

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ORIVALDO JOSÉ DA SILVA FILHO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NO CÓRREGO BARRA
NOVA (APUCARANA, PARANÁ, BRASIL)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2017

ORIVALDO JOSÉ DA SILVA FILHO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NO CÓRREGO BARRA
NOVA (APUCARANA, PARANÁ, BRASIL)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação; apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química; da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Campus Apucarana; como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Química

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Antonio Canesin

Coorientador: Prof. Dr. Elton Guntendorfer Bonafé

APUCARANA

2017



Ministério da Educação
**Universidade Tecnológica Federal do
Paraná**
Câmpus Apucarana
COLIQ – Coordenação do Curso Superior
de Licenciatura em Química



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso

**Avaliação da Influência Antrópica no Córrego Barra Nova (Apucarana, Paraná,
Brasil)**

por

Orivaldo José da Silva Filho

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos 23 dias do mês de novembro do ano de 2017, às 17 horas e 30 minutos, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em química, linha de pesquisa Química Analítica, do Curso Superior em Licenciatura em Química da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Edmilson Antonio Canesin – ORIENTADOR

Alessandra Machado Baron – EXAMINADORA

Alesandro Bail – EXAMINADOR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois enfrentei muitos desafios e acredito que sem a tua força não venceria esta etapa tão batalhada em minha vida.

Foram quatro anos de muitas emoções em minha vida, muitas tempestades, mas enfim, é mais uma jornada que se encerra. Durante essa jornada gostaria de agradecer aos meus entes queridos, dando ênfase à minha guerreira e batalhadora Fiica (mãe), muito obrigado por existir em minha vida, sei que mesmo sem entender muito o que eu faço em Apucarana, você e todos me apoiaram, muito obrigado de coração mesmo. À minha querida e eterna vó (pitica), muito obrigado, que da mesma forma como minha mãe, sempre demonstrou apoio, e acima de tudo me incentivou, me lembro até hoje da frase: “Vó, se eu escolher ser professor, o que você acha?” “Acho que você se dará muito bem, você tem que fazer o que você ama, se você ama isso, eu estou aqui dando todo o apoio”. Como últimos membros, não poderia me esquecer de vocês dois, Matheus Anselmo e Tia (ni). Muito obrigado tia por me dar toda essa esperança e por fazer com que eu lute cada dia mais! Primo, o que dizer de você? Muito obrigado por ser esse irmão mais velho (às vezes), muito obrigado por me dar todo o apoio e suporte sempre que precisei! Amo todos vocês!

Agradeço agora aos fortes e duradouros laços que desenvolvi nesta cidade, amizades que vão além das que eu já conheci, em especial aos queridos, Brayan Medina, Mel Musumeci, Isabele Balestra (Capitu), e tantos outros que não caberia para coloca-los aqui. Muito obrigado, vocês possuem parte decisiva neste momento, muito obrigado pela força, pelas frases: “mima você consegue, não desiste agora, tenta mais um pouco, não desanima...” ou ainda “Eu só vou se você for, para de frescura, acorda!”

Não poderia esquecer deste eterno amigo que ganhei, professor Canesin. Muito obrigado por aceitar me orientar, por mostrar respeito, paciência e acima de tudo, por ser esse ótimo orientador que você é! Fico triste por tê-lo escolhido como orientador por somente um ano, mas sei também que este ano foi muito gratificante para mim. Muito obrigado por não negar sequer uma vez alguma ajuda para mim, o senhor é um exemplo! Agradeço por tantos conhecimentos novos que pude aprender com o senhor. Acredito que sua orientação foi decisiva para a conclusão

de mais esta etapa e sei que tive muita sorte de poder aprender junto a ti. Muito obrigado pela oportunidade!

Aos tantos docentes responsáveis por essa luta, gostaria de agradecer a alguns que conheci previamente, professor Marcelo Bosso e Glésio Trota, que foram fundamentais na minha escolha e também no sucesso, muito obrigado por essa formação que me deram! Aos novos docentes que tive contato nesta instituição, que com suas aulas conseguiram me atingir de tal forma, que não consigo descrever, em especial as professoras: Roseli Gall do Amaral, Michele Andrade Klaiber e Cynthia Correa Lopes Barbosa, que me confortaram e me deram apoio quando precisei, me incentivando cada vez mais no curso.

Gostaria de agradecer a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por me proporcionar este curso superior e muito suporte para minha formação; acredito que minha formação está bem consolidada e bem completa.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus alunos que tive contato nestes 4 anos de universidade, vocês foram fundamentais para esta etapa, uma vez que a cada aula eu me inspirava mais! Muito obrigado!

RESUMO

SILVA, Orivaldo J. **Avaliação da Influência Antrópica no Córrego Barra Nova (Apucarana, Paraná, Brasil)** 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Química - Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.

A água é um recurso fundamental em nosso planeta, sendo cada vez mais esgotada com o passar dos anos. Com o advento do desenvolvimento tecnológico, percebe-se que cada vez mais as palavras “qualidade” e “quantidade” estão distantes desse recurso hídrico. Sabe-se que devido a falhas nas leis ambientais acerca do tema, muitas empresas ainda lucram sobre práticas irregulares, levando cada vez mais a uma degeneração na qualidade. O córrego Barra Nova localizado na região de Apucarana, no Paraná, provavelmente não está imune a esta exploração ambiental, fazendo assim necessário um estudo da qualidade de água do córrego. Este trabalho buscou investigar e avaliar a influência antrópica no córrego Barra Nova, no qual realizou-se coletas de amostras de água em três pontos distintos que o córrego percorre. Nos pontos amostrados escolheu-se um ponto de contato direto com a população, um ponto após o aporte de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) e, outro ponto após aporte de um parque industrial. As coletas foram efetuadas quinzenalmente entre março e setembro de 2017. Foram avaliados parâmetros físico-químicos de pH, oxigênio dissolvido, condutividade, nitrogênio (amônia, nitrato e nitrito), dureza, sólidos (totais e suspensos), cloreto, fluoreto, turbidez e análise microbiológica qualitativa. Verificou-se também a presença de metais por absorção atômica (cobre, manganês, ferro, zinco, cromo, chumbo, níquel e estanho), com o objetivo de caracterizar possíveis fontes antrópicas de contaminação. Notou-se que as quantidades de alguns componentes da água estão muito acima do permitido pela lei, mostrando que os pontos estão sendo alvo de aportes significativos de esgoto, por exemplo, por apresentarem altos valores para a concentração de íon amônio. A respeito da qualidade de água do córrego nos pontos coletados, essa mostra-se muito baixa, evidenciando que muito provavelmente estão havendo práticas de aportes residuais.

Palavras-chave: Análise físico-química. Contaminação da água. Absorção atômica.

ABSTRACT

SILVA, Orivaldo J. **Evaluation of Anthropogenic Influence in the Barra Nova Stream (Apucarana, Paraná, Brazil)** 2017. 38 f. Graduation Course, Degree in Chemistry - Coordination of the Degree in Chemistry, Federal Technological University of Paraná. Apucarana, 2017.

Water is a very important resource on our planet, being increasingly depleted over the years. With the advent of technological development, it is perceived that, more and more, the words, quality and quantity are far from the water resource. It is known that due to flaws in the laws on the subject, many companies still profit from irregular practices, increasingly leading to a degeneration in quality. The Barra Nova stream located in the region of Apucarana, Paraná, is not free from anthropogenic action, thus making it possible to study the water quality of the stream. This work sought to investigate and evaluate anthropogenic influence in the Barra Nova stream. At the points sampled, a point of direct contact with a population was chosen, one after of a sewage treatment plant (STP) and another after an industrial park. The physicochemical parameters evaluated were of pH, dissolved oxygen, conductivity, nitrogen (ammonia, nitrate and nitrite), hardness, solids (total and suspended), chloride, fluoride and turbidity. The analysis was collected every two weeks between March and September 2017. It was evaluated also microbiological quality and a presence of metals by atomic absorption (copper, manganese, iron, zinc, chromium, lead, nickel and tin), in order to characterize the anthropic sources of contamination. There is no doubt that as of components of water are much higher, for example, because they present high values for the concentration of ammonium ion. Regarding the water quality of the stream in the collected points, this one showed low quality, evidencing that much has practical practices of residual contributions.

Keywords: Physical-chemical analysis. Contamination of water. Atomic absorption.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1 INFLUÊNCIA ANTRÓPICA, UM POUCO SOBRE A ORIGEM.....	12
3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA	14
4 METODOLOGIA	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO	36
7 REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

“O estado do ambiente é, atualmente, um tema que apaixona o público em geral e sobre o qual todos temos uma opinião” (CARAPETO, 1999).

A água é um recurso natural de grande importância em nosso planeta, sendo responsável pela manutenção da vida. Percebe-se que ao longo do tempo dois termos importantes a serem abordados são diminuídos, não pela sua importância, mas por não fazerem parte do interesse de empresas, por exemplo, sendo eles qualidade e quantidade.

Com a diminuição da qualidade da água em nosso planeta, a importância de estudos acerca desse recurso torna-se cada vez mais importante. Conforme Goyer (1996), os efeitos de toxicidade de metais podem apresentar-se de forma aguda ou crônica, causando câncer, biotransformações, entre outras complicações.

Com o crescimento mal planejado das atividades do homem no mundo o aumento de produção de poluente é cada vez maior, levando também a uma maior poluição, principalmente quando se analisa os recursos hídricos do planeta. Essa “evolução” desenfreada ainda persiste e provavelmente perdurará por muito tempo em nossa sociedade.

A destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos em lixões pode gerar vários problemas ambientais, incluindo riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelo lixiviado, fato este, que pode acarretar sérias consequências à saúde pública. (PEREIRA et al., 2013).

O estudo da qualidade de água de reservatórios e lagos mostra-se muito importante, uma vez que, os reservatórios aquáticos, em geral, podem ser atingidos por poluentes e contaminantes originados de diversas fontes, tornando muitas vezes inviável sua utilização para determinadas atividades.

Com a crescente industrialização e o aumento da população, a elevação do consumo de água é inevitável, a qualidade da mesma pode ser afetada, daí a importância de um controle adequado para o tratamento dos resíduos gerados. Com o grande número de possíveis fontes de contaminações dos recursos hídricos, os elementos antes em menor concentração, começam a se apresentar em maior quantidade, necessitando de um monitoramento constante da qualidade da água, no

tocante às concentrações das diversas espécies químicas presentes.

“Vários países enfrentam o desafio da degradação da qualidade das águas, provocado principalmente pelas interferências antrópicas” (BUCCI et al., 2015). Os reservatórios brasileiros enfrentam o mesmo problema, afetando o balanço ecológico, aumentando a vulnerabilidade ambiental e assim comprometendo a qualidade dos recursos hídricos no país (Brito et al., 2011). Esteves (1998) apontou que os lagos são os reservatórios com maior potencial de recepção de metais.

A partir daí, percebe-se a necessidade de mensurar a poluição aquática e verificar suas implicações para o ambiente e a saúde pública.

Neste contexto, o presente trabalho buscou investigar a qualidade de água de um córrego, na cidade de Apucarana, o Barra Nova, através de análises físico-químicas, de metais e também microbiológica, buscando monitorar por modo comparativo, um possível aporte de resíduos de natureza industrial e doméstica.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Este trabalho buscou caracterizar por meio de análises instrumentais e físico-químicas a qualidade da água, identificando possíveis aportes de contaminantes no Córrego Barra Nova, na cidade de Apucarana, Paraná.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar análises específicas de:
 - a) Potencial hidrogeniônico, condutividade, oxigênio dissolvido, nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato), fosfato, fluoreto, sólidos totais e sólidos suspensos;
 - b) Dureza (como carbonato de cálcio, CaCO_3) e cloretos;
 - c) Análise de metais como: cobre, manganês, ferro, zinco, cromo, chumbo, níquel e estanho por absorção atômica.
- Observar se os valores obtidos acerca de padrões físico-químicos seguem os valores previstos pela lei;
- Caracterizar os impactos antrópicos no córrego analisado;
- Aplicar os parâmetros analisados para obter um valor de Índice de Qualidade de Água.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 INFLUÊNCIA ANTRÓPICA, UM POUCO SOBRE A ORIGEM

O aumento da poluição aquática aconteceu e acontece de acordo com a demanda de necessidades do homem. “A partir da fixação do Homem à terra e o surgimento do conceito de propriedade, os indivíduos passaram a utilizar os recursos naturais de acordo com as suas necessidades de subsistência” (LEAL, 2008).

Com a revolução industrial (Século XVIII) houve uma grande busca pela produção de materiais industrializados e foi neste momento em que o capitalismo alcançou o seu auge, no qual, a quantidade de produtos industrializados transcendeu o que conhecíamos até o momento. Nesta época a constante produção, proporcionou uma melhora no quesito qualidade e quantidade de produtos, porém, por outro lado, houve também uma maior poluição de recursos ambientais, com a escala de poluição passando de local para planetária.

Assim o homem acelerou e ainda acelera um processo de degradação do meio ambiente, não deixando um tempo mínimo, ou ainda suficiente, para que a natureza possa se restabelecer. Dentre essas ações encontram-se a devastação de florestas, por exemplo, ou ainda, o descarte irregular de resíduos na água. Como retratou Albuquerque (2007), os danos ambientais são apenas alguns empecilhos que atrapalham o lucro constante que toda indústria busca, fazendo assim com que as atividades industriais não se importem com as suas consequências ambientais.

No Brasil, a rápida industrialização, experimentada a partir do pós-guerra, e a urbanização acelerada e desenfreada, ocasionaram mudanças nas políticas. Nesse âmbito, com a busca constante pela produção de matérias primas elaboradas, houver muitos desrespeitos com relação à regras, ocasionando futuramente uma maior preocupação com o meio ambiente (LEAL, 2008).

Os problemas ambientais e suas causas não são prerrogativas do Brasil. Outros países viveram problemas semelhantes e buscaram soluções que garantiram a qualidade de vida dos cidadãos e o simultâneo crescimento econômico. A diferença é que por ser um país jovem, o Brasil começou, só na virada do último milênio, a enfrentar o desafio de um

desenvolvimento socioeconômico que preserve o patrimônio natural do País para suas próximas gerações (LEAL, 2008).

Os problemas ambientais estão entre os vários problemas que a humanidade gerou, na sua constante busca de evolução e desenvolvimento (Mendonça,2005).

As mudanças climáticas representam riscos nos ciclos hidrológicos (Case, 2006).

Sabe-se que a qualidade ambiental tem sido cada vez mais reduzida, fato justificado, por exemplo, pela grande inconstância climática observada atualmente. Existem muitas queixas sobre como o clima está inconstante, porém é necessário também que além deste questionamento exista uma pesquisa sobre o que aconteceu para que atualmente isso seja observado.

O nível do impacto que causamos sobre o planeta é visível sobre as características locais, podendo ser evidenciado em reservatórios ou ainda em córregos.

Olhando para este aspecto, especialistas mostram que atualmente 26 países já enfrentam a péssima qualidade de água, não possuindo quantidade de água com qualidade mínima para realização de atividades (TADEU,2001).

As águas podem ser classificadas de acordo com o seu uso e também pela sua qualidade. Segundo a CONAMA (2005), complementada pela portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 12 de dezembro de 2011, existem 12 parâmetros que podem ser analisados para se determinar as condições da qualidade da água, sendo eles: verificação de efeitos tóxicos, de materiais flutuantes, óleos e graxas, substâncias que emitam odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, cor verdadeira, pH e oxigênio dissolvido.

O município de Apucarana, localizado na região norte do Paraná, possui área total municipal de 558km², população de 120.919 habitantes, clima subtropical, úmido e seu bioma é a Mata Atlântica Os cursos de d'água da cidade fazem parte das bacias hidrográficas do rio Pirapó, rio Ivaí e rio Tibagi (IBGE, 2017).

Sabe-se que um dos pontos escolhidos para a coleta de água já foi alvo de descartes têxteis, por exemplo, em 2015, o lago jaboti já foi palco de aporte industrial inadequado mostrando que esta irregularidade ainda é praticada atualmente, tornando ainda mais necessário o monitoramento destas águas, já que os danos causados pelos descartes inadequados podem existir por gerações.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

A água ideal, deve ser transparente, sem cor ou odor, porém em ambiente natural, nota-se diversos componentes, podendo serem eles providos do próprio ambiente ou pelo homem. Para se caracterizar a água utiliza-se de parâmetros indicadores de qualidade (MOTA, 2010).

O potencial hidrogeniônico (pH) ilustra a quantidade de íons H^+ em determinado meio. Os valores de pH encontram-se em uma escala de 0 a 14 a 25°C, indicando se determinada solução é ácida ($pH < 7$), básica ($pH > 7$) ou ainda neutra ($pH = 7$). Este parâmetro segundo Mota 2010, se mostra relevante devido a sua ligação com ações antrópicas, como por exemplo a presença de descarte de esgoto. As alterações destes valores podem denegrir a qualidade da fauna e da flora. Alguns organismos como por exemplo, no caso os peixes, não são encontrados em certas águas, devido a essas grandes variações de pH, normalmente ocasionadas devido ao despejo de resíduos na água.

Outra medida que pode identificar ações antrópicas é o oxigênio dissolvido (OD), que pode identificar impactos ambientais, como a eutrofização e poluição orgânica. A água possui quantidades de oxigênio que estão ligadas a alguns fatores, como altitude e temperatura. Baixos valores de OD indicam a presença de decomposição de matéria orgânica, provavelmente ocorrida pela ação de bactérias aeróbicas (MOTA, 2010). As bactérias aeróbicas podem chegar as águas devido a um descarte inadequado de medicamentos por exemplo.

A condutividade elétrica (CE) é descrita por Richter 2009, como a capacidade de se conduzir eletricidade. Sendo assim, esta medida depende da concentração iônica total, ou seja, da quantidade de íons presentes na água. Segundo Skoog (2009), o valor de condutividade elétrica está intimamente ligado a quantidade de íons, que por sua vez quanto maior for, maior será a condutividade encontrada e em oposto menor será a resistividade (capacidade inversa a condutividade, baseada na capacidade de impedir a passagem de corrente elétrica).

Sabe-se que a água que temos contato possui íons naturalmente, porém a condutividade observada nestas águas não é alta, o que difere em águas poluídas. Locais que recebem aportes significativos de resíduos apresentam água com

condutividade muito superior ao normal encontrado, mostrando a grande presença de íons, que podem advir de muitas ações antrópicas, como por exemplo o descarte de empresas de tintas, que utilizam zinco em sua composição.

Outra análise importante para avaliação de um recurso hídrico é a de turbidez. Antigamente a turbidez era o fator mais importante para avaliação da água, pois detecta a presença de matéria em suspensão na água. Esta é realizada por um aparelho, o turbidímetro, que mede a alteração da passagem de luz por essas partículas suspensas na água, que encontram um problema com relação ao fator de umidade, que é afetada em períodos chuvosos, devido aos particulados das terras próximas serem arrastados por essas chuvas. Por este motivo, as análises muitas vezes ocorrem em períodos de seca e também de grande umidade, para que a análise seja confiável.

Outra análise importante a se realizar é a de sólidos totais, através da qual pode-se determinar a quantidade de sólidos presentes, fornecendo um parâmetro útil no controle e tratamento da água. Esta técnica encontra-se como prática de muitas estações de tratamento, como por exemplo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP & Paulo, 1999), a análise de sólidos também pode ser realizada para detecção de sólidos suspensos. (SABESP & Paulo, 1999).

Com as análises de sólidos pode-se assinalar a presença de alguns resíduos, de origem orgânica e inorgânica. Dentre as substâncias possíveis de se encontrar, estão por exemplo a presença de carbonatos, associados a dureza da água (ORAM, 2014).

A presença de nitrogênio na água pode ser observada de algumas formas, nitrato, nitrito, amônio e nitrogênio orgânico. Sabe-se que os nitratos são tóxicos aos seres humanos, podendo causar danos, como por exemplo a doença meta-hemoglobinemia infantil, que é letal para as crianças (NASCIMENTO, 2008).

O nitrogênio é um elemento que em grande quantidade pode ocasionar a eutrofização do ambiente. Pode-se encontrar nitrogênio nas águas em várias formas, sendo elas nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônio (NH_4^+), nitrogênio molecular e também nitrogênio orgânico (MACEDO, 2007).

A quantidade de nitrato, nitrito e amônio, assim, mostram-se importantes para o monitoramento. As concentrações de nitrato podem causar diversos tipos de câncer. O íon nitrato (NO_3^-) aparece geralmente em pequenas quantidades nas águas. No Brasil o limite de nitrato é de 10 mg L^{-1} em águas potáveis (SOUTO,

2006). Já existiram casos em diversos trabalhos que a concentração de nitrato encontrado nas águas foi superior a 30 mg L^{-1} , muito acima do permitido.

As quantidades de nitrito podem servir como um indicativo de contaminação recente, podendo proceder de material orgânico vegetal ou animal. Normalmente pode-se encontrar nitrito proveniente da adição de inibidores de corrosão em instalações industriais (REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2007).

Já a forma de nitrogênio amoniacal está ligada possivelmente ao aporte de esgotos domésticos. Assim a quantidade de nitrogênio se mostra muito valiosa para avaliação da influência antrópica na água, como colocou Nishihara (1998).

Outro elemento que deve ser lembrado nas análises de água é o fósforo, que segundo Macedo (2007), pode ocorrer fundamentalmente de 3 formas PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} e $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$.

O fósforo é um elemento essencial à plantas e animais. Este nutriente é largamente utilizado em áreas de cultivo, mas, quando aplicado ao solo em demasia têm potencial poluidor especialmente em águas superficiais, porém a legislação brasileira não o reconhece com este potencial. Quando contaminante causa eutrofização das águas e mortandade de peixes. O fósforo é de difícil recuperação, porém medidas de controle como práticas conservacionistas, dimensionamento de adubações e uso de plantas extratoras (pastagens), podem ser adotadas. O objetivo da revisão foi apresentar aspectos básicos da dinâmica do fósforo no solo, uso como nutriente e potencial poluente (Klein e Agne, 2013).

Outro componente a ser analisado quando se fala de qualidade de águas é a dureza. Segundo Richter (2009), a dureza é a capacidade de impedir a formação de espumas de sabão, uma vez que os sais dissolvidos (normalmente de cálcio e magnésio) reagem com o sabão formando compostos insolúveis antes da formação da espuma e, segundo Macedo (2007), uma quantidade alta de sais de cálcio na água pode levar ao surgimento de microrganismos, podendo causar a cegueira.

O uso de flúor na água de abastecimento público é considerado, em saúde pública, a medida mais efetiva na redução da cárie dentária dos últimos quarenta anos. É um método de prevenção simples, econômico, seguro, eficaz e de grande alcance coletivo (COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE FLÚOR, 1999). A análise de fluoretos presentes na água deve existir, devido a quantidade e flúor inferior não prevenir a cárie e uma quantidade excessiva poder levar a fluorose dental, que ocasiona o aparecimento de manchas durante a formação dos dentes (MOTTER. et al., 2011).

Já os cloretos encontrados nas águas normalmente provem de minérios. Encontrado comumente em altas concentrações em águas que possuem um sabor

salino, caracterizando segundo Macêdo (2007) a presença de esgotos domésticos, caracterizando assim a possível presença de descarte de esgoto na água.

Uma maneira de analisar de forma mais precisa a ação antrópica é a análise de metais, que combinada com outras metodologias pode gerar um resultado mais próximo das possíveis fontes de contaminação. A análise de metais é muito importante, uma vez que, segundo Corrêa (2006), os metais podem ser classificados como essenciais e não essenciais.

Entre os essenciais estão o cobre, ferro e zinco, que possuem função biológica conhecida e estão presentes no metabolismo de organismos. Entre os elementos não essenciais estão, arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, manganês, níquel e chumbo, que não possuem função biológica conhecida e apresentam alta toxicidade para os organismos aquáticos (LIMA, 2013).

A detecção destes metais pode servir como uma indicação mais precisa de algum contaminante. Sabe-se por exemplo, que o uso de inibidores de oxidação em indústrias é algo comum, porém, este uso muitas vezes gera resíduos que não são tratados, fazendo com que a água de aporte por exemplo se apresente contaminada.

Sendo assim a análise de metais combinada neste caso com a turbidez e com outras técnicas se mostra muito importante para uma identificação mais precisa da possível influência antrópica.

A análise microbiológica se encaixa para detecção de quais ou quantos microrganismos existem na água por exemplo. As análises microbiológicas qualitativas também evidenciam a influência antrópica. Analisando a presença de coliformes (totais e termotolerantes) pode-se descobrir se está havendo o descarte de esgoto doméstico por exemplo.

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente projeto, foram realizadas coletas em 3 pontos. O primeiro ponto localizado no parque do Jaboti (Figura 01), que possui como bacia hidrográfica a do rio Ivaí, enquadrado na Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005.



Figura 01: Lago Jaboti

Fonte: Autor.

Este parque é um importante ponto turístico da cidade, frequentado por grande número de pessoas, principalmente aos finais de semana, que desfrutam de atividades como: passeios de pedalinho, uso de jet ski, entre outras.

O segundo ponto escolhido (Figura 02) para coleta se encontrou próximo a uma ETE. Buscou-se escolher este ponto devido a um possível aporte de resíduos de esgotos não tratados totalmente no córrego.



Figura 02: Segundo ponto de coleta

Fonte: Autor.

Como terceiro ponto de coleta (Figura 03), optou-se por este ponto devido à proximidade com um parque industrial, podendo também ser alvo de descartes inadequados.

Todos os pontos foram georeferenciados para melhor exatidão das informações prestadas (Quadro 1).



Figura 03: Terceiro ponto de coleta

Fonte: Autor.

Quadro 01 - Localização dos pontos de coleta

Localização Geográfica	Ponto de Coleta
Latitude: 23.56726754 Longitude: 51.47533549	Ponto 01- Lago Jaboti
Latitude: 23.58701896 Longitude: 51.47897401	Ponto 02-Continuidade do córrego, próximo a uma ETE
Latitude: 23.59843526 Longitude: 51.4755727	Ponto 03- Continuidade do córrego, próximo a um parque industrial

As coletas foram realizadas nos meses de março até setembro buscando o monitoramento completo da água neste período. Durante as 10 coletas ocorridas, contemplou-se períodos de seca, grande umidade e também de possíveis aportes no córrego. As análises realizadas foram: pH, oxigênio dissolvido, condutividade, dureza, fluoreto, turbidez, fosfato, nitrogênio (nitrato, amônio, nitrito), cloreto, sólidos totais e suspensos, análise microbiológica (coliformes totais e termotolerantes) e análise de metais (cobre, ferro, manganês, chumbo, cromo, zinco e níquel).

Por meio das análises buscou-se identificar a qualidade da água do córrego e também explicitar a influência antrópica, comparando os dados obtidos com os parâmetros pré-definidos pela Resolução (CONAMA 357 2017).

Um dos parâmetros aplicados para avaliação das condições do córrego foi o Índice de Qualidade de Água (IQA). Normalmente os parâmetros utilizados para o cálculo deste índice podem indicar uma possível contaminação, segundo Agência Nacional de águas (2017).

Além do IQA, utilizou-se também a análise de metais e análise microbiológica, possibilitando assim um conjunto de resultados mais significantes e confiáveis para a classificação da ação antrópica no córrego.

Para a quantificação do IQA foram utilizados os seguintes parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio total (amônia, nitrato e nitrito), fósforo total (fosfato), turbidez, condutividade, quantidade flúor, cloreto e resíduos (sólidos totais e sólidos suspensos). O cálculo foi realizado utilizando-se destes 9 parâmetros, de acordo com a fórmula a seguir:

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

Fórmula para cálculo do IQA.

Fonte: Portal da qualidade de água, 2017.

O índice de qualidade de água (IQA) é um parâmetro utilizado no Brasil, que busca obter uma classificação para selecionar um uso específico da água analisada. Dentre os parâmetros possíveis de análise, estão os físicos (sólidos totais, temperatura e turbidez); químicos (pH, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio) e biológicos (coliformes totais e termotolerantes) (LEITE, 2017).

Os parâmetros escolhidos para essa quantificação são escolhidos de modo aleatório, sendo assim, o número de parâmetros pode variar dependendo das disponibilidades de análise e da amostra.

IQA representa o valor de 0 a 100 referente a qualidade de água encontrada.

A incógnita “qi” mostra um valor obtido a partir do gráfico de qualidade em função da concentração encontrada de determinado parâmetro.

A incógnita “wi” ilustra um padrão fixado em virtude da sua maior importância de acordo com a influência global de qualidade, representado por um valor de 0 a 1.

Com os valores das análises, conseguiu-se monitorar ao longo do período se houve maior ou menor descarte de resíduos no córrego e avaliar as possíveis fontes de contaminação, comparando com os valores expressos pela resolução CONAMA, e assim avaliada a qualidade de água do Córrego Barra Nova, localizado em Apucarana-PR.

Os parâmetros utilizados para o cálculo do IQA foram: presença ou ausência de coliformes, pH, cloreto, nitrato, fosfato, fluoreto, turbidez e oxigênio dissolvido. Escolheu-se esses valores devido a uma maior percepção da ação antrópica.

Parâmetros químicos:

a) pH: Para a determinação de pH, utilizou-se o método do eletrodo de vidro,

com o modelo APA 200 da marca Alpax.

- b) OD:** Para a quantificação de OD, utilizou a metodologia de (HORTWITZ, 1980), realizando as análises no medido de oxigênio.
- c) Condução:** Para a determinação da condutividade da água, utilizou-se um condutivímetro de bancada com padrão de calibração de $146,5 \mu\text{S cm}^{-1}$. A amostra foi colocada em um béquer de capacidade de mínima de 100,0 mL após a introdução do eletrodo de platina a leitura foi estabilizada automaticamente.
- d) Nitrogênio amoniacal:** Para determinação da concentração de nitrogênio na forma de amônio, utilizou-se o método de destilação com medidas espectrofotométricas (espectrofotômetro operando na região do visível), em comprimento de onda de 425 nm. As soluções utilizadas foram: solução tampão tetraborato ($\text{pH} = 9,5$), solução de ácido bórico (20 g L^{-1}), solução de hidróxido de sódio (1 mol L^{-1}), solução de tiosulfato de sódio ($3,5 \text{ g L}^{-1}$), solução padrão de amônia, reagentes de Nessler (CLESCERI et al, 1989).

Os procedimentos para a análise foram: Adicionou-se solução de tiosulfato de sódio para remover a interferência de cloretos, transferiu-se para um balão de destilação de 250 mL e adicionou-se solução tampão tetraborato. Destilou-se em sistema com coluna de refluxo com velocidade média de 10 mL min^{-1} , recolhendo o destilado em solução de ácido bórico. Adicionou-se os reagentes de nessler a cada alíquota com agitação. Após aguardar 20 minutos, mediu-se a absorvância em 425 nm, usando como branco uma amostra de água destilada que sofreu o mesmo procedimento. Para a construção da curva analítica, utilizaram-se soluções de 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; e $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de amônia.

- e) Nitrogênio em forma de nitrato:** Utilizou-se o método colorimétrico com brucina com medidas em espectrofotômetro a 410 nm (HORWITZ, 1980).

As soluções utilizadas foram: solução de cloreto de sódio (300 g L^{-1}), solução de ácido sulfúrico ($6,5 \text{ mol L}^{-1}$), solução de brucina – ácido sulfanílico, solução padrão de nitrato.

Os procedimentos para a análise foram: Transferiu-se uma alíquota da amostra para um béquer, adicionando-se a solução de cloreto de sódio para ajuste de força iônica nas amostras; agitou-se a mistura e armazenou-se em banho frio entre 0 e 10°C . Adicionou-se ao béquer sob agitação, solução de ácido sulfúrico e

após equilíbrio térmico, a solução de brucina; agitou-se e colocou-se novamente no banho frio. Decorridos 25 minutos, retirou-se do banho, esperou-se o equilíbrio térmico e fez-se a leitura de absorvância a 410 nm, usando como branco uma amostra de água destilada que recebeu o mesmo procedimento. Para a construção da curva de trabalho, utilizou-se soluções de concentrações 1,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 e 30,0 mg L⁻¹.

- f)** Nitrogênio em forma de nitrito: Utilizou-se para a quantificação de nitrito o método colorimétrico com sulfanilamida com medidas espectrofotométricas a 540 nm, em triplicata (CLESCERI et al., 1989).

As soluções utilizadas: Solução de sulfanilamida 0,5 % em HCl (1:1); solução de N-(1-naftil)etilenodiamina e HCl 0,5 % (complexante).

Os procedimentos usados foram: Transferiu-se uma alíquota de 10 mL previamente filtrada para um balão volumétrico, adicionou-se a solução de sulfanilamida e agitou-se vigorosamente. Após 3 minutos, adicionou-se a solução complexante, completou-se o volume do balão e agitou-se. Aguardou-se 20 minutos e fez-se a medida de absorvância, usando como branco a água destilada que recebeu o mesmo procedimento. Para a construção da curva analítica, tomaram-se soluções com concentrações de 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 mg L⁻¹ de nitrito.

- g)** Fosfato: Para a quantificação de fosfato presente na água, utilizou-se o método colorimétrico com cloreto de estanho com medidas espectrofotométricas a 690 nm, em triplicata (SILVA, 1977).

As soluções utilizadas foram: Indicador fenolftaleína (0,1%); solução ácido forte H₂SO₄-HNO₃; solução de molibdato de amônio; solução de cloreto estano; solução de hidróxido de sódio 1 mol L⁻¹; solução padrão de fosfato.

Os procedimentos de análise foram: transferiu-se uma alíquota da amostra previamente filtrada para um béquer. Adicionou-se uma gota de solução de fenolftaleína e acidificou-se com solução do ácido forte. Aqueceu-se, mantendo a ebulição por 90 minutos, e completou-se o volume com água destilada. Após esfriar adicionou-se solução de hidróxido de sódio até coloração levemente rósea sob agitação e solução de molibdato de amônio. Agitou-se bem e em seguida adicionou-se solução de cloreto estano. Depois de 10 a 12 minutos efetuou-se a medida da absorvância, utilizando como branco, água destilada que recebeu o mesmo procedimento. Para a construção da curva de trabalho, utilizaram-se soluções de

concentrações 0,4; 1,2; 2,0; 4,0; 8,0 e 12,0 mg L⁻¹ de fosfato.

h) Fluoreto: Para a análise de fluoreto presente na água, utilizou-se o método SPADNS, utilizando um fluorímetro portátil para a leitura. (FEDERATION, 2017).

i) Sólidos Totais: Utilizou-se o método gravimétrico (CLESCERI et al, 1989).

O procedimento de análise ocorreu da seguinte forma: Lavou-se e secou-se em estufa a 130° C durante 1 hora, uma cápsula de vidro de capacidade 100 mL e após a secagem, resfriou-se em um dessecador durante aproximadamente 40 minutos, levando à balança analítica para aferição. Levou-se a cápsula a uma manta de aquecimento e, com uma proveta, adicionou-se a amostra, lavando-se a proveta com água destilada para remoção de resíduos. Aqueceu-se a cápsula até quase a secura, em torno de 90° C, com o cuidado de evitar a ebulição, e perda de amostra por evolução de bolhas e respingos, completou-se a secagem em estufa a 110° C durante uma hora. Transferiu-se a cápsula para o dessecador até o resfriamento por cerca de 40 minutos e aferiu-se novamente na balança analítica a diferença de massa.

j) Sólidos suspensos: Utilizou-se o método gravimétrico (HORWITZ, 1980).

Como técnica: Secou-se em estufa a 60° C durante uma hora, uma membrana filtrante (Millipore) após a secagem, esfriou-se em dessecador durante aproximadamente 30 minutos, levando à balança analítica para aferição. Filtrou-se 100 mL da amostra usando o sistema a vácuo. Transferiu-se a membrana para o dessecador até o resfriamento por cerca de 40 minutos e aferiu-se novamente na balança analítica a diferença de massa.

k) Turbidez: Utilizou-se um turbidímetro Policontrol de bancada, com padrões de calibração certificados de 0,02; 110 e 1000 NTU. A amostra foi colocada em uma cubeta de capacidade de 25 mL realizou-se duplo enxágue, e a leitura foi feita automaticamente em triplicata.

l) Dureza (CaCO₃): Utilizou-se o método de titulação volumétrica por complexação com solução padrão de EDTA, usando como indicador negro de eriocromo (CLESCERI et al, 1989). As soluções utilizadas foram: Solução de EDTA (0,01 mol L⁻¹); solução padrão de carbonato de cálcio 1000 mg L⁻¹; solução indicadora de negro de eriocromo (0,01%). As técnicas utilizadas foram: Padronizou-se a solução de EDTA, com solução padrão de carbonato de cálcio e solução indicadora; realizou-se a titulação

da amostra com a solução de EDTA e solução indicadora em duplicata.

- m) Cloretos:** O método para determinação de cloretos ocorreu por meio de titulação visual, por precipitação do Cloreto na forma de AgCl, com formação de um produto colorido no ponto final da titulação (método de Mohr). Usou-se como determinação do ponto final a precipitação de cromato de prata, de coloração vermelho-tijolo, que apresenta menor solubilidade ($K_{ps} = 1,2 \times 10^{-12}$) do que o cloreto de prata ($K_{ps} = 1,8 \times 10^{-10}$) (HORWITZ, 1980). As soluções utilizadas foram: Padrão primário de solução de cloreto de sódio ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$ de NaCl secado em estufa a $130 - 140 \text{ }^\circ\text{C}$ por 2 horas); solução indicadora de cromato de potássio (50 g L^{-1}); solução titulante: nitrato de prata (aproximadamente $0,01 \text{ mol L}^{-1}$) padronizada com solução de cloreto de sódio. As técnicas utilizadas foram: Padronização da solução de nitrato de prata, com solução de cloreto de sódio e solução indicadora; titulação da amostra com a solução de nitrato de prata e solução indicadora.
- n) Análise microbiológica.** Esta foi realizada através dos meios M-endo (Placas roxas) e M-TEC (brancas) para quantificar respectivamente coliformes totais e coliformes termotolerantes.
- o) Análise de metais:** Para a determinação de metais nas amostras de água foi utilizado um espectrofotômetro de absorção atômica (Thermo Scientific ICE 3500) que utiliza o software SOOLAR que otimiza automaticamente as condições ideais da mistura ar/acetileno ou acetileno/óxido nítrico. As amostras foram previamente filtradas e acidificadas com ácido nítrico ultra puro (1% v/v). Para a construção das curvas, foram estabelecidas soluções preparadas pela diluição de padrões a 1000 ppm. As concentrações analíticas para as curvas foram as seguintes: para os elementos Pb, Fe, Cr e Ni foram usadas soluções de 0,0; 1,0; 3,0; 5,0 e 8,0 ppm sendo que Pb, Fe e Ni usaram chama ar/acetileno e o Cr utilizou chama óxido nítrico/acetileno, para os elementos Zn e Mn, as concentrações usadas foram 0,0; 0,4; 1,0; 2,0 e 3,0 ppm utilizando chama ar/acetileno e para o Cu 0,0; 1,0; 2,0; 4,0 e 5,0 ppm também com chama ar/acetileno.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente classificou-se a água analisada, como água doce de classe II, utilizando-se de parâmetros como pH, OD, turbidez, odor característico e presença de bolhas, de acordo com a RESOLUÇÃO No 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA. Com base nesta classificação realizou-se comparações com os padrões colocados como limites para a presença das espécies químicas analisadas.

Os valores de pH, obtidos nas 10 coletas realizadas no período de 10 de março até 06 de outubro encontram-se na Tabela 01, na qual não se observa uma variação significativa no período amostrado.

Tabela 01: Valores obtidos de pH nas coletas realizadas no período de 10 até 06 de outubro:

Coleta	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03
09/03	6,49	5,80	6,20
10/04	5,90	6,25	6,35
24/04	6,81	6,10	6,50
08/05	5,80	6,10	6,50
29/05	5,80	5,58	5,35
16/06	6,30	5,26	5,35
14/08	6,23	6,02	6,29
28/08	4,99	5,42	6,10
22/09	6,20	6,25	6,49
02/10	6,35	5,67	6,33

Já os valores de oxigênio dissolvido (OD) apresentaram variações significativas (Tabela 02), destacando-se a variação ocorrida na coleta de 09/03 para 10/04, fator que pode ser associado a uma alteração sazonal, uma vez que as concentrações variaram uniformemente nos três pontos, fato observado também na coleta de 16/06. Não houve, no período amostrado, nenhuma alteração que

causasse diminuição do oxigênio abaixo do limite mínimo (5,0 ppm).

Tabela 02: Valores obtidos de OD (em ppm) nas coletas realizadas de 10 de março até 06 de outubro:

Coleta	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03
09/03	10,1	11,5	9,8
10/04	6,5	5,4	6,0
24/04	6,7	5,7	6,3
08/05	5,8	8,2	8,9
29/05	6,3	6,4	7,2
16/06	10,3	8,5	10,7
14/08	9,9	10,1	10,3
28/08	5,9	8,8	5,9
22/09	8,3	9,1	9,6
02/10	6,8	5,7	6,7

A Figura 04 apresenta as concentrações de fosfato, na qual pode-se avaliar que o ponto 01, caracterizou-se por apresentar quantidades de fosfato ausentes ou bem abaixo do limite determinado pela legislação vigente, enquanto que as quantidades encontradas nos outros dois pontos de coleta estão acima do permitido, já que pela regulamentação da CONAMA o máximo de fosfato presente em águas classificadas como doces de classe II podem apresentar no máximo 0,025 ppm. Quantidades muito altas de fosfato podem causar a eutrofização da água ou ainda a morte de alguns organismos vivos, como por exemplo peixes.

Este parâmetro é um forte indício que o ponto 02 muito provavelmente é alvo de algum aporte de resíduo, que pode ser esgoto doméstico. O ponto 03, já indica uma diluição do aporte recebido no ponto 02.

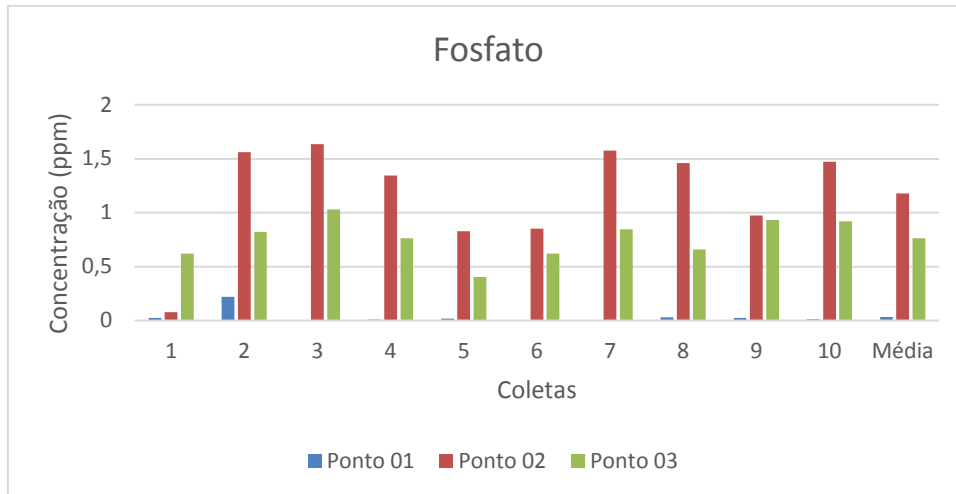


Figura 04: Concentrações de fosfato, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

Outro fator avaliado foi a quantidade de nitrogênio total (contabilizado pela soma das quantidades de nitrato, nitrito e amônio). Pela resolução CONAMA, a quantidade de nitrato permitida é de 10 ppm, enquanto que a de nitrito é 1,0 ppm e de nitrogênio amoniacal varia de acordo com o pH da água. As Figuras 05 e 06 apresentam a variação da concentração de nitrato e amônio no período estudado.

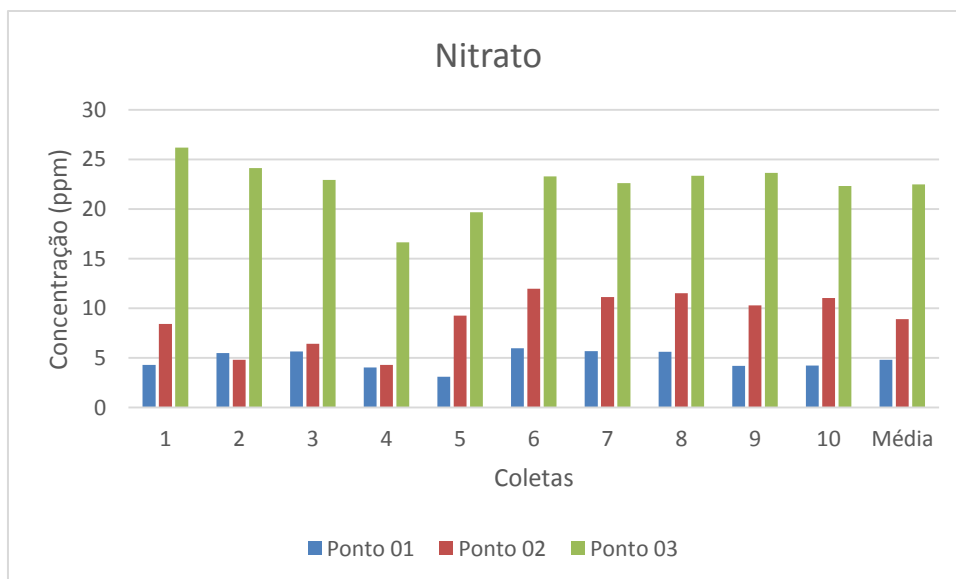


Figura 05: Concentrações de nitrato, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

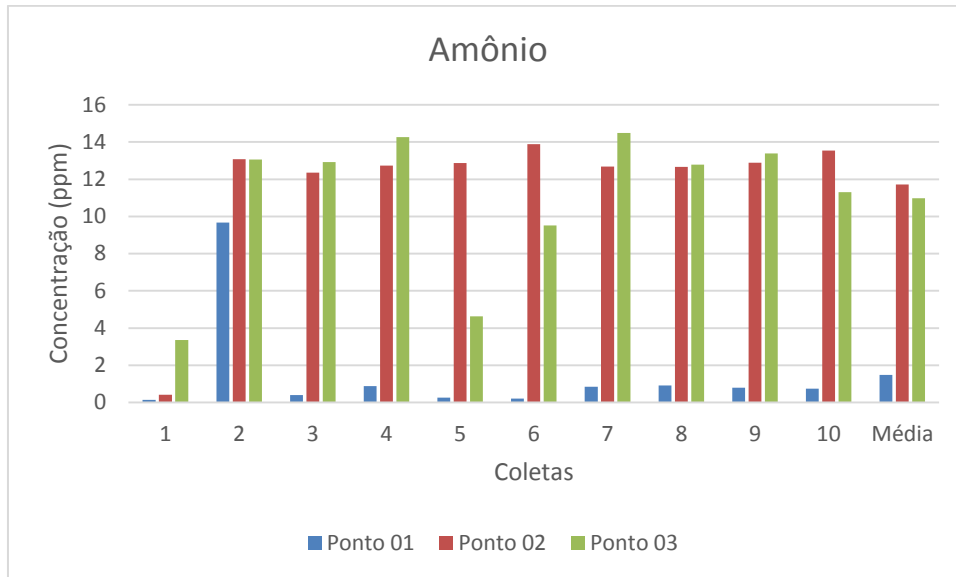


Figura 06: Concentrações de amônio, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

Nota-se também que a quantidade de nitrogênio prevalece predominantemente no 3º ponto de coleta. Durante as coletas, em alguns dias, encontrou-se a presença de bolhas superficiais e em grande quantidade e também um odor muito forte nos 2º e 3º pontos de coleta.

Muito provavelmente esses fatores podem ser justificados por descarte inadequado em proximidades dos pontos, fazendo com que esse resíduo seja levado ao longo do córrego. Sabe-se que a ETE localizada próximo ao ponto 02 realiza tratamento de esgoto, porém devido à grande quantidade de resíduos o tratamento não deve ser satisfatório, fazendo com que a quantidade de matéria orgânica ainda persista, proporcionando altas concentrações de nitrogênio na água.

Os valores de nitrito encontrados nos pontos amostrados apontam para uma concentração constante no ponto 1 (Figura 07), porém, esses valores aumentam significativamente na sequência dos pontos 02 e 03. Como o nitrito é característico da presença de matéria orgânica, novamente o aporte da ETE Barra Nova é visível, impactando significativamente no Córrego Barra Nova. Destaca-se ainda que o ponto 3 também sofre com o aporte de despejos, pois os níveis de nitrito praticamente dobraram ao longo de todas as amostragens entre os pontos 02 e 03. Estes despejos podem ser originados do uso de inibidores de oxidação nas próprias indústrias e fábricas próximos ao local.

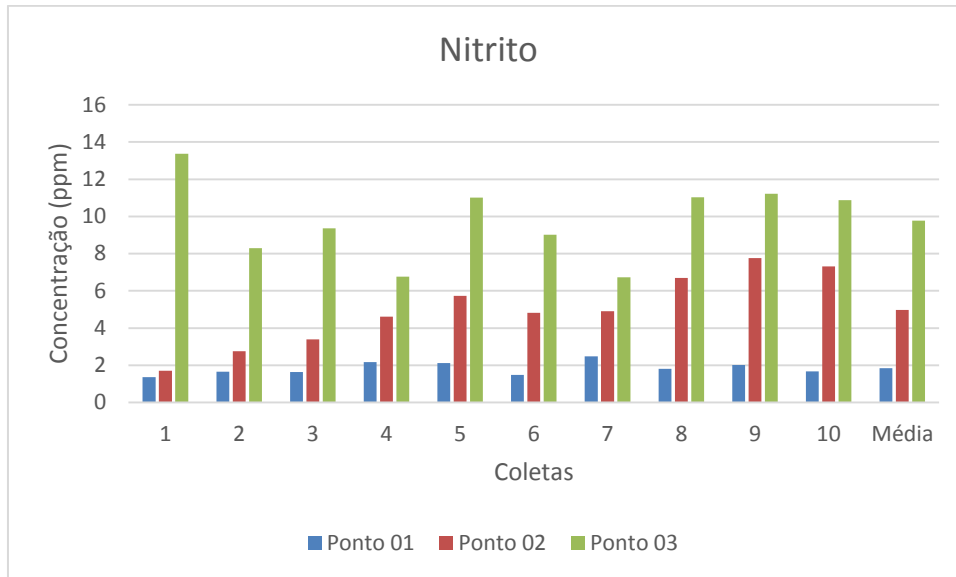


Figura 07: Concentrações de nitrito, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

Analisando os dados de turbidez e condutividade (Figuras 08 e 09), percebe-se que a condutividade maior observada ocorreu no 3º ponto de coleta, mostrando que a quantidade de sais presentes neste ponto foi maior em comparação com os outros dois pontos, corroborando com dados já apresentados.

Houve uma irregularidade, na 9ª coleta o ponto 02, mostrou uma turbidez muito acima do observado chegando a ultrapassar valores observados no ponto 03. Este tipo de informação caracteriza um aporte pontual, que pode estar associado a qualquer tipo de descarte irregular. Já os demais dados de turbidez observados mostram que de certa forma a água está com uma cor “aceitável”.

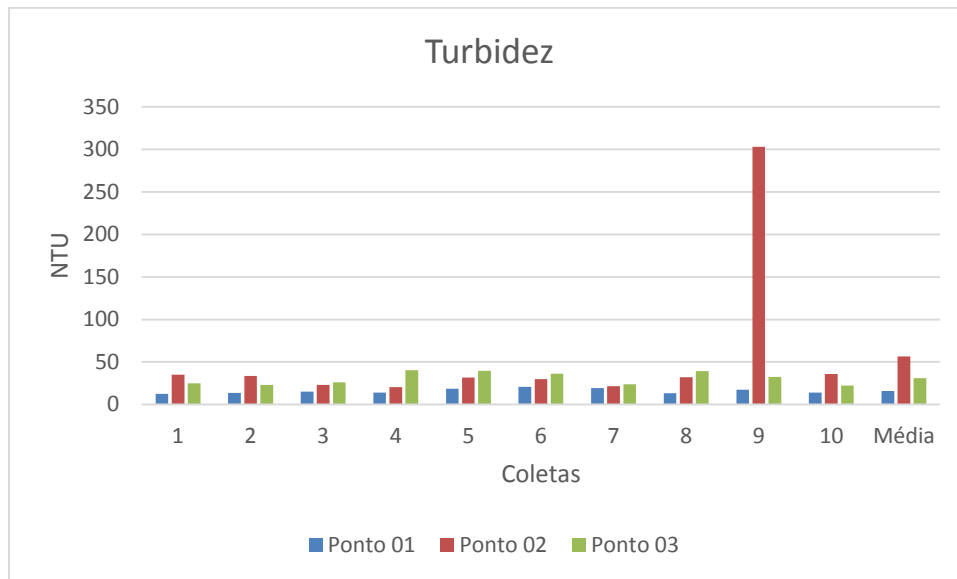


Figura 08: Valores de turbidez, em NTU, nos pontos de coleta no período estudado.

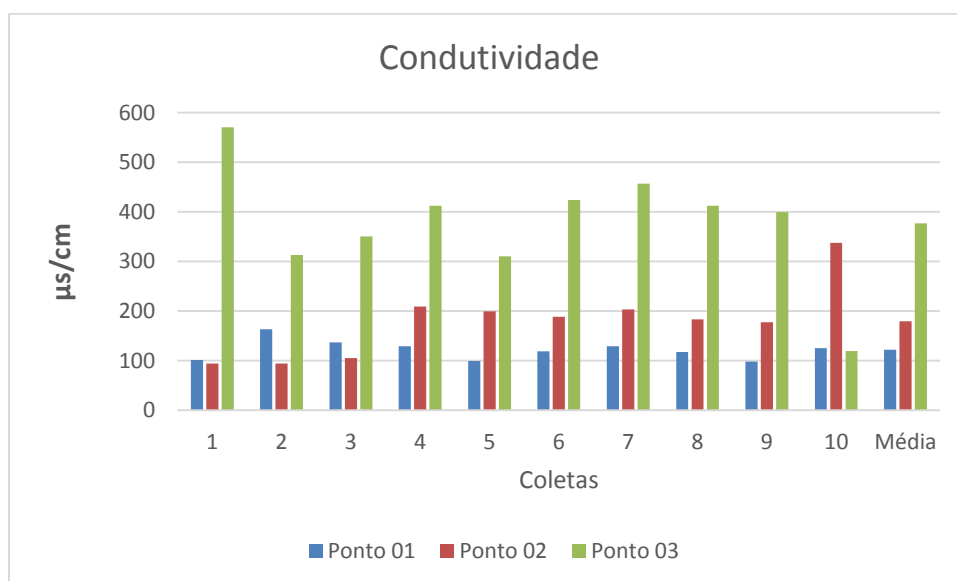


Figura 09: Valores de condutividade, em µs/cm, nos pontos de coleta no período estudado.

Para a análise de cloreto (Figura 10), percebe-se que 3º ponto de coleta mostrou uma maior quantidade de cloro presente. Este fato pode ser decorrido devido à proximidade de um polo industrial. Descartes inadequados de água sanitária por exemplo, podem servir para mostrar esses valores do gráfico. Devido a não fiscalização constante das águas no Brasil, muitas empresas ainda praticam esse ato criminoso, uma vez que devido a este grande período de tempo necessário de análise o lucro supera a multa da lei, tornando assim viável a prática.

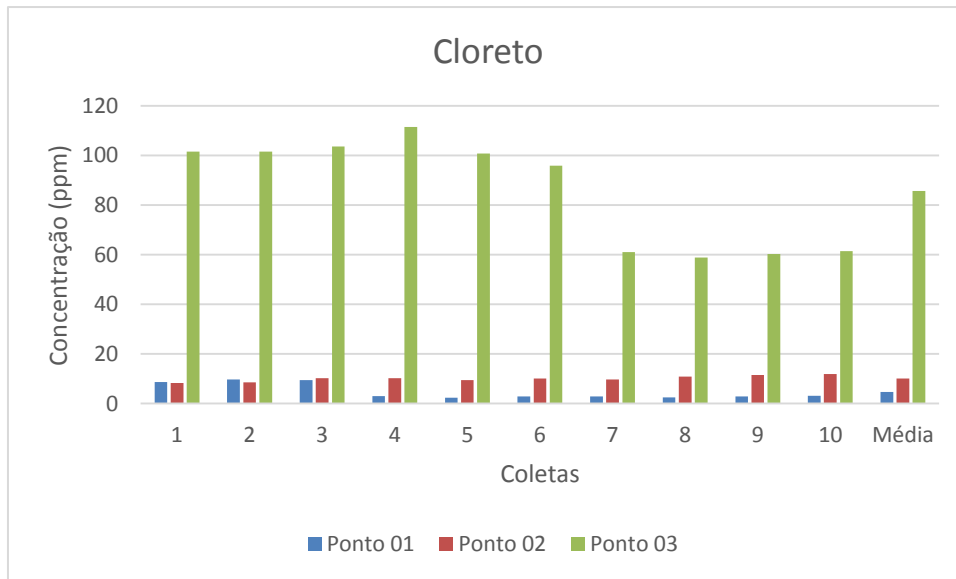


Figura 10: Concentrações de cloreto, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

Analisando a quantidade de sólidos totais (Figura 11) percebe-se que o ponto 03 apresenta uma maior quantidade de sólidos, que podem ser providos de carbonatos por exemplo. Para a análise de sólidos suspensos (Figura 12) percebe-se que de certa forma os 3 pontos de coleta apresentaram valores constantes, notando que na 8ª coleta, o ponto 03 apresentou uma maior quantidade de sólidos suspensos, o que pode ser justificado, provavelmente, por ocorrência de fortes chuvas no período.

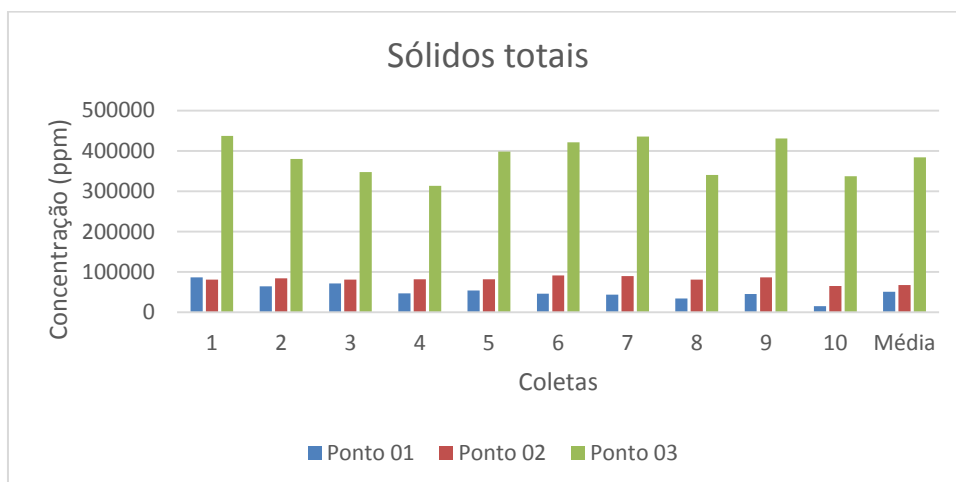


Figura 11: Concentrações de sólidos totais, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

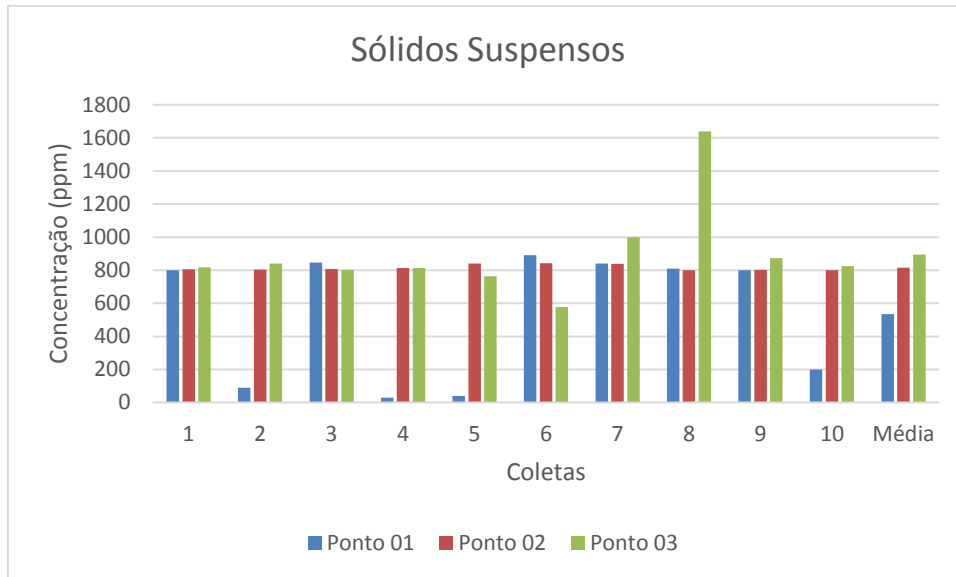


Figura 12: Concentrações de sólidos suspensos, em ppm, nos pontos de coleta no período estudado.

Através da análise dos metais (Tabela 03) pode-se constatar um possível aporte de resíduos. Alguns processos de produção de indústrias geram resíduos, que se descartados de forma inconveniente podem gerar esse tipo de poluição. Nota-se pelos dados obtidos, que o ponto 03 muito provavelmente é alvo de despejo de resíduos de indústrias. Resíduos de empresas que trabalham com tintas por exemplo, podem contribuir significativamente para a quantidade de zinco encontrada ou até chumbo, a presença do cromo pode ser associada a resíduos da indústria de couros (curtumes) e o aumento do manganês, constante no ponto 03 pode ser associado aos resíduos de lavanderias na preparação e lavagem do jeans.

Tabela 03: Concentração dos metais Cu, Fe, Mn, Pb, Cr, Zn e Ni em mg L^{-1} nos pontos amostrados no período de 10 de março até 06 de outubro.

Amostras Realizadas	Metais determinados							
	Cu	Fe	Mn	Pb	Cr	Zn	Ni	
10-03	Ponto 1	-	0,451	0,013	-	-	0,010	-
	Ponto 2	-	0,322	0,011	0,041	-	0,010	-
	Ponto 3	-	0,514	0,065	0,046	0,010	0,011	0,010
10-04	Ponto 1	0,019	0,177	0,080	-	-	0,005	-
	Ponto 2	0,014	0,394	0,074	0,066	0,010	0,021	-
	Ponto 3	0,027	0,767	0,205	0,084	0,014	0,053	0,014

24-04	Ponto 1	-	0,221	0,166	-	-	0,085	-
	Ponto 2	-	0,360	0,155	-	0,013	0,098	-
	Ponto 3	-	0,717	0,174	-	0,021	0,101	0,020
08-05	Ponto 1	-	0,067	0,041	-	-	0,124	-
	Ponto 2	-	0,270	0,043	0,023	-	0,131	-
	Ponto 3	-	0,663	0,184	0,015	0,035	0,125	-
29-05	Ponto 1	-	0,063	0,026	-	-	0,010	-
	Ponto 2	0,015	0,171	0,036	-	-	0,010	-
	Ponto 3	0,023	0,145	0,167	-	0,012	0,011	-
16-06	Ponto 1	-	0,061	0,012	-	-	0,025	-
	Ponto 2	0,018	0,237	-	-	-	0,021	-
	Ponto 3	0,032	0,571	-	-	0,024	0,028	0,025
22-08	Ponto 1	-	0,069	0,072	-	-	0,083	-
	Ponto 2	-	0,306	0,065	0,029	0,018	0,117	-
	Ponto 3	-	0,750	0,196	0,031	0,019	0,098	-
22-09	Ponto 1	-	0,095	0,085	-	-	0,072	-
	Ponto 2	0,010	0,312	0,096	-	-	0,118	-
	Ponto 3	0,022	0,450	0,115	-	0,035	0,025	0,020

Realizou-se também análise microbiológica qualitativa (Figura 13), visando identificar a presença ou ausência de coliformes termotolerantes e totais nos 3 pontos de coleta.



Figura 13: Análise microbiológica. Placas roxas com o meio M-endo e placas brancas com o meio M-TEC.

Fonte: Autor

Com esses parâmetros determinados foi possível quantificar um índice de qualidade da água do córrego nos pontos amostrados. Para o cálculo do IQA, utilizou-se a fórmula (Item 4) e os seguintes parâmetros: a presença de coliformes termotolerantes, pH, cloreto, nitrato, fosfato, fluoreto, turbidez e oxigênio dissolvido. O índice pode variar entre 0 e 100 para qualificar a água, sendo que IQA entre 100 e 80 a água é considerada ótima, entre 79 e 60 boa, entre 59 e 40 moderada, entre 39 e 20 de qualidade ruim e abaixo de 20 considerada muito ruim. Neste estudo obteve-se um valor de 34 para os 3 pontos, o que identifica qualidade ruim da água em função da ação antrópica.

O ponto 01 apresentou um IQA de 37, classificando a água do córrego no ponto como ruim, enquanto que o ponto 02 indicou um IQA de 32, mostrando também uma qualidade de água ruim, por fim, no ponto 03 encontrou-se um IQA de 31, indicando claramente que o córrego sofre uma forte influência antrópica, de forma negativa, que causa uma degradação de sua qualidade ao longo do seu curso no estudo realizado.

6 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível avaliar a qualidade da água do córrego Barra Nova, mostrando a grande influência e impacto das ações antrópicas presente. Esta influência é consequência do próprio crescimento da cidade, mas também, devido aos despejos conscientes e ilegais no córrego, já que as leis ambientais pouco rígidas e de difícil monitoramento pelas autoridades competentes, compensando o risco no pagamento da multa ao invés do tratamento dos resíduos.

Sabe-se que o Lago Jaboti (1º ponto de coleta) já foi palco de diversas ocorrências relacionadas ao descarte de resíduos em geral, este trabalho comprova a qualidade ruim da água do córrego Barra Nova, mas ainda persistem atividades de pesca e lazer no local, tendo contato direto com a água contaminada.

É necessário que as lideranças locais priorizem ações mais constantes de monitoramento para a verificação da qualidade das águas e principalmente ações de fiscalização de irregularidades, uma vez que, o descarte inadequado ainda é viável para as empresas, pois o lucro ainda é superior, mesmo que exista uma multa a ser paga.

Sendo assim, percebe-se a grande necessidade de alguma ação frente aos resultados observados, ressaltando a análise microbiológica, nota-se que a presença por si só de inúmeros microrganismos mostra uma lamentável situação para o córrego, já que o número encontrado foi tão grande a ponto de não possibilitar uma contagem. Tendo em vista que, existe um contato direto da população de Apucarana com os pontos analisados e que estes mesmos microrganismos podem levar a doenças graves, assim como os metais encontrados também, é perceptível a influência antrópica no córrego.

7 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade – Índice de Qualidade de Águas (IQA)**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 14 maio 2017.

ALBUQUERQUE, Bruno Pinto de. **AS RELAÇÕES ENTRE O HOMEM E A NATUREZA E A CRISE SÓCIO-AMBIENTAL**. 2007. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ensino Médio Integrado Ao Ensino Técnico de Laboratório de Bodiagnóstico em Saúde, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio da Fiocruz, Rio de Janeiro, 2007.

APUCARANA. **Plano rural sustentável**. Disponível em: <http://www.apucarana.pr.gov.br/site/wp-content/uploads/2016/10/plano_rural_sustentavel_municipal.pdf>. Acesso 30 abril 2017.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Aprova o regulamento técnico de parâmetros responsáveis pela qualidade de água. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 2011.

BRITO, S. L.; MAIA-BARBOSA, P. M.; PINTO-COELHO, R. M. Zooplankton as an indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil. **Lake and Reservoir Management**, v. 16, p. 253–264, 2011. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1770.2011.00484.x>.

BUCCI, M. M. H. S. et al. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG. **Ambiente e Água**, Taubaté, v. 10, n. 4, p.1-21, dez. 2015.

Case, M. "Climate change impacts in the Amazon: review of scientific literature (World Wildlife Fund – WWF)". 8th Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. 20-31 March, Curitiba, Brazil. 2006

CARAPETO, C. **Poluição das águas Causas e Efeitos**. Lisboa: Copyright, 1999.

CLESCERI, L. S., GREENBERG A. E., TRUSSEL, R. R.; Standard Methods, For the Examination of Water and Wastewater, 17. ed., Boston – USA: American Public Health Association (APHA-AWWA), 1989.

Comparação de Métodos para Determinação de Flúor. Curitiba: B.CEPPA, 1999.

CONAMA. **Resolução Conama 357 - Dispõe Sobre a Classificação dos Corpos de Água**. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seobras/exibeconteudo?article-id=200367>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

CORRÊA, T. L. Bioacumulação de metais pesados em plantas nativas a partir de suas disponibilidades em rochas e sedimentos: o efeito na cadeia trófica. 2006. 157

f. 110 Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Universidade de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

GOYER, R. A.; CLARKSON, T. W. **Toxic Effects of Metals**. Disponível em: <http://www.biologicaldiversity.org/campaigns/get_the_lead_out/pdfs/health/Goyer_1996.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2017.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC)**. 13. ed., 1980.

IBGE. **Paraná Apucarana**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=410140>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo de Nutriente a Poluente! **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.], v. 8, n. 8, p.1713-1721, 11 jan. 2013. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/223611706430>.

LEAL, G. C. S. de G. O Processo de Industrialização e Seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. **Qualitas Revista Eletrônica**, Goiania, v. 7, n. 1, p.1-11, jun. 2008.

LEITE, Maurício Augusto. **Índices de Qualidade de Água**. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/defers/docentes/mauricio/pdf/RH/Indices.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

LIMA, D. P. de. **Avaliação da Contaminação por Metais Pesados na Água e Nos Peixes Da Bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil**. 2013. 147 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 2007. 3. ed. 1043 p.

MENDONÇA, Rita. **Conservar e criar: natureza, cultura e complexidade**. Editora Senac São Paulo. São Paulo, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 2914. 12 de dezembro de 2011.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2010. 4 ed. 388 p.

Motter J, Moyses ST, França BHS, Carvalho ML, Moysés SJ. Análise da concentração de flúor na água em Curitiba, Brasil: comparação entre técnicas. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;29(2):120–5.

NASCIMENTO, Tatiana Souza do. Metemoglobinemia: do Diagnóstico ao Tratamento. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 6, p.651-664, nov. 2008.

NISHIHARA, Janete Alaburda e Linda. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, n. 2, p.102-106, abr. 1998.

ORAM, Brian. Total dissolved Solids and Water Quality, 2014. Disponível em: <<http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/tools/total-dissolved-solids>> Acesso em: 05 de nov. 2017.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Representação da Unesco no Brasil. Disponível em <http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/about-this-office/single-view/news/un_world_water_report_is_presented_in_brasilia/>. Acesso em: 30 de Abril de 2017.

PÁDUA, V. L. D.; LUIZ, D. B. Comparação entre Turbidez e Distribuição de tamanhos de partículas. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. [S.I.]: ABES - Trabalhos Técnicos. 2006.

PEREIRA, A. R. et al. Avaliação da qualidade da água superficial na área de influência de um lixão. **Ambiente e Água**, Taubaté, v. 8, n. 3, p.1-8, dez. 2013.

REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2007, Fortaleza-ceará. **VERIFICAÇÃO DA PRESENÇA DE NITRITO EM ÁGUAS DE CONSUMO HUMANO DA COMUNIDADE DE VÁRZEA DO COBRA EM LIMOEIRO DO NORTE-CE.** Fortaleza-Ceará: Reunião Anual da SBPC, 2007. 5 p.

RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352 p.

SABESP, & Paulo, C. d. (1999). Norma Técnica Interna SABESP NTS 013. São - Paulo:SABESP.

SILVA, M. O. S. Álvares. Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos, 18. ed., São Paulo: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 1977.

SKOOG, D. **Fundamentos de Química Analítica.** São Paulo: Cengage Learning, 2009.

SOUTO, M. A. M. A determinação de nitrato em águas por espectrofotometria UV: usos e precauções. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 65, n. 1, p.1-3, jul. 2006.

Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition. Pag 4-82.

TADEU, Marco Grassi. As águas do planeta terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, Edição especial, 2001.