de oxigênio dissolvido é inversamente proporcional à altitude e a temperatura, ou seja, quanto maior a altitude e a temperatura, menor a quantidade de oxigênio dissolvido (FUZINATTO, 2009).

Segundo Pereira et al. (2010), um dos fatores que também podem fazer com que haja um aumento significativo da concentração de oxigênio dissolvido é turbulência na água uma vez que esta proporciona uma interação maior entre a água e o oxigênio disponível no ar.

A quantidade de matéria orgânica no meio hídrico está diretamente relacionada com a concentração de oxigênio disponível no meio, devido à atividade metabólica de microrganismos aeróbios, por isso quanto maior a quantidade de matéria orgânica no meio hídrico, menor será a quantidade de OD e conseqüentemente maiores serão os valores de $DBO_{5,20^{\circ}}$ (SPERLING, 1996).

2.3.3. Nitrato

De acordo com De Assis Esteves (1998), o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos e quando presente em baixas concentrações pode atuar como fator limitante na produção primária. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. O nitrogênio atua como fator preponderante na eutrofização de sistemas aquáticos, atuando com similaridade ao parâmetro fósforo nesse meio.

Macêdo (2004) cita que, águas com predominância de nitrogênio orgânico e amoniacal caracterizam poluição por descarga de esgoto recente, já os nitratos indicam poluição remota, porque os nitratos são os produtos finais da oxidação do nitrogênio.

Segundo resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL,2005) recomenda em águas doces classe 2 para qualquer amostra, um limite de nitrato um valor máximo de 10 mg/L.

2.3.4. Fosfato

O fosfato refere-se a uma das formas em que o fósforo é encontrado disponível na natureza presente na água e é na maior parte do tempo proveniente dos esgotos sanitários que são lançados de forma incorreta nos recursos hídricos (CETESB, 2014).

De acordo com Haddad (2010) os esgotos domésticos, lançados de maneira incorreta, os detergentes e a agricultura são os maiores contribuintes para a entrada de fosforo no rio conforme resultados de seu estudo.

Esse elemento tem papel fundamental na eutrofização dos recursos hídricos, além disso, segundo Silva e Pruski (1997), o fosforo proveniente dos insumos utilizados na agricultura tem grande relevância como indicador da qualidade de água através do transporte do fósforo que alteram as variáveis como a turbidez.

2.3.5. Potencial Hidrogeniônico – pH

O pH é um fator de fundamental importância no meio hídrico, pois o mesmo afeta diretamente a cadeia biótica e abiótica de um sistema ambiental. Este fator influencia de maneira diretamente proporcional à sua concentração de íons ácidos e básicos na água e aos organismos vivos nesta. Cada ser vivo possui uma faixa de tolerância ideal de pH paralelamente com a sua estrutura biológica (FUZINATTO, 2009).

Von Sperling (2005) afirma que as variações do pH estão relacionadas com os processos geológicos, absorção de gases presentes na atmosfera, pela oxidação da matéria orgânica e também pela atividade fotossintética.

O pH pode ser influenciado pela temperatura e por sais minerais, valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a taxa de crescimento de microrganismos, em que valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas (SPERLING, 1998).

A Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), recomenda em águas doces classe 2 que o pH esteja no intervalo de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2005).

2.3.6. Coliformes Termotolerantes.

São definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44 - 45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* e também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por

exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Entretanto, sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada, pois não pode ser excluída, nesse caso a possibilidade da presença de micro-organismos patogênicos (CETESB, 2003).

A Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) no seu Art. 15, parágrafo II, determina que o Número Mais Provável (NMP) para águas doces de classe 2 seja de até 1000 coliformes termotolerante em 100 mL em 80% ou mais de, pelo menos, 6 amostras colhidas, num período de até 1 ano com frequência bimestral.

2.3.7. DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio.

A $DBO_{5,20^\circ}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como $DBO_{5,20^\circ}$ (CETESB, 2014).

Os maiores aumentos em termos de $DBO_{5,20^\circ}$ num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2014). Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (CETESB, 2014).

O parâmetro bioquímico $DBO_{5,20^\circ}$ é uma medida diretamente proporcional à matéria orgânica disponível no meio e inversamente proporcional à quantidade de oxigênio para os microrganismos no meio de consumo e conseqüentemente a pior qualidade do meio hídrico.

Altos valores de $DBO_{5,20^\circ}$ interferem diretamente na concentração de oxigênio dissolvido, afetando diretamente vertebrados e invertebrados

aquáticos, variação do estado trófico, reprodução da biota aquática, desenvolvimento da fauna aquática, atividade aeróbia aquática, sendo o mesmo passível de normativas ambientais e limites aceitáveis para a manutenção da biodiversidade aquática (SPERLING, 1996).

A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece $DBO_{5,20}$ um limite de 5 mg/L de O₂ para águas doces classe 2 (dois) (BRASIL, 2005).

2.3.8. Turbidez.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca). Esse fenômeno ocorre devido a presença de sólidos em suspensão de natureza inorgânica (areia, silte, argila) e orgânica (algas e bactérias, plâncton em geral, etc) (CETESB, 2014).

Von Sperling (2005) associa alta turbidez a grandes concentrações de sólidos em suspensão na água provenientes de despejos domésticos, despejos industriais, pelos microrganismos e pelo grau da atividade erosiva do local, podendo assim desfavorecer a atividade fotossintética das algas, e favorecer a proliferação de organismos patogênicos.

A Resolução CONAMA 375/05 (BRASIL, 2005) admite para padrões de qualidade de águas doces classe 2 uma concentração máxima de 100 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

2.3.9. Sólidos Totais.

Sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (CETESB, 2014). Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou,

também, danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas.

A Resolução CONAMA nº 357/05, estabelece limite de 500mg/L para sólidos dissolvidos totais em águas doces classe 2 (BRASIL, 2005).

2.4. IQA- ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos (CETESB, 2014).

A utilização de índices de qualidade da água (IQA) consolidou-se em nível internacional nos últimos 30 anos devido à sua aplicabilidade e capacidade de transmitir informações sobre o grau de poluição de mananciais utilizados pelos seres humanos (Benetti e Bidone, 2001). A informação transmitida por meio de índices de qualidade de água deve ser utilizada na avaliação média e de longo prazo das condições de qualidade em determinados cursos d'água no intuito de subsidiar tomadas de decisão em fase de planejamento.

O IQA retrata por meio de um índice global a qualidade das águas em determinado ponto de monitoramento. Os índices podem ser entendidos como notas, que variam de condições de “muito ruim” a “excelente”, porém não são um instrumento de avaliação de atendimento da legislação, mas sim de comunicação para o público das condições ambientais dos corpos d'água (SPERLING, 2005).

IQA é um modelo matemático simples, com estrutura estabelecida por especialista da área, onde reuniram nove parâmetros da qualidade da água relevantes para a caracterização do corpo d'água, onde cada parâmetro recebe seu peso relativo ao grau de impacto. O Em Minas Gerais, o IGAM- Instituto Mineiro de Gestão das Águas, utiliza a versão adaptada da proposta original,

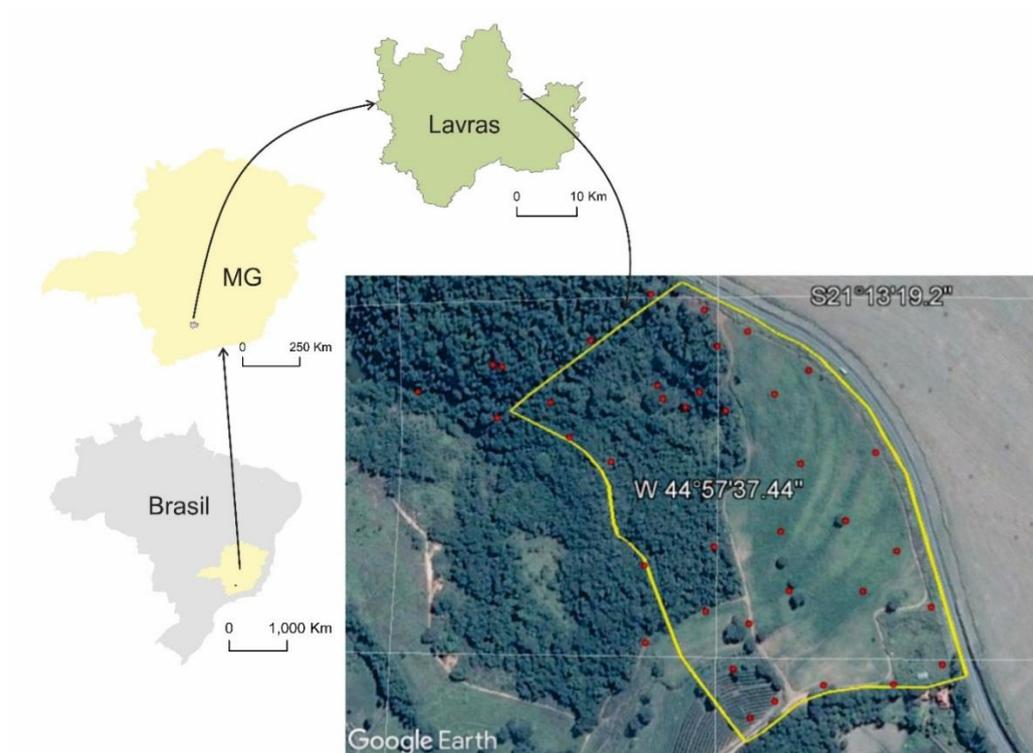
utilizando também nove parâmetros que são: Coliformes Termotolerantes, pH, OD- Oxigênio dissolvido, DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio, Turbidez, Sólidos Totais, Fosforo Total, Nitrato e Temperatura (IGAM, 2005).

3. MATERIAIS E METODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo (Figura 1) consiste de uma microbacia de cabeceira situada nas coordenadas de latitude $21^{\circ}13'19''\text{S}$ e de longitude $44^{\circ}57'35''\text{W}$, no campus da Universidade Federal de Lavras, região sul de Minas Gerais. A área de drenagem é de 14 ha e a sua declividade média é 7,8%.

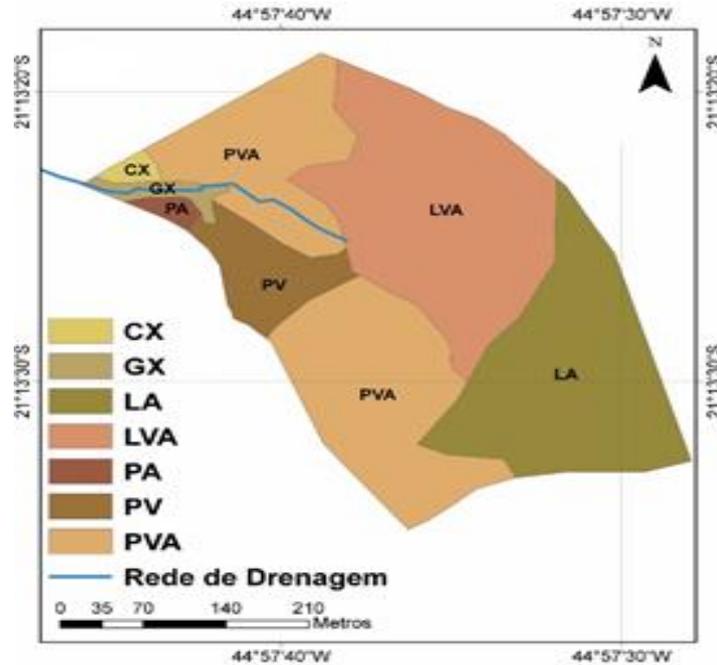
Figura 1: Localização da área de estudo



Fonte: SILVA, 2018

A Figura 2 mostra o mapa de solos obtido por Curi, Silva e Menezes (2017), no qual verificam-se as seguintes unidades pedológicas e abrangências, respectivamente: Argissolo Vermelho Amarelo (PVA) 35%, Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) 30%, Latossolo Amarelo (LA) 25%, Argissolo Vermelho (PV) 7%, Gleissolo Háptico (GX) 2%, Argissolo Amarelo (PA) 1% e Cambissolo Háptico 1% (CX).

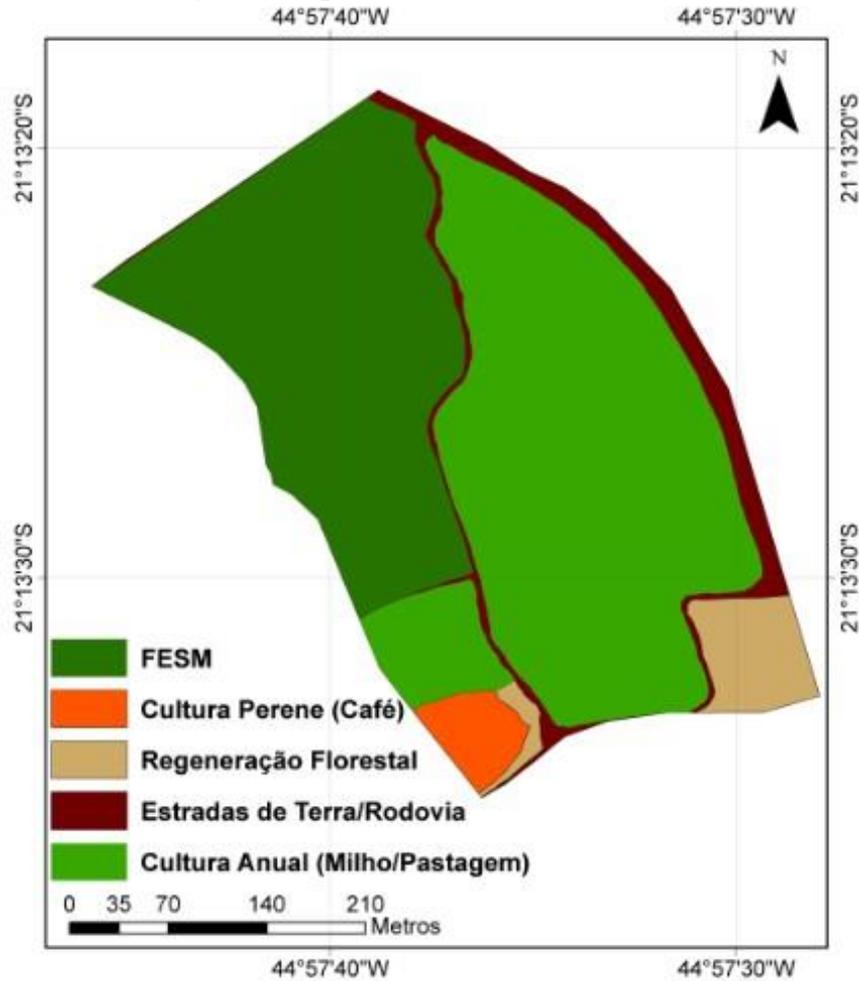
Figura 2: Mapa das unidades pedológicas da bacia



Fonte: SILVA, 2018

O clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22 °C e com uma precipitação média anual de 1460mm segundo a série histórica de 1991-2004 (DANTAS,2007). A Figura 3 apresenta o mapa de uso e ocupação dos solos da microbacia ocorrendo cultivos de café (2,5%), Floresta Estacional Semidecidual Montana (FESM) (35,7%), cultura anual (48,4%), regeneração florestal (5%), além de estradas rurais, cursos d'água e outros (8,4%). No que tange ao uso predominante (cultura anual), durante o verão é realizado o plantio de milho, seguido do plantio de *Brachiária Decumbes* destinado à pastagem para gado.

Figura 3: Mapa de uso de solo da área em estudo



Fonte: SILVA, 2018

3.2. Plano de Monitoramento e Amostragem

Para a análise da água foram coletadas amostras durante o ano de 2018 na nascente aqui denominada calha azul (Figura 4). A frequência da amostragem foi quinzenal no período chuvoso e mensal no período seco. Devido à baixa profundidade do ponto de amostragem onde a calha foi inserida, o método de coleta utilizado é classificado como superficial de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Amostragem, no qual a amostragem é realizada entre 0 e 30 cm da lâmina d'água (BRANDAO et al. 2011).

Figura 4: Ponto de amostragem



Fonte: DO AUTOR

A amostragem foi realizada de maneira pontual, uma vez que é tomada uma única amostra num determinado instante para a realizações de determinações e ensaios (APHA, 2005).

3.3. Análises Laboratoriais

Juntamente com a coleta das amostras, os parâmetros temperatura e pH da água foram aferidos em campo de forma direta, utilizando o aparelho WATERPROOF da marca HANNA.

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de Hidrologia Ambiental do departamento de recursos hídricos e saneamento da Universidade Federal de Lavras (UFLA) para realização das análises das variáveis físicas, química e biológicas da água. As variáveis mensuradas no laboratório foram: Nitrato, Fosfato, OD - Oxigênio Dissolvido, DBO- Demanda Bioquímica de Oxigênio, Turbidez, Sólidos Totais, Coliformes Totais e Termotolerantes

Nas análises de nitrato (NO_3^- em mg/L) foi adotado o método adaptado de redução do cádmio, para a variável fosfato (PO_4^{3-} , em mg/L) seguiu-se uma adaptação do método do Ácido Ascórbico. As duas análises foram realizadas

com o auxílio de um fotômetro de bancada da marca HANNA instruments modelo HI 83099.

Para as variáveis OD- Oxigênio Dissolvido (em mg/L) e DBO- demanda bioquímica de oxigênio (em mg/L), foram obtidos seguindo a metodologia proposta por Standart Methods modificada pela Azida (APHA, 2005).

A variável turbidez (em NTU) foi mensurada pelo método nefelométrico utilizando o turbidímetro portátil da marca Policontrol Instrumentos Analíticos modelo AP 2000.

Sólidos Totais (em mg/L) foram realizados seguindo o método gravimétrico apresentado pela (APHA, 2005). 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.

Após mensurar todas as variáveis foi calculado o IQA- Índice de Qualidade das Águas conforme a metodologia proposta pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

3.4. Aplicação do Índice de Qualidade das Águas

O IQA é um modelo Matemático simples que engloba as nove variáveis, com seus respectivos pesos, fixados em função da importância para a conformação global da qualidade das águas (COSTA, 2015). Os pesos estão demonstrados no Tabela 1.

Tabela 1: Pesos dos parametros do IQA

Parâmetro	Peso - wi
OD- Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termololerantes(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, 2005

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro conforme a expressão a seguir:

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

Sendo:

IQA: Índice de Qualidade da Água, variando de 0 a 100;

q_i : qualidade do parâmetro i obtido através da curva media especifica da qualidade;

w_i : peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, variando de 0 a 1.

De acordo com o resultado encontrado para o IQA, a qualidade de água é classificada em diferentes categorias, como pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2: Faixa de Classificação conforme a variação de IQA

Classificação	Faixa de IQA	Faixa
Excelente		$90 < IQA \leq 100$
Bom		$70 < IQA \leq 90$
Medio		$50 < IQA \leq 70$
Ruim		$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim		$0 \leq IQA \leq 25$

Fonte: IGAM, 2005.

Para o desenvolvimento do cálculo do IQA, baseando-se nas curvas obtidas pela National Sanitation Foundation e estudos correlatados desenvolvidos principalmente no Brasil, através de regressões lineares polinomiais, determinou-se as equações utilizadas para o cálculo do Índice de Qualidade para cada parâmetro (q_i).

Tabela 3: Equações para obtenção dos parâmetros q_i .

Parâmetro	Limiares	Equações para obtenção da curva média de variação de qualidade
Coliformes	$CF \leq 10^5$	$q_i = 98,24034 - 34,7145 \cdot (\log(CF)) + 2,614267 \cdot (\log(CF))^2 + 0,107821 \cdot (\log(CF))^3$
Termotolerantes (NMP/100mL)	$CF > 10^5$	$q_i = 3,0$
pH	$pH \leq 2,0$	$q_i = 2,0$
	$2,0 < pH \leq 6,9$	$q_i = -37,1085 + 41,91277 \cdot pH - 15,7043 \cdot pH^2 + 2,417486 \cdot pH^3 - 0,091252 \cdot pH^4$
	$6,9 < pH \leq 7,1$	$q_i = -4,69365 - 21,4593 \cdot pH - 68,4561 \cdot pH^2 + 21,638886 \cdot pH^3 - 1,59165 \cdot pH^4$
	$7,1 < pH \leq 12$	$q_i = -7698,19 + 3262,031 \cdot pH - 499,494 \cdot pH^2 + 33,1551 \cdot pH^3 - 0,810613 \cdot pH^4$
DBO (mg/L)	$DBO \leq 30$	$q_i = 100,9571 - 10,7121 \cdot DBO + 0,49544 \cdot DBO^2 - 0,011167 \cdot DBO^3 + 0,0001 \cdot DBO^4$
	$DBO > 30$	$q_i = 2,0$
Nitrato (mg/L NO_3^-)	$NO_3^- \leq 10$	$q_i = -5,1 \cdot NO_3^- + 100,17$
	$10 < NO_3^- \leq 60$	$q_i = -22,853 \cdot \ln(NO_3^-) + 101,18$
	$60 < NO_3^- \leq 90$	$q_i = 10.000.000.000 \cdot (NO_3^-)^{-5,1161}$
	$NO_3^- > 90$	$q_i = 1,0$
Fosfato Total (mg/L PO_4^{2-})	$PO_4^{2-} \leq 10$	$q_i = 79,7 \cdot (PO_4^{2-} + 0,821)^{-1,15}$
	$PO_4^{2-} \geq 10$	$q_i = 5,0$
Turbidez (NTU)	$Tu \leq 100$	$q_i = 90,37 \cdot e^{(-0,0169 \cdot Tu)} - 1,5 \cdot \cos(0,0571 \cdot (Tu - 30)) + 10,22 \cdot e^{(0,231 \cdot Tu)} - 0,8$
	$Tu > 100$	$q_i = 5,0$
Sólidos Totais (mg/L)	$ST \leq 500$	$q_i = 133,17 \cdot e^{(-0,0027 \cdot ST)} - 53,17 \cdot e^{(-0,0141 \cdot ST)} + \left((-6,2 \cdot e^{(-0,00462 \cdot ST)}) \cdot \text{sen}(0,0146 \cdot ST) \right)$
	$ST > 500$	$q_i = 30,0$
Oxigênio Dissolvido (%OD)	$\%OD \leq 100$	$q_i = 100 \cdot (\text{sen}(y_1))^2 - [(2,5 \cdot \text{sen}(y_2) - 0,018 \cdot \%OD + 6,86) \cdot \text{sen}(y_3)] + \frac{12}{e^{y_4} + e^{y_5}}$ $y_1 = 0,01396 \cdot \%OD + 0,0873$ $y_2 = \frac{\pi}{56} \cdot (\%OD - 27)$

		$y_3 = \frac{\pi}{85} \cdot (\%OD - 15)$	$y_4 = \frac{(\%OD - 65)}{10}$
		$y_5 = \frac{(65 - \%OD)}{10}$	
	$100 < \%OD \leq 140$	$q_i = -0,00777142857142832 \cdot (\%OD)^2 + 1,27854285714278 \cdot \%OD + 49,8817148572$	
	$\%OD > 140$	$q_i = 47,0$	

Temperatura (°C)	-	Para o IGAM esse valor é constante e igual a 92.
---------------------	---	--

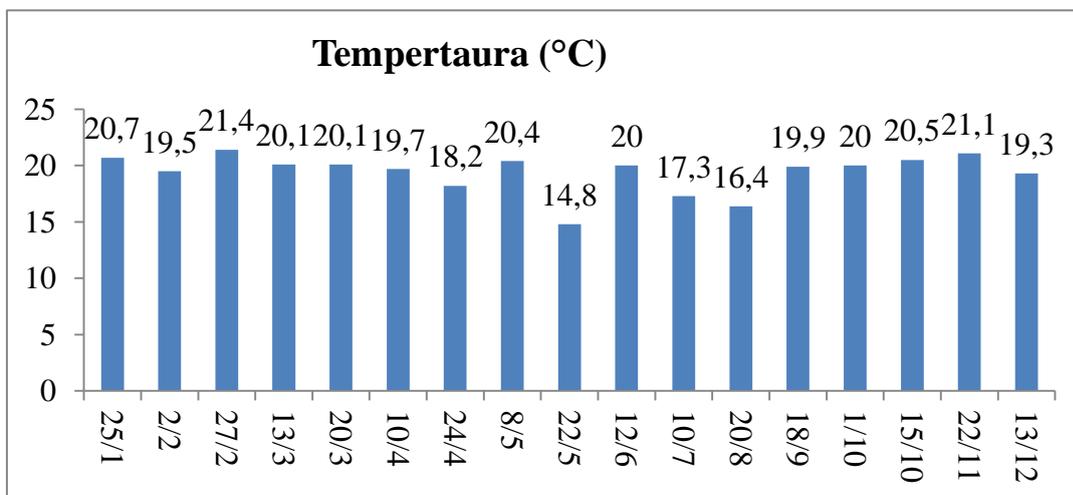
Fonte: IGAM,2005

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comportamento das variáveis de qualidade ao longo do período de estudo

A temperatura variou entre 14,8°C e 21,4°C, sendo que o maior e menor valor foi obtido em fevereiro e maio, respectivamente (Figura 5). Essa variação apresentou coerência com a característica climática da região. A temperatura é uma variável que influencia em outras características da água e será discutida à medida que as demais serão discutidas.

Figura 5 Variação da temperatura da água da nascente no ano de 2018



Fonte: DO AUTOR

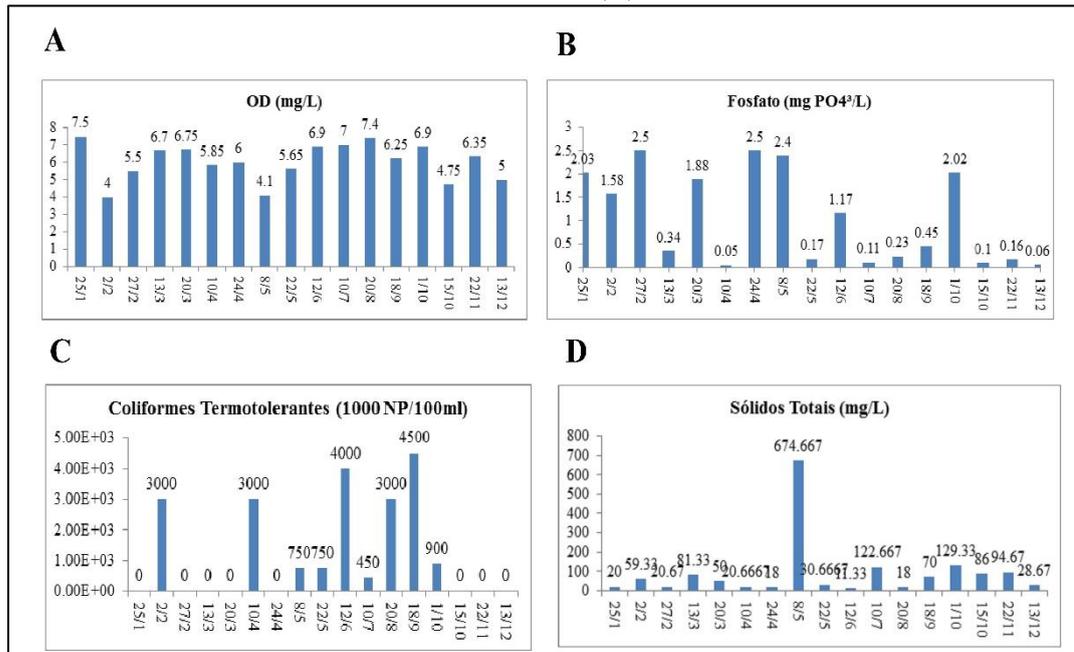
O comportamento do oxigênio dissolvido (OD), turbidez, fosfato e sólidos totais (ST) ao longo do período de estudo estão apresentados na figura 6. É possível observar uma variação de 4 mg/L a 7,5 mg/L nas coletas dos dias 2/2 e 25/1, respectivamente no parâmetro OD (Figura 5A).

Os valores de obtidos ficaram acima de 5 mg/L, como preconiza a resolução CONAMA n° 357/2005, em pouco mais de 82% do tempo, o que é importante, pois no cálculo do IQA o OD é o parâmetro com maior peso. As maiores concentrações foram observadas nos meses frios do ano, corroborando com Pereira (2010). Von Sperling (1996) afirma que quanto menor a temperatura, maior a solubilidade do gás na água. Contudo, nos dias 2/2, 8/5 e 15/10 as concentrações de OD estiveram abaixo do limite mínimo para a condição de qualidade da classe 2.

O valor de OD na coleta do dia 2/2 pode estar relacionado com a concentração de fosfato (Figura 5B) para esta coleta. Uma possível

transformação de fósforo em fosfato pode ter sido o fator responsável por esse resultado, ainda mais se tratando de nascente que é um afloramento do escoamento subterrâneo e o intemperismo das rochas é a principal fonte natural de fósforo (DANELLON, 2012)

Figura 6: Variação do Oxigênio Dissolvido (A), Fostato (B), Coliformes Termotolerantes (C) e Sólidos Totais (D) na nascente



Fonte: DO AUTOR

Somado a isso tem-se os valores de coliformes (Figura 5C) encontrados para esta data. A presença de uma comunidade bacteriana já estabelecida pode ter acelerado o consumo da matéria orgânica e reduzido a concentração do OD nesta coleta. Conforme Von Sperling (1996), as bactérias fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, durante a estabilização da matéria orgânica, podendo vir a causar uma redução da concentração de oxigênio dissolvido no meio.

Na coleta do dia 8/5, a baixa concentração de OD deve estar relacionada com a alta concentração de ST (Figura 6D). Águas com elevada concentração de sedimentos apresenta menores condições de aeração e dificultam a difusão do OD no meio aquoso. Essa situação também pôde ser observada no rio Doce, onde uma grande quantidade de sedimentos proveniente do rompimento da barragem de rejeito de mineração atingiu a rede de drenagem e a consequente

redução nas concentrações de OD levaram à mortalidade grande quantidade de peixes.

Na coleta do dia 15/10 não foi possível encontrar relação entre o OD e as demais variáveis, contudo as possíveis características climáticas da região podem estar relacionadas a isso. Nota-se que é o início do verão na região com a elevação da temperatura, que é inversamente proporcional à concentração de OD nas amostras e reduzindo a concentração de saturação do gás na água (MAIER,1987).

É possível observar que as concentrações de fosfato variaram entre 0,06 e 2,5 mg/L (Figura 6B) e esses valores estão relacionados à prática agrícola realizada na área de estudo. A resolução CONAMA 357/05, não estabelece um valor máximo de concentração para o parâmetro fosfato, porém em relação à presença de fósforo total, a resolução estabelece que a concentração máxima seja de 0,03 mg/L em ambientes lântico e de 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico (BRASIL, 2005).

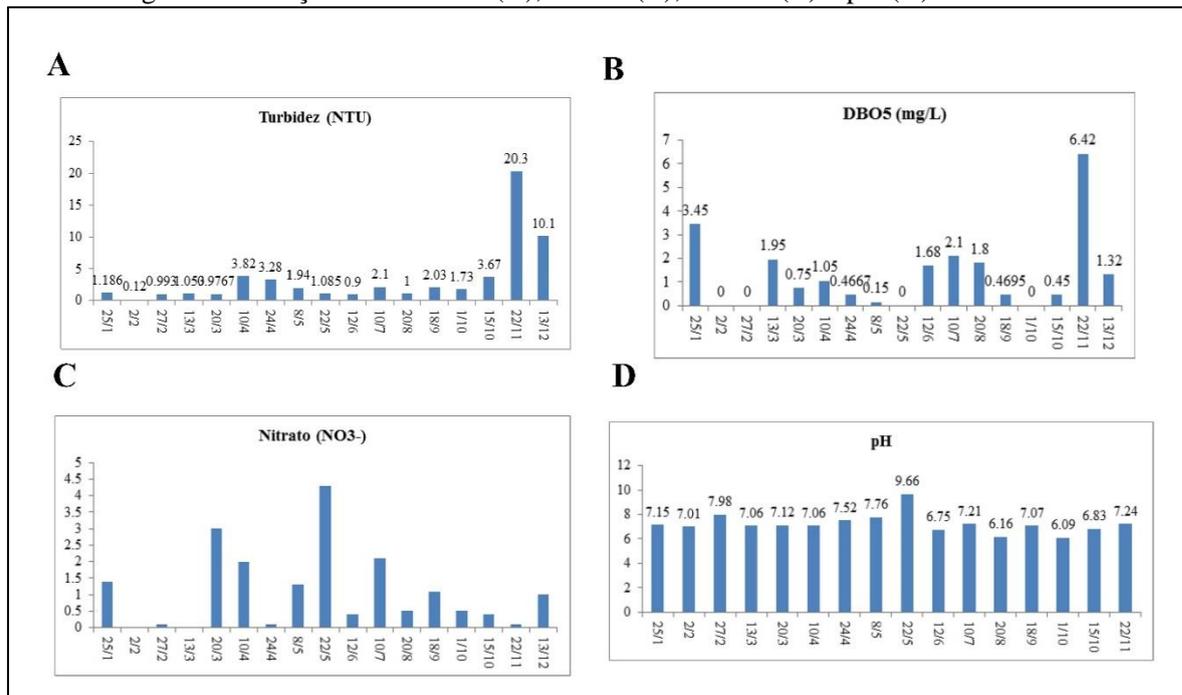
Ao comparar os valores de coliformes termotolerantes (Figura 6C) com os valores sugeridos pela resolução CONAMA, a nascente, encontra-se imprópria para utilização em metade das amostras. Como evidenciado por Pinto et al. (2012), com menores intensidades, ao estudar nascentes em Inconfidentes-MG encontrou valores entre 25 a 300 NMP/100ml. Enquanto neste trabalho, quando houve presença de coliformes a variação ficou entre 450 e 4500 NMP/100ML. A presença frequente de animais que circulam e utilizam a nascente como fonte de consumo foi a principal contribuição para o aumento de coliformes termotolerantes, impedindo seu uso para o desenvolvimento de atividades de contato primário (MINAS GERAIS, 2008).

Na Figura 7 estão apresentadas as demais variáveis de qualidade para o período. De maneira geral a turbidez (Figura 7A) apresentou valores baixos durante todo o ano ficando bem abaixo de 100 NTU como preconiza a resolução CONAMA n° 357/2005, exceto para os dias 22/11 e 13/12. Nestas datas, correspondente ao período chuvoso na região, foram observados eventos de precipitação no local nos dias anteriores à coleta, indicando que a lixiviação da camada superficial do solo pode ter acarretado tal alteração.

Assim como a alteração na turbidez, a concentração de sedimentos,

possivelmente de origem orgânica já que a nascente encontra-se em um ambiente florestal, pode ser indicado como fator responsável pelo valor de DBO na coleta do dia 22/11 (Figura 7B). Essa data foi a única em que a concentração de DBO excedeu ao valor de 5 mg/L preconizado pela resolução CONAMA n° 357/2005.

Figura 7: Variação da Turbidez (A), DBO5 (B), Nitrato (C) e pH (D) na nascente



Fonte: DO AUTOR

As concentrações de nitrato variaram entre 0 e 4,5 mg/L (Figura 7C). A resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) condiciona para águas doce classe 2 deve-se manter uma concentração de nitrato com valor máximo de 10 mg/L. Por tanto os valores ficaram dentro do que preconiza a legislação e os picos nos valores podem ser associados à adubação na área. A característica do nitrato com valor dentro dos limites máximo da resolução confirma o estudo de Sopper (1975), que mostrou que áreas com vegetação em seu contorno promovem a proteção contra a sedimentação e lixiviação excessiva dos nutrientes.

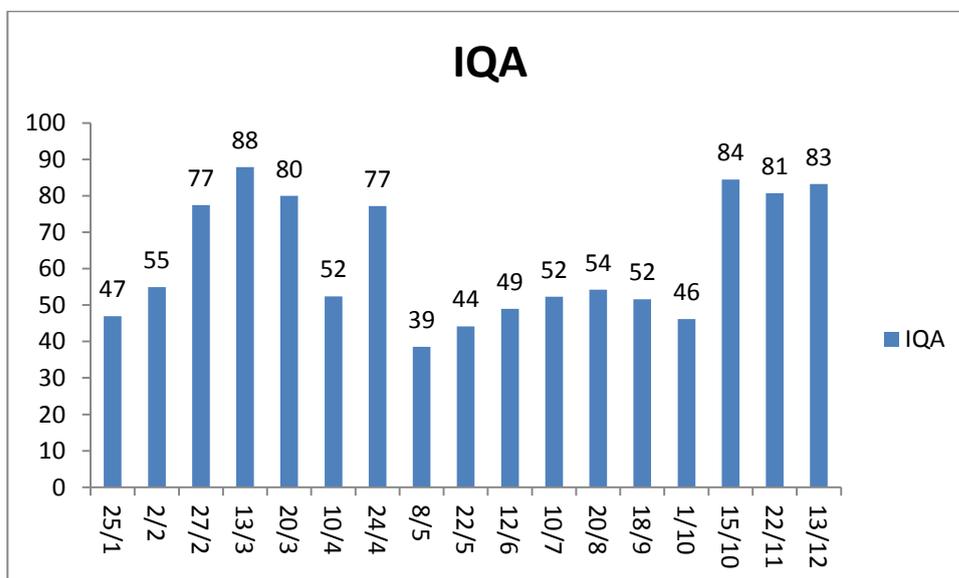
Conforme apresentado na Figura 7D, o valor de pH ficou fora do intervalo preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) para águas classe 2, entre 6 a 9, somente para a análise do dia 22/05 onde o valor de pH foi de 9,66. De acordo com Silva et al. (2008), o pH é influenciado

pela temperatura da água, sendo que quanto maior a temperatura menor será o pH, o que explica o valor encontrado para esta amostra, onde a temperatura observada foi a menor ao longo do período monitorado.

4.2. Índice de Qualidade da Água da Nascente

Com base nos resultados obtidos dos 9 parâmetros, a citar, oxigênio dissolvido, coliformes fecais, temperatura, potencial hidrogeniônico, nitrato, fosfato, turbidez, sólidos totais e demanda bioquímica de oxigênio constantes na figura 14, foi determinado o IQA, conforme o procedimento realizado no item 5.4 da metodologia de cálculo para determinação do IQA.

Figura 8: Variação do índice de qualidade da água ao longo do período monitorado.



Fonte: DO AUTOR

Durante o período monitorado, a água da nascente pode ser classificada, de acordo com IGAM (2005), como de qualidade média. Os menores valores de IQA encontrados para a nascente estão relacionados à presença de coliformes termotolantes nos períodos de maio a setembro, altas concentrações de fosfato e a presença de nitrato nos períodos de janeiro e também de maio a setembro, e pequenas concentrações de OD para o mesmo período. Por se tratar de uma nascente o valor é relativamente baixo, além disso, deveria apresentar as condições da Classe Especial, em que devem ser mantidas as condições naturais do corpo d'água (BRASIL, 2005). Apesar de haver junto à nascente uma área composta por mata ciliar, há também áreas agrícolas em seu contorno, constituindo uma fonte de poluição difusa, mostrando que a nascente sofre o

impacto da atividade. Portanto, a dinâmica de uso e ocupação do solo na área da micro bacia contribui substancialmente para a degradação da qualidade da água, e os fatores determinantes se devem às cargas poluidoras de origem agrícolas.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou que os parâmetros coliformes totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH e sólidos totais, possuem valores em discordância com a normativa CONAMA 357/ 2005 para a classe de enquadramento II em, no mínimo, uma amostra ao longo do período monitorado.

A presença de coliformes totais, a alta concentração de fosfato, somados a baixa concentração de oxigênio dissolvido, ocasionaram a redução do IQA ao longo do período amostrado.

Com os dados obtidos no IQA, a qualidade da nascente foi considerada média ao longo do período monitorado, e que apesar de haver junto à nascente uma área de preservação permanente composta por mata ciliar, há também áreas agrícolas em seu contorno de constituindo uma fonte de poluição difusa, mostrando que a nascente sofre impacto da atividade.

REFERÊNCIAS

ABRH. (1997). - **Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Lei Federal 9433**, de 8 de janeiro de 1977. São Paulo.

ANDRADE PINTO, Lilian Vilela; DE ROMA, Talita Nazareth; DE CARVALHO BALIEIRO, Kátia Regina. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Cerne**, v. 18, n. 3, 2012.

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo**, v.10, n.2, p.185-96, 1998.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, 2008.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente Resolução n.357**, de 17 de março de 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Brasília, DF, 18 mar.2005.

Brito, R. N. R.; Asp, N. E.; Beasley, C. R.; Santos, H. S. S. Características sedimentares fluviais associadas ao grau de preservação da mata ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense. **Revista Acta Amazônica**, v.39, p.173-180, 2009.

BROWN, G.W. Forestry and water quality. 2 nd ed. Oregon: [s.n.], 1988. 142 p. CETESB. Relatório de qualidade de água interiores do Estado de São Paulo 1995. São Paulo: Cetesb, 1995. 286 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003**.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental** – Estado de São Paulo.2014.

CAMARGO, Rosana. A possível futura escassez de água doce que existe na Terra. **São Paulo: Revista Sinergia**, vl, v. 3, 2003.

COSTA, Fernando Barbosa; DE OLIVEIRA FERREIRA, Vanderlei. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 7, n. 18, 2015.

D'AGUILA, Paulo Soares et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, p. 791-798, 2000.

DANELON, Jean Roger Bombonato; NETTO, F. M. L.; RODRIGUES, Silvio Carlos. Análise do nível de fósforo total, nitrogênio amoniacal e cloretos nas águas do córrego Terra Branca no município de Uberlândia (MG). **Rev. Geonorte**, v. 1, n. 4, p. 412-421, 2012.

DANTAS, Antonio Augusto Aguilar et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.

DE ASSIS ESTEVES, Francisco. **Fundamentos de limnologia**. Interciência, 1998.

DE SOUZA, Amaury; BERTOSSI, Ana Paula Almeida; LASTORIA, Giancarlo. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do Córrego Bandeira, Campo Grade, MS. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 227-234, 2015.

DONADIO, Nicole MM; GALBIATTI, Joao Antonio; PAULA, Rinaldo C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, p. 115-125, 2005.

EATON, A. D. et al. APHA: standard methods for the examination of water and wastewater. Centennial Edition., **APHA, AWWA, WEF, Washington, DC**, 2005.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. 2.ed. Rio de Janeiro: **Interciência, Brasil** 1998. 602 p.

FEDERATION, Water Environmental et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association (APHA)**: Washington, DC, USA, 2005.

FLORES MONTES MJ, MACÊDO SJ, KOENING ML E LINS IC. 1998. Variação nicteral do fitoplâncton e elementos nutrientes no Canal de Santa Cruz, Itamaracá - PE - Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** 26: 13-26.

FUZINATTO, Cristiane Funghetto et al. Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água. 2009.

HADDAD, Eduardo Abjaud; JÚNIOR, Antônio Pereira Magalhães. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. **Geosul**, v. 25, n. 49, p. 79-102, 2010.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Indicadores de qualidade. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/sem-categoria/319-indice-de-qualidade-das-aguas-iqa> . Acesso em: 10 Abri 2019.

MAGALHÃES JR, A. P. **Os indicadores como instrumentos de apoio à**

consolidação da gestão participativa da água no Brasil: realidade e perspectivas no contexto dos comitês de bacia hidrográfica. 2003. 2003. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB.

MAIA DE ANDRADE, Eunice et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, 2007.

MAIER, Maria Helena. Ecologia da bacia do Rio Jacaré Pepira (47 55'-48 55'W; 22 30'-21 55'S-Brasil): qualidade da água. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 2, p. 164-85, 1987.

MANSOR, Maria Teresa Castilho et al. Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, Limeira-SP. 2005.

MARMONTEL, Caio Vinicius Ferreira; RODRIGUES, Valdemir Antonio. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MINAS GERAIS. COPAM – Conselho de Política Ambiental; CERH – Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH-MG nº 01**, de 05 de maio de 2008.

MOSCA, Andreia Arruda de Oliveira. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas.** 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MORAN, Joseph M.; MORGAN, Michael D.; WIERSMA, James H. Introduction to environmental science. 1986.

Natal, RN, 2008. 198f. Dissertação ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 2ed. Rio de Janeiro: **Interciência**, 1998. P.43-263.

NOZAKI, Cássia Tiemi et al. COMPORTAMENTO TEMPORAL DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO E pH NOS RIOS E CÓRREGOS URBANOS. **Atas de Saúde Ambiental- ASA (ISSN 2357-7614)**, v. 2, n. 1, p. 29-44, 2014.

PEREIRA, Luci CC et al. Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté river estuary, Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 467-478, 2010.

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

1997. 56 p.

PIVELI, Roque Passos; KATO, Mario Takayuki. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. 2006.

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

SILVA, D. da; PRUSKI, Fernando Falco. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília: **MMA/SBH/ABEAS**, 1997.

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. **Journal of Environmental Quality, Madison**, v.4, p. 24-29, 1975.

STEIN, P. et al. Qualidade das águas do aquífero Barreiras no setor sul de Natal e norte de Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, p. 226- 237, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v.1. 3ed. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 1996.