



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

JULIA COMELLI DA SILVA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA OBTENÇÃO DO IQA

**Assis/SP
2021**



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JULIA COMELLI DA SILVA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA OBTENÇÃO DO IQA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de química industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão

Orientando(a): Julia Comelli da Silva
Orientador(a): Prof^ª. Me. Elaine Amorim Soares

Assis/SP
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

S586a SILVA, Julia Comelli da

Avaliação da qualidade da água em área de preservação permanente pela obtenção do IQA / Júlia Comelli da Silva. – Assis, 2021.

40p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial)- Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA.

Orientadora: Me. Elaine Amorim Soares

1.Qualidade-água 2.Preservação-água 3.IQA

CDD 546.22

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA OBTENÇÃO DO IQA

JULIA COMELLI DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador:

Prof^a. Me. Elaine Amorim Soares

Examinador:

Prof^a. Dr^a. Patrícia Cavani Martins de Mello

Assis/SP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente aos meus pais que me apoiaram e me ajudaram em todos os momentos de minha vida, a minha família e ao meu namorado que me ajudou e me apoiou durante todo o tempo de trabalho de conclusão de curso. Então uma parte dessa vitória também é deles, á eles dedico esta monografia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter guiado meu caminho para que eu chegasse até aqui. À professora, Elaine Amorim, pela orientação e pela dedicação para que eu conseguisse concluir este trabalho. Ao meu grande amigo e professor Sergio Cortez, a minha companheira de coleta Rafaela Lima, e meus amigos de sala Leticia, Ana Beatriz e Matheus que me ajudaram inúmeras vezes durante todo meu curso. Agradeço aos amigos que em especial viram minha luta para não desanimar nos estudos de perto, que sempre estiveram ao meu lado, me ouvindo, me dando força, incentivando nos momentos de desespero, por isso e tudo mais só tenho a agradecer. Foram quatro anos de conquistas e realizações, obrigada a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho. Aos familiares que sempre me deram força aos meus estudos, em especial à meus pais Marinela e Carlos, que como ninguém viram o quanto me dediquei a este trabalho e que não mediram esforços para realizar uma importante etapa em minha vida.

RESUMO

O maior patrimônio da humanidade é a água, um bem natural e direito de todos, fundamental á todos seres vivos. Seu uso é indispensável para inúmeras atividades como abastecimento para consumo humano, recreação, irrigação, dessedentação de animais e obtenção de energia. Conforme acontece o crescimento populacional o uso da terra acaba sendo alterado, considerando a poluição doméstica e também altas taxas de consumo e escoamento superficial da água, além também do desrespeito ocorrido em Áreas de Proteção Permanente (APPs) ameaçando então a qualidade da água. O IQA é composto por nove parâmetros, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água através do IQA - Índice de Qualidade da Água de 11 pontos localizados na área de proteção permanente do Instituto Florestal de Assis. Os resultados médios das 3 campanhas de coletas apontaram que os pontos 1 e 2, estão regulares na escala de IQA segundo a CETESB, e os ponto 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;10 e 11 estão bons na escala de IQA. Por ser tratar de área de preservação permanente, o esperado seria que o IQA desses pontos fossem ótimos, já que a descarga de matéria orgânica, em teoria, é reduzida, porém a crise hídrica enfrentada atualmente indica que não só a quantidade, mas também a qualidade da água é afetada.

Palavras-chave: IQA; qualidade da água, área de preservação permanente.

ABSTRAT

The greatest patrimony of humanity is water, a natural good and a right for all, fundamental to all living beings. Its use is essential for numerous activities such as supply for human consumption, recreation, irrigation, watering animals and obtaining energy. As population growth happens, land use ends up being changed, considering domestic pollution and also high rates of consumption and surface runoff of water, in addition to the disrespect that occurred in Permanent Protection Areas (PPAs) thus threatening water quality. The WQI is made up of nine parameters, which were set according to their importance for the global conformation of water quality. This work aimed to evaluate the water quality through the WQI - Water Quality Index of 11 points located in the permanent protection area of the Instituto Florestal de Assis. The average results of the 3 collection campaigns showed that points 1 and 2 are regular in the WQI scale according to CETESB, and point 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 and 11 are good on the WQI scale. As it is a permanent preservation area, it would be expected that the WQI of these points would be excellent, since the discharge of organic matter, in toeria, is reduced, but the water crisis currently faced indicates that not only the quantity, but also the water quality is affected.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Pontos de Coleta	28
Figura 2:	Diluição.	31
Figura 3:	Média de resultados obtidos nas três campanhas de coleta.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.....	19
Tabela 2:	Resultados obtidos na primeira campanha de coleta.....	33
Tabela 3:	Resultados obtidos na segunda campanha de coleta.....	33
Tabela 1:	Resultados obtidos na terceira campanha de coleta.....	34
Tabela 2:	Tabela CETESB de classificação do IQA.....	34
Tabela 3:	Média dos IQA'S obtidos nas 3 campanhas de coleta.....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. QUALIDADE DA ÁGUA	14
2.1. PARÂMETROS DA QUALIDADE	14
3. ÁGUA EM ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE	16
3.1. ÁREAS PROTEGIDAS	16
4. IQA - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	18
4.1.1. Oxigênio dissolvido	19
4.1.2. Coliformes termotolerantes	20
4.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)	20
4.1.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	20
4.1.5. Temperatura da Água	21
4.1.6. Nitrogênio Total	21
4.1.7. Fósforo Total	21
4.1.8. Turbidez	22
4.1.9. Resíduo Total	22
5. ENSINO MÉDIO	23
5.1. MÉTODO	23
5.2. PARTE EXPERIMENTAL	24
6. MATERIAIS E MÉTODOS	25
6.1. MATERIAIS	25
6.1.1. Equipamentos	25
6.1.2. Reagentes	25
6.1.3. Amostras	26
6.2. MÉTODOS	27
6.2.1. Preparo dos frascos de coleta	27
6.2.2. Coleta das amostras	27
6.2.3. Análises Físico-químicas	28
6.2.3.4 Nitrito	29
6.2.3.5 Fosfato Total	30
6.2.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio	30
6.2.4. Análise Microbiológica	31

6.2.3.1	Coliformes Termotolerantes.....	31
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
8	CONCLUSÃO	37
9	REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O maior patrimônio da humanidade é a água, um bem natural e direito de todos, fundamental à todos seres vivos, tanto como plantas animais e nós seres humanos, seu uso é indispensável para inúmeras atividades de recreação, irrigação até mesmo energia usados por várias indústrias em crescente expansão observados nas últimas décadas. O problema da poluição crescente vem se desenvolvendo em rios, reservatórios e lagos de modo negativo ao abastecimento público e afetando vidas aquáticas dependentes de uma boa qualidade e nutrição da água (BARROS; BARRETO; LIMA, 2012).

Águas interiores, subterrâneas ou fluentes são consideradas mananciais e são usadas principalmente para o abastecimento público, a qualidade da mesma deve ser monitorada afins de priorizar a integridade e a potabilidade para o consumo tanto para o controle e devidas correções preventivas. A eutrofização presente em vários países vem provocando efeitos de degradação em ambientes aquáticos afetando o balanço ecológico consequentemente comprometendo águas de diversos países (BARROS; BARRETO; LIMA, 2012.,BUCCI; OLIVEIRA, 2014).

No ano de 1970 foi iniciado estudos para realização de parâmetros de qualidade com o objetivo de controle da água com base na qualidade, feito por “*National Sanitation Foundation*” dos EUA, e que foi adaptado pela CETESB e desenvolvido o IQ-CETESB, um índice que determina a avaliação da água sendo priorizada a qualidade para o consumo humano (BARROS; BARRETO; LIMA, 2012). No Brasil, a adaptação da CETESB teve o índice utilizado por vários pesquisadores e órgãos ambientais na intenção de priorizar o controle e a qualidade da água e assim manter parâmetros fidedignos e compor a elaboração do IQA para segurança das águas. (ANDRADE *et al*, 2005).

A avaliação do parâmetro que determina a qualidade da água é principalmente baseada em variáveis matemáticas padronizadas que unifica a qualidade biológica, física, e química da mesma facilitando a comunicação em fatores numéricos determinando seu objetivo, tanto como método avaliativo como controle de qualidade para a vida aquática e consumo humano. O IQA é no Brasil o padrão ouro que possibilita a comparação de diferentes áreas analisadas através de estudos já realizados que utilizaram estes índices em locais distintos (MENEZES *et al*, 2018).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água através do IQA - Índice de Qualidade da Água de 11 pontos localizados na área de proteção permanente do Instituto Florestal de Assis.

2. QUALIDADE DA ÁGUA

O termo usado “qualidade de água” não quer dizer sobre o seu estado de pureza e sim sobre as suas características, químicas, biológicas e físicas. A qualidade da água de um recurso hídrico, avalia-se dependendo das substâncias que estão presentes na mesma, denominada então como parâmetros de qualidade da água. As substâncias caracterizam condições que água se encontra para os seus respectivos usos. (MERTEN, MINELLA, 2002). Condições geológicas e de vegetação na bacia, o desempenho dos ecossistemas aquáticos e também terrestres e das ações humanas, podem causar alterações na qualidade da água, Ações antropogênicas são as que mais causam impacto por conta de sua carga de poluentes nos sistemas hídricos e a alteração do uso da terra pode acabar provocando intervenções no sistema fluvial. (TUCCI, 2007).

Cerca de aproximadamente 4,6 milhões de crianças de até cinco anos acabam morrendo de diarreia por ano, uma doença que está associada ao consumo de água contaminada. No Brasil acontece cerca de 65% de internações hospitalares, sendo crianças a parte principal delas, se dando por consumo de água não potável. A diarreia e as infecções parasitárias ocupam o segundo lugar de causas de mortalidade infantil no Brasil, esse fato pode ser mudado, pois o abastecimento de água potável e saneamento básico podem reduzir em até 75% a mortalidade da população (BRANCO, 2008).

2.1. PARÂMETROS DA QUALIDADE

No País temos Leis que obrigam as realizações de testes com controle de amostras, sendo desde o local onde a água se origina até chegar ao seu destino final, na rede hídrica da cidade, isso para que possam assegurar a qualidade da água que será fornecida para a população. Os parâmetros que são monitorados, são eles: cloro, flúor, turbidez, cor, pH e também a presença de coliformes fecais (BRITES, 2008).

Tratar água tem suas diversas finalidades, isso para que ocorra melhorias nas condições higiênicas, ocorrendo a remoção de protozoários, micro-organismos e qualquer tipo de substâncias nocivas que podem se fazer presentes na água.

A qualidade da água acaba refletindo os efeitos agregados de vários processos ao longo de um caminho percorrido, sendo influenciada pelas características da bacia hidrográfica (MASSOUD, 2012). Sendo então importante avaliar a qualidade da água para adequá-la ao seu respectivo uso (SINGH; MALIK; SINHA, 2005).

Ao avaliar a qualidade das águas superficiais, deve ser empregado métodos que sejam de fácil compreensão para que as informações possam ser transmitidas aos usuários deste recurso. O uso de índices de qualidade é uma alternativa para que possamos acompanhar as alterações na qualidade da água ao longo de uma bacia hidrográfica ou do tempo (DONADIO; GALBIATTI; PAULA, 2005; LOPES et al., 2008).

3. ÁGUA EM ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE

Áreas de preservação permanente pela legislação vigente hoje no Brasil, abrange espaços territoriais e bens que são de interesse nacional, por serem especialmente protegidos, sendo eles cobertos ou não por vegetação, sendo sua função ambiental preservar os recursos hídricos, protegendo a fauna e flora, e também assegurando o bem estar da população humana (RIBEIRO, 2011).

Conforme acontece o crescimento populacional o uso da terra acaba sendo alterado, considerando a poluição doméstica e também altas taxas de consumo e escoamento superficial da água, além também do desrespeito ocorrido em Áreas de Proteção Permanente (APPs) ameaçando então a qualidade da água (LIMA, 2013).

Algumas das atividades humanas que acontecem nas margens de um rio influenciam na qualidade da água e podem acabar restringindo os possíveis usos de recursos hídricos. Então a análise do uso e ocupação do solo é um dos fatores primordiais em uma avaliação ambiental, que não pode ser feita apenas pelo ponto de vista físico, sendo considerado a relação que existe entre a degradação natural e as formas de uso da sociedade (ROMÃO; SOUZA, 2011).

3.1. ÁREAS PROTEGIDAS

Para que se proteja uma área de forma eficiente criou um sistema de Áreas Protegidas, que no Brasil, é conhecida como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que foi aprovada no ano de 2000. O SNUC estabelece alguns dispositivos importantes e entre eles são definidas suas categorias de Áreas Protegidas, as de Proteção Integral voltadas, como o nome diz, para que tenha a defesa integral de seus atributos naturais e as de Uso Sustentável que permite a utilização de seus recursos naturais, para qualquer de interesse social, desde que seja garantida a proteção da biodiversidade.

Uma área protegida tem uma grande probabilidade de ser contaminada por efluentes industriais, como esgotos ou também resíduos sólidos que são descartados pela pró-

pria população, fazendo com que diminua drasticamente a qualidade da água, desviando-se dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA. Citando um caso análogo, o descarte de esgoto corpo d'água acabada tornando a água insalubre, podendo conter então coliformes totais e termotolerantes que são responsáveis por doenças causadas quando se tem a ingestão de água contaminada (RDA, 2016).

A importância de ter o controle de qualidade da água por meio de análises periódicas é tão grande que a lei nº 3.718 de 19/01/83 institui sua obrigatoriedade, A lei diz que, é de encargo do responsável pelo local de consumo providenciar os atestados de potabilidade da água. Análises irão garantir a sanidade da água (RDA, 2016).

4. IQA - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

A partir de um estudo que foi realizado no ano de 1970 pelo “National Sanitation Foundation” do Estados Unidos, a CETESB adaptou e acabou desenvolvendo o IQA – Índice de Qualidade das Águas que incorpora nove variáveis consideradas então relevantes para a avaliação da qualidade das águas tendo como principal determinante a sua utilização para o abastecimento público. (NATIONAL SANITATION FOUNDATION, 2016).

A criação do IQA acabou baseando-se numa pesquisa de opinião junto com especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis que seriam avaliadas, o peso relativos e a condição com que ele se apresenta para cada parâmetro. Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água proposta inicialmente, foram selecionadas somente nove (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2017)

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2017).

A seguinte fórmula é utilizada:

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

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Tabela 1: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2017).

4.1.1. Oxigênio dissolvido

O OD é de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja consumido, têm-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com geração de maus odores (VON SPERLING, 1996). O teor de OD é um indicador das condições de poluição por matéria orgânica. Portanto, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de OD podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 2012).

4.1.2. Coliformes termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme constituem o indicador de contaminação fecal mais comum, sendo aplicada como parâmetro bacteriológico básico na caracterização e na avaliação da qualidade das águas em geral (VON SPERLING, 1996). As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas, mas sua presença em grande número indica a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica como, por exemplo, desintéria bacilar, febre tifoide e cólera (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017).

4.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é um dos indicativos mais importantes de monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. A acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações, enquanto o excesso de solubilização de sais também pode tornar a água imprópria para consumo devido à elevada dureza (BAIRD, 2011).

4.1.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})

A expressão DBO representa a quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica (MOTA, 2012). Esse parâmetro é utilizado para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica, que corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantidos a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona à morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática. A morte de peixes em rios poluídos se deve, também, à ausência de oxigênio e não somente à presença de substâncias tóxicas (VON SPERLING, 1996).

4.1.5. Temperatura da Água

A temperatura possui duas origens quando relacionada como parâmetro de caracterização das águas. A primeira é a origem natural, e está relacionada à transferência de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo, enquanto a origem antropogênica está relacionada com águas de torres de resfriamento e despejos industriais (ALVES, 2008). Sua importância como parâmetro de qualidade da água é que as elevações de temperatura aumentam as taxas das reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases e aumentam a taxa de transferência dos mesmos, o que pode gerar mau cheiro no caso da liberação de gases com odores desagradáveis (VON SPERLING, 2005).

4.1.6. Nitrogênio Total

O nitrogênio é um constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos. As fontes de contaminação desse composto em corpos d'água são de origem natural ou antropogênica, sendo a última a mais importante, pois é constituída por despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 2005). O principal problema relacionado com altas concentrações de nitrogênio é a eutrofização. Por ser um elemento indispensável para o crescimento de algas e, estando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, causando interferências aos usos desejáveis do corpo d'água, gerando problemas como gosto e odor, redução de oxigênio e transparência, declínio da pesca, mortandade de peixes, obstrução de cursos d'água e efeitos tóxicos sobre animais e seres humanos (VON SPERLING, 2005).

4.1.7. Fósforo Total

O fósforo é um nutriente essencial para todas as formas de vida. Ele aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (IAP, 2005).

4.1.8. Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta no aumento da turbidez das águas. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas (IAP, 2005). A turbidez é uma característica da água devido à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde suspensões grosseiras aos coloides, dependendo do grau de turbidez. Pode ser causada por detritos orgânicos, algas, bactérias e plâncton em geral. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (RICHTTER; AZEVEDO NETTO, 2002). Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente seus usos doméstico, industrial e recreacional (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2009).

4.1.9. Resíduo Total

Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho, as suas características químicas e a sua decantabilidade: sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, sólidos voláteis, sólidos fixos, sólidos em suspensões sedimentáveis e sólidos em suspensão não sedimentáveis. Os constituintes dissolvidos representam sólidos em solução verdadeira e constituem a salinidade total das águas (VON SPERLING, 2005). Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água. A água com demasiado teor de sólidos dissolvidos totais não é conveniente para o uso, qualquer que seja. Quando contém menos de 500 mg/L é considerada satisfatória para o uso doméstico e para muitos fins industriais. Já acima de 1000 mg/L contém minerais que lhe conferem um sabor desagradável e a torna inadequada para diversos usos (CARVALHO, OLIVEIRA, 2003).

5. ENSINO MÉDIO

Poluição Hídrica é um grande problema de saúde pública, que tem atingido muitas cidades brasileiras. Isto ocorre muitas vezes por conta dos descartes incorreto de efluentes contaminados, vindo de diversos lugares como o próprio esgoto doméstico, industrial e também dejetos animais, causando alterações na qualidade da água. As alterações ocorridas através da poluição podem influenciar nos processos físico-químicos, interferindo no metabolismo e também na diversidade de organismos que desempenham papéis ecológicos. (ANACLETO; BILOTTA, 2015)

Análise de água vem como um meio de que seja promovida conscientização ambiental. Isso pode ajudar com o comprometimento dos cidadãos com a qualidade da água de seu município, por meio de compartilhamento de informações. Há no Brasil diversos pesquisadores que utilizam da prática de análises de água envolvendo a comunidade, todos acabam relatando benefícios socioambientais que ocorrem devido a percepção desenvolvida pela população sobre a importância da qualidade da água. (ANACLETO; BILOTTA, 2015)

No ensino médio é de grande importância a aplicação de aulas práticas, pois desenvolve no aluno um interesse maior para as aulas ministradas, fazendo com que o aluno busque as respostas das questões apresentadas em aula. Aproximando então o aluno a realidade do seu cotidiano, despertando iniciativa e aprimora as habilidades linguísticas, mentais e de concentração, ajudando-o com as interações sociais e o trabalho em equipe. (MEDEIROS et al., 2008, p. 1883).

5.1. MÉTODO

Como o ensino é ministrado muitas vezes sem a realização de experimentos, realiza-se então aulas práticas e teóricas sendo abordado o conteúdo sobre a qualidade da água para os alunos do ensino médio das respectivas escolas. Aplicando aos alunos questionários para serem analisados o conhecimento prévio do aluno em relação a qualidade da água, aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

Ocorrendo então o levantamento do nível de compreensão do aluno quanto a temática. A partir daí aulas experimentais com a participação dos alunos, após coleta de diversos pontos de coleta para a efetuação da caracterização da água destinada ao abastecimento público da cidade, com os procedimentos de análises físico-química e bacteriológica, visando aprender a vivencia pratica e obtendo informações quanto ao nível de qualidade.

5.2. PARTE EXPERIMENTAL

Temos diversos experimentos existentes, que nos permite analisar a qualidade da água, ressaltando os parâmetros físico-químico, como temperatura, turbidez, cor, odor e também o pH. Podendo ser realizados com um Kit, que ajuda a analisar os parâmetros básicos, verificando a qualidade da água, de uma forma rápida e simples. Sendo então proposta uma visita com os alunos, incentivando a conscientização por meio de análises. Pois o conhecimento é uma forma eficaz para que aprenda sobre conscientização ambiental.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. MATERIAIS

6.1.1. Equipamentos

Espectrofotômetro FEMTO 600S;

Estufa Microbiológica NOVA ÉTICA 440/1D;

Filtro manifold MANIFOLD D3;

pHmetro PROBAB MPA 210;

Digestor TE 021 DRY BLOCK;

Chapa de ebulição MARCONI;

Membrana filtrante;

Placa de Petri;

Bastão magnético;

Tubos Nessler; Béquer;

Erlenmeyer;

Pipeta volumétrica;

Pipeta graduada.

6.1.2. Reagentes

Os reagentes utilizados neste trabalho foram de grau analítico.

Ácido clorídrico p.a;

Ácido fenoldissulfônico p.a;

Ácido ascórbio p.a; Fenato p.a;

24 Hidróxido de sódio 6 M;

Hidróxido de potássio 12 M;
Cloreto de sódio p.a;
Nitroprussiato de sódio p.a;
Solução de hipoclorito de sódio 20%;
Solução de N-(1-naftil) etilenodiamina 0,005 M;
Solução de N- alil Tiouréia 0,5%;
Solução de sulfato de prata 0,02 M;
Solução tampão pH: 4,0;
Solução tampão pH: 7,0;
Solução tampão pH 10,0;
Solução de tartarato de sódio e potássio;
Água destilada;
Água deionizada;
Solução digestora NKT/PT;
Meio de cultura m-Endo-Agar;
Meio de cultura m-Fe- Agar;
Meio de cultura Sandard Methods Agar;
Fenolftaleína.

6.1.3. Amostras

As amostras foram coletadas na área de Preservação Permanente do Horto Florestal de Assis.

6.2. MÉTODOS

6.2.1. Preparo dos frascos de coleta

Para a coleta das amostras foram utilizados frascos autoclaváveis de polietileno de 500 mL e de 1000 mL. Os frascos utilizados para a coleta de material destinado às análises físico-químicas foram lavados com detergente neutro e incolor e água corrente, em seguida foram ambientados com água deionizada e secos em estufa de esterilização a 60°C. Já os frascos utilizados para coleta de água destinada às análises microbiológicas foram lavados com detergente neutro e incolor, ambientados com água deionizada, levados a autoclave, aonde foram submetidos a uma pressão de 1 atmosfera e a uma temperatura de 121°C por 30 minutos para total desinfecção.

6.2.2. Coleta das amostras

As coletas foram realizadas três vezes durante o tempo de um ano nos dias vinte e nove de abril, dezenove de agosto e dezesseis de setembro de dois mil e vinte um, todos em horário matutino. As amostras foram coletadas e armazenadas nos frascos, sob refrigeração e posteriormente encaminhados para o laboratório onde realizou-se as análises.

Os 11 pontos amostrados no Instituto Florestal são denominados: Antas; Barro Preto Nascente; Barro Preto Meio; Cervo Represa Nascente; Xaxim; Pirapitinga; Pavãozinho; Pavão; Lagoa; Campestre Final; Campestre Meio, e estão representados na Figura 1.

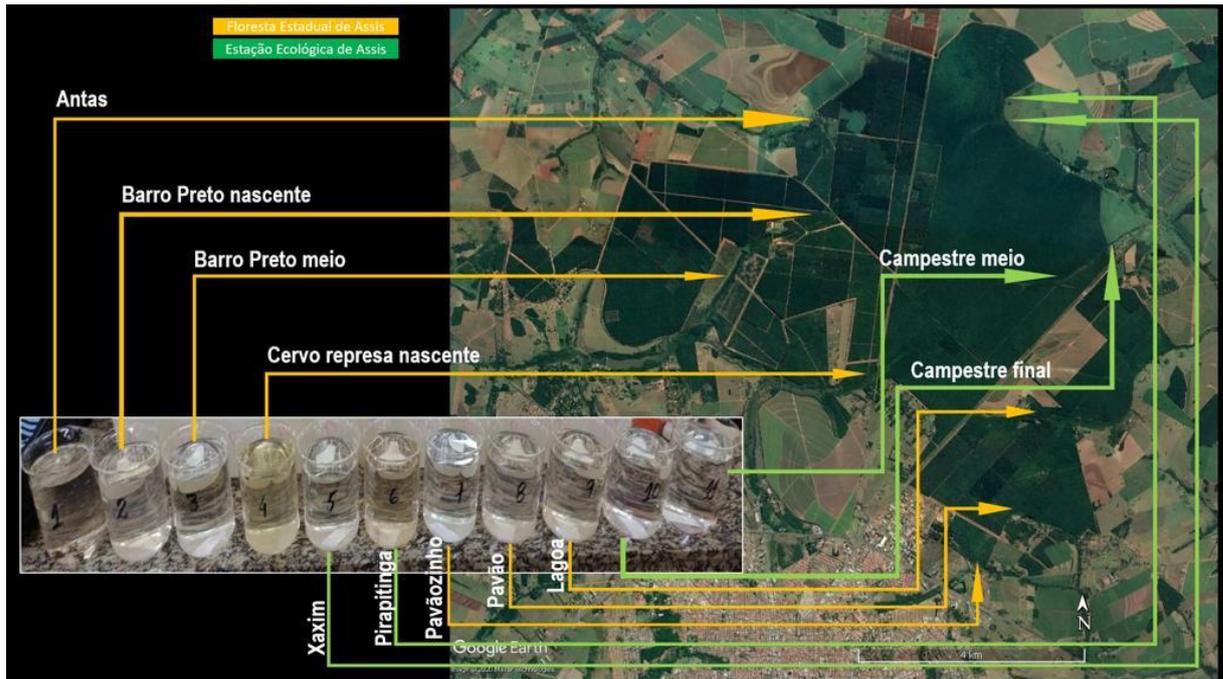


Figura 1: Pontos de Coleta.

6.2.3. Análises Físico-químicas

6.2.3.1. pH

O pHmetro foi calibrado com os tampões de pH 4,0 e pH 7,0 e pH 10,0. Foi lavado o eletrodo e inserido na amostra contida em um béquer. O resultado foi obtido diretamente pela leitura do pH pelo eletrodo.

6.2.3.2. Nitrogênio Amôniacal

Foram adicionados em um balão volumétrico de 100 mL, 50 mL da amostra. Em seguida foi adicionado 3 gotas de tartarato de sódio e potássio, 1 mL de NaOH 6 M, 3 mL fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio 20% e 0,5 mL Nitroprussiato sódio.

O teor de nitrogênio amoniacal das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de amônia no comprimento de onda de 660 nm.

6.2.3.3. **Nitrato**

Foram transferidos 50 mL de amostra para um erlenmeyer de 250 mL que foi levado à chapa de ebulição para redução do volume, até a produção de um pequeno filete de vapor, tomando-se o cuidado para não queimar os resíduos. Foi retirado da chapa e aguardou o resfriamento, foi adicionado 2 mL de ácido fenoldissulfônico ao erlenmeyer, juntamente com 10 mL de água destilada e 7,5 mL de KOH 12 M. Foi transferido a mistura para um balão volumétrico de 100 mL que foi avolumado. Após o repouso de 10 minutos, foi realizada a leitura da absorbância no espectrofotômetro.

O teor de nitrato das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de nitrato no comprimento de onda de 410 nm.

6.2.3.4 **Nitrito**

Em um tubo de ensaio grande foi adicionado 50 mL de amostra e 1 mL de solução sulfanilamida. A amostra foi agitada e aguardou-se por 5 min. Após o repouso foi adicionado 1 mL de solução N-(1-naftil)etilenodiamina que foi agitado e teve que aguardar 10 minutos para a efetivação da leitura da absorbância no espectrofotômetro.

O teor de nitrito das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de nitrito no comprimento de onda de 423 nm.

6.2.3.5 Fosfato Total

Foram adicionados em um erlenmeyer 100 mL de amostra juntamente com 10 mL de solução digestora NKT/PT que foi levado à chapa ebulição para redução do volume, até a produção de um pequeno filete. Foi retirado da chapa e aguardou o resfriamento, e em seguida teve que ser transferido para um balão volumétrico de 100 mL que foi avolumado.

Em um béquer foi preparado uma mistura de 5 mL de uma mistura combinada para cada amostra juntamente com ácido ascórbico (0,5 g do mesmo a cada 100 mL da amostra). Foi retirado 25 mL da base NKT/PT para um balão volumétrico de 50 mL. Em seguida foi adicionado ao balão 2 gotas de fenolftaleína, solução de NaOH e NaCl até o conteúdo ficar rosa, solução ácida até voltar a ficar incolor e 5 mL do reagente combinado que foi avolumado. Após o repouso de 10 min, foi feita leitura da absorbância no espectrofotômetro.

O teor de fosfato total das amostras de água foi determinado espectrometricamente através da correlação com soluções padrão de fosfato no comprimento de onda de 660nm.

6.2.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A amostra foi colocada em um béquer, corrigindo seu pH entre 6,8 e 7,2 utilizando NaOH para pH menor que 7 e HCl para pH maior que 7. Em uma proveta foi transferido 432 mL da amostra de acordo com a menor diluição de 0 – 40 que foi colocado no âmber. Forão adicionados 10 gotas do inibidor N-alilTiouréia e o bastão magnético, tampando com a base. Foi inserido NaOH em pastilhas no suporte que foi tampado com o Oxitop que foi zerado. A amostra foi preparada em garrafas específicas para a

Pesou-se o meio desidratado na quantidade especificada no frasco, para uma quantidade respectiva de água destilada. Agitou até a completa dissolução. Transferiu-se para seus respectivos tudo de ensaio com tubos de Durham invertidos 10 ml. Esterilizou em autoclave a 121°C durante 15 minutos.

Foi adicionado em cada tudo 1ml das amostras coletas, tubos numerados com a diluição denominada com 10, 1 e -1 como mostra na figura 2.

Após ser adicionada as amostras em seus tubos, foram devidamente tampados e colocados em estufa de 37°C por 24/48 horas. Os tubos positivos, turvos e com formação de gás, foram transferidos para caldo EC e incubados à 44,5°C/24 horas em banho-maria. Decorrido esse período, os tubos positivos que produziram gás foram quantificados em utilizando uma tabela de Número Mais Provável com limite de 95% de confiança.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 mostra os resultados obtidos na primeira coleta realizada no dia vinte e quatro de abril de 2021.

1	Ponto	pH	cond	temp	STD	turb	DBO	DO %	DO mg/l	NO3	NO2	NH3	NKT	NT	PT	ST	Coliformes
2	1	5,59	22,38	17,3	1,85	5,69	<1	58,40	5,52	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	110,00	1600
3	2	5,97	10,20	17,7	0,82	9,19	<1	44,20	4,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	100,00	>1600
4	3	6,08	7,15	17,6	0,58	1,96	<1	51,40	4,75	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	110,00	1600
5	4	6,62	7,53	17,3	0,62	7,99	<1	75,00	6,44	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	90,00	900
6	5	6,68	8,16	17,4	0,67	5,08	<1	70,50	6,62	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	40,00	34
7	6	6,35	11,87	17,6	0,95	6,92	<1	42,60	4,07	0,08	<0,01	0,17	1,09	1,35	<0,01	120,00	34
8	7	6,58	8,78	17,4	0,72	3,22	<1	78,90	6,52	0,10	<0,01	0,16	1,18	1,44	<0,01	80,00	12
9	8	6,62	8,30	16,4	0,72	2,96	<1	29,80	2,76	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	50,00	170
10	9	6,70	13,81	16,3	1,21	9,04	<1	66,60	6,16	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	70,00	900
11	10	6,75	9,95	16,6	0,85	3,61	<1	74,30	6,85	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	70,00	>1600
12	11	6,39	7,80	17,4	0,64	2,97	<1	71,50	6,54	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	20,00	>1600

Tabela 2: Resultados obtidos na primeira campanha coleta, no dia vinte quatro de abril de 2021.

Observando os resultados obtidos pode-se observar que os valores de DBO'S tiveram resultados menor que 1mg/L. Visto que em uma área de preservação permanente não há uma descarga de matérias orgânicas nos recursos hídricos através de esgotos domésticos e efluentes industriais. Os valores de nitritos e os fósforos foram iguais a zero, indicando que os pontos de coleta possivelmente não estão contaminados por defensivos agrícolas, tensoativos ou detergentes.

A tabela 3 mostra os resultados obtidos na segunda coleta realizada no dia dezoito de agosto de 2021.

Ponto	pH	cond	temp	STD	turb	DBO	OD %	OD mg/l	NO3	NO2	NH3	NKT	NT	PT	ST	Coliformes
1	5,53	11,10	18,4	0,86	21,100	3,10	48,00	4,41	0,13	0,00	0,08	0,15	0,28	0,00	55,00	110
2	5,63	12,84	17,0	1,08	18,000	2,90	32,00	2,99	0,10	0,00	0,05	0,09	0,19	0,00	60,00	170
3	5,58	10,41	16,7	0,89	0,180	1,00	47,20	4,40	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	50,00	900
4	6,80	8,54	16,4	0,74	11,400	4,50	82,40	7,22	0,07	0,00	0,02	0,04	0,11	0,00	40,00	1600
5	6,30	15,76	16,8	1,34	5,180	2,40	70,50	6,55	0,03	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	75,00	500
6	5,90	22,45	16,3	1,97	0,150	1,20	30,50	2,90	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	110,00	30
7	6,45	17,24	16,1	1,53	0,096	2,20	69,60	6,37	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	85,00	1600
8	ENXAME DE ABELHAS NO VERTEDOURO															
9	6,31	25,63	18,0	2,03	2,940	1,90	66,70	6,09	0,02	0,00	0,00	0,05	0,07	0,00	125,00	300
10	6,77	10,12	18,0	0,80	1,720	2,30	78,00	6,27	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	50,00	500
11	5,17	11,64	18,4	0,90	8,153	4,90	28,80	2,65	0,06	0,00	0,03	0,09	0,15	0,00	55,00	70

Tabela 3: Resultados obtidos na segunda campanha coleta, no dia dezoito de agosto de 2021.

Observou-se que também na segunda campanha de coleta, os resultados dos parâmetros fósforo e nitrito foram iguais a zero, confirmando a integridade das nascentes. O NMP de coliformes termotolerantes diminuiu em alguns pontos de coleta.

Durante esta campanha de coleta no ponto 8, denominado como vertedouro, não foi possível completar a coleta por conta de um enxame de abelhas presente no dia.

A tabela 4 mostra os resultados obtidos na última coleta realizada no dia dezesseis de setembro de 2021.

Ponto	pH	cond	temp	STD	turb	DBO	OD %	OD mg/l	NO3	NO2	NH3	NKT	NT	PT	ST	Coliformes
1	5,71	13,80	18,0	1,10	33,300	5,00	38,70	3,51	0,33	0,00	0,13	0,25	0,58	0,01	338,00	300
2	6,09	13,37	16,3	1,17	7,230	3,00	35,20	3,20	0,36	0,00	0,05	0,10	0,46	0,01	136,00	110
3	5,86	13,15	16,0	1,17	4,470	1,00	46,50	4,16	0,45	0,00	0,04	0,06	0,51	0,01	132,00	220
4	6,70	10,97	16,4	0,96	14,800	3,00	75,60	5,70	1,20	0,00	0,08	0,11	1,31	0,01	152,00	1400
5	6,19	25,50	16,0	2,28	2,570	2,00	53,30	4,67	0,36	0,00	0,02	0,05	0,41	0,01	110,00	80
6	6,63	18,45	16,2	1,63	10,700	1,00	67,90	5,01	0,40	0,00	0,06	0,10	0,50	0,01	136,00	220
7	6,21	13,74	16,0	1,23	2,860	6,00	68,40	5,79	0,48	0,00	0,02	0,04	0,52	0,01	126,00	300
8	6,50	19,37	16,7	1,66	0,780	2,00	69,60	5,05	0,39	0,00	0,00	0,01	0,40	0,01	104,00	1100
9	6,52	28,83	17,2	2,39	6,240	1,00	64,90	5,39	0,36	0,00	0,03	0,05	0,41	0,01	110,00	280
10	6,91	10,38	17,3	0,86	2,080	2,30	79,10	5,54	0,30	0,00	0,02	0,04	0,34	0,01	120,00	170
11	6,66	12,38	17,1	1,04	36,100	2,40	41,80	3,51	0,67	0,00	0,20	0,39	1,06	0,01	124,00	21

Tabela 4: Resultados obtidos na terceira campanha coleta, no dia dezesseis de setembro de 2021.

Como esperado é possível observar que os teores de fósforo e nitrito foram nulos, indicando que as nascentes não sofrem interferência de contaminantes dentro da APP.

Os resultados dos parâmetros foram utilizados para o cálculo do IQA, sendo classificados de acordo com CETESB conforme Tabela 5.

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$
Bom	$52 \leq \text{IQA} < 80$
Aceitável	$37 \leq \text{IQA} < 52$
Ruim	$20 \leq \text{IQA} < 37$
Péssima	$0 \leq \text{IQA} < 20$

Tabela 5: Tabela CETESB classificação do IQA.

Fonte: CETESB

Os resultados médios de IQA obtidos por ponto de coleta estão apresentados na figura 4 e Tabela 6.

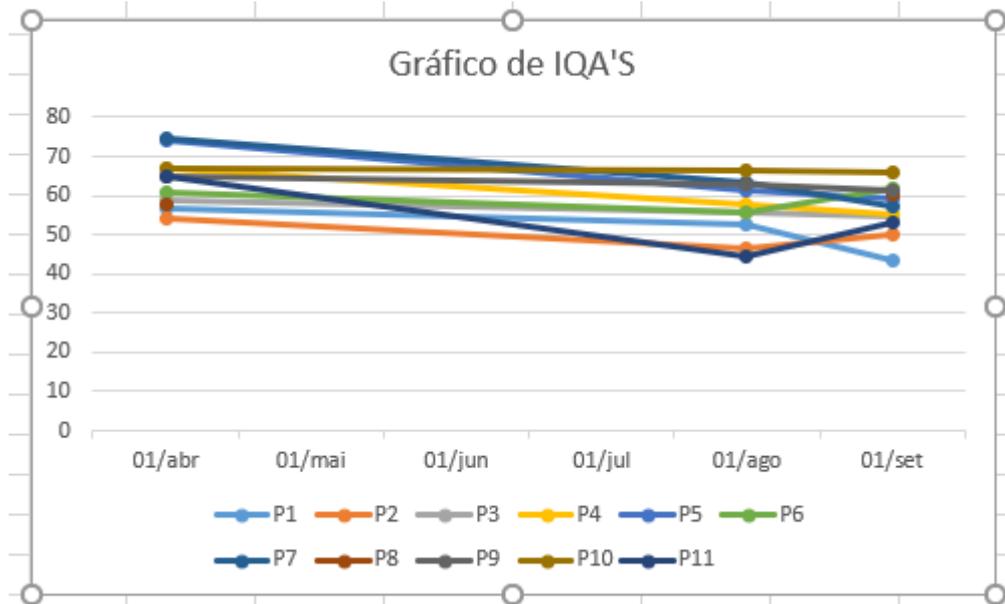


Figura 4 : Média de resultados obtidos nas três campanhas de coleta.

Pode-se perceber que por conta da estiagem ocorrida no período das três campanhas de coleta, o fluxo de água nas nascentes eram baixos, alterando diretamente o oxigênio dissolvido na água fazendo com que o cálculo de IQA fosse afetado, levando em conta que o oxigênio dissolvido é o maior peso no cálculo de IQA.

Ponto	Média	Classificação IQA
1	51,00	REGULAR
2	50,31	REGULAR
3	56,42	BOA
4	59,88	BOA
5	64,83	BOA
6	59,61	BOA
7	65,22	BOA
8	59,01	BOA
9	63,11	BOA
10	66,34	BOA
11	54,01	BOA

Tabela 6: Média dos IQAs obtidos nas 3 campanhas de coleta.

De acordo com que se observa, os resultados das campanhas de coleta ficaram entre cinquenta e setenta numa escala de IQA. Sendo classificados entre bons e regulares segundo a CETESB.

De acordo com todas as análises feitas nas coletas concluímos que os pontos 1 e 2, estão regulares na escala de IQA segundo a CETESB, e os ponto 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;10 e 11 estão bons na escala de IQA.

No ponto 11 pode-se observar, a oscilação dos resultados finais dos cálculos de IQA, por conta da estiagem nas campanhas de coletas e do fluxo de água que era baixo, afetando oxigênio dissolvido.

É importante ressaltar que em todos os pontos de coleta, o fluxo de água estava baixo, reflexo da crise hídrica que o Brasil enfrenta. Tal fato contribui para diminuir o índice do IQA, uma vez que o parâmetro com maior peso no cálculo é o oxigênio dissolvido.

8 CONCLUSÃO

As amostras foram coletadas nas nascentes dentro da área de preservação permanente do instituto florestal de Assis. Os valores determinados dos IQA's para as nascentes variaram de bom a regulares sendo então classificados ponto 1 e 2 como regulares e os pontos 3;4;5;6;7;8;9;10 e 11 como bons na escala de IQA segundo a CETESB. Por ser tratar de área de preservação permanente, o esperado seria que o IQA desses pontos fossem ótimos, já que a descarga de matéria orgânica, em teoria, é reduzida, porém a crise hídrica enfrentada atualmente indica que não só a quantidade, mas também a qualidade da água é afetada.

9 REFERÊNCIAS

ANACLETO, R.G.; BILOTTA, P. **Uma abordagem interdisciplinar sobre Qualidade da Água como estratégia para o ensino de ciência.** Rev. Virtual Quim. V.7, N.6, Nov. 2015. Disponível em: < <http://static.sites.sbg.org.br/rvq.sbg.org.br/pdf/v7n6a46.pdf> > Acesso em: 4 set 2020

ANDRADE, E.M.; PALACIO H.A.Q.; CRISÓSTOMO, L.A, SOUZA, I.H, TEIXEIRA, A.S. **Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará.** Revista Ciência Agronômica, V. 36, N. 2, maio - ago., 2005. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/1953/195317396003.pdf> > Acesso em: 06 jun 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA).** Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indica-aguas.aspx> Acesso em: 27 mai. 2021.

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

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARROS, J.C.; BARRETO, F.M.S.; LIMA, M.V. **Aplicação do índice de qualidade das águas (IQA-CETESB) no açude gavião para determinação futura do índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP).** Sistema Eletrônico de Administração de Conferências., v.10, n.5, p.1-8, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2850/2313>>. Acesso em: 08 jun 2020.

BUCCI, M.H.S.; OLIVEIRA, L.F.C. **Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG).** Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 9, n. 1, Mar. 2014. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1290>. >

Acesso em: 08 jun 2020.

BRANCO, PÉRCIO DE MORAES. **Coisas que você deve saber sobre a água.** 2008. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgi-
lua.exe/sys/start.htm?infoid=1084&sid=129#Conta_minada](http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgi-
lua.exe/sys/start.htm?infoid=1084&sid=129#Conta_minada) . Acesso em 5 out. 2020.

BRITES, ALICE DANTAS. **Qualidade da água: Dos mananciais até nossas casas.** 2008. Disponível em: <http://www.educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/qualidade-da-agua-dosmananciais-ate-nossas-casas.htm> . Acesso em 5 out. 2020.

MEDEIROS, A. S.; MORAES, A.E.R.; LIMA, S.L.C.; REINALDO, S.M.A.S; FERNANDES, P.R.N. IMPORTÂNCIA DAS AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN**, 4, 2008, p. 1881-1885.

CARVALHO, Anésio R; OLIVEIRA, Maria C. V. **Princípios básicos de saneamento do meio.** 3. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem.** São Paulo, 2009.

IAP. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005.** Curitiba, 2005. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/Files/Monitoramento_da_qualidade_agua_1992_2005.pdf> Acesso em 16 jun. 2021

JOSELINO, V.P.; CORTES, S.A.M.; MELLO, P.M.C. **Avaliação da qualidade da água das nascentes urbanas de Assis/SP, por meio do IQA- Índice de qualidade das águas.** <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/argPIBIC/1511430397B619.pdf> Acesso em: 15 fevereiro 2020

MENEZES, J.M.; SABINO. H.; CRISTO, V.; PRADO, R.B.; LIMA, L.A.; DI LULO, L.B.; JR, G.C.S. **Comparação entre os Índices de Qualidade de Água Cetesb e Bascarán.** Anuário do instituto de geociência, V. 41, n.1, 2018 p. 194-202. Disponível em:

< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178884/1/2018-021.pdf>>

Acesso em: 03 jun 2020.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, 2002.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 5. ed. Rio de Janeiro:ABES, 2012

NATIONAL SANITATION FOUNDATION – NSF. **Consumer Information: Water Quality Index (WQI).** Disponível em:<http://www.nsf.org/consumer/Earth_day/wqi.asp>. Acesso em: 07 mar. 2021.

LIMA, C. R. N. Variabilidade espacial de parâmetros de qualidade de água nas bacias do rio Cuiabá e São Lourenço. 2013. 86 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)** – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

LOPES, F. B. et al. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 3, p. 392-402, 2008.

RIBEIRO, G.V BIASETTO. A origem do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema**, v.08, p.1-13, 2011.

RICHTTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, José. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada.** São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

ROMÃO, A. C. B. C.; SOUZA, M. L. **Análise do uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão São Tomé, Noroeste do Paraná – PR (1985 e 2008).** Revista RAÍÇA, Curitiba, v. 21, p. 337-364, 2011.

TUCCI, C. E. M., **Hidrologia: ciência e Aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2007.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias.** 3. ed. **Belo Horizonte:** Editora UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. **Belo Horizonte:** Editora UFMG, 1996.