



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Francisco Beltrão
Curso de Engenharia Ambiental



TELMO JOSIEL TELES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTE NO
PERÍMETRO URBANO DE FRANCISCO BELTRÃO – PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

FRANCISCO BELTRÃO

2018

TELMO JOSIEL TELES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTE NO
PERÍMETRO URBANO DE FRANCISCO BELTRÃO – PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão.

Orientador: Prof.º Dr. Adir Silvério Cembranel.

Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Cláudia Eugênia Castro Bravo.

FRANCISCO BELTRÃO

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**Avaliação da qualidade ambiental de nascente no perímetro urbano de
Francisco Beltrão – Paraná**

por

Telmo Josiel Teles

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 13:30 horas, do dia 20 de Junho de 2018, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca Avaliadora:

Prof. Dr. Adir Silvério Cembranel
(Presidente da Banca)

Profa. Dra. Claudia Eugênia Castro
(Membro da Banca)

Profa. Dra. Ivane Benedetti Tonial
(Membro da Banca)

Profa. Dra. Denise Andréia Szymczak
(Professora responsável pelo TCC e Coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental)

"O Termo de Aprovação encontra-se assinado na coordenação do curso"

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me deu forças e iluminou o meu caminho durante esta jornada.

De forma especial agradecer a minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que me deram a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada. Vocês são meu Porto Seguro.

À minha amada Jaqueline, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você meus dias são mais felizes. Obrigado pelo carinho, paciência, dedicação e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

À Universidade quero deixar uma palavra de gratidão por ter me recebido de braços abertos e com todas as condições que me proporcionaram grande evolução profissional e pessoal. A todo o corpo docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Francisco Beltrão, em especial aos meus orientadores Doutor Adir Silvério Cembranel e a Doutora Cláudia Eugênia Castro Bravo, muito obrigado pela dedicação e paciência.

Neste momento de grande alegria não poderia esquecer de meus queridos amigos Ernesto Noronha, Cristiane Machado, Angélica Battisti, Anderson Castelli, pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis. E as incríveis amizades consolidadas no convívio acadêmico, Franklin Barbosa, Fabio Lanzarin, Marcus Dalbem.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”

Albert Einstein

RESUMO

TELES, Telmo J. **Avaliação da qualidade ambiental de nascente no perímetro urbano de Francisco Beltrão – Paraná.** 2018. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

O crescimento não planejado de centros urbanos gera inúmeros impactos ao meio ambiente, podendo-se destacar a degradação de corpos hídricos e de nascentes de água. Tendo em vista que a água é um recurso natural imprescindível à vida e que apenas 0,3% de toda a água contida no globo está disponível ao consumo humano, torna-se de fundamental importância sua preservação. O presente trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade ambiental de uma nascente de água no perímetro urbano do município de Francisco Beltrão – Paraná, a partir de sua caracterização físico-química, microbiológica e ensaios de toxicidade da água, além de classificá-la quanto ao seu grau de preservação por meio da análise macroscópica. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Para verificação da toxicidade aguda foi utilizado o microcrustáceo *Artemia salina* L. como organismo bioindicador e a análise estatística realizou-se pelo Teste de Tukey com nível de 5% de significância. Analisando os resultados obtidos a partir da análise macroscópica a nascente se mostra em estado péssimo de preservação enquadrando-se na classe E. As análises físico-químicas apresentaram carga de DQO e DBO elevadas e baixas concentrações de oxigênio dissolvido. A partir das análises microbiológicas foi possível identificar a contaminação da nascente por coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*. Nos ensaios de toxicidade aguda com *Artemia salina* L. a água em questão apresentou-se tóxica com características distantes das necessárias a sua sobrevivência. Contudo, pode-se relacionar tal estado de degradação a ações antrópicas como a urbanização não planejada, sem devida coleta e tratamento de esgoto doméstico, impermeabilização do solo e obras de infraestrutura potencializando a degradação do meio ambiente.

Palavras-chave: Nascente. Qualidade ambiental. Toxicidade. Análise microbiológica.

ABSTRACT

TELES, Telmo J. **Evaluation of the environmental quality of a spring in the urban perimeter of Francisco Beltrão - Paraná.** 2018. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

The unplanned growth of urban centers generates numerous impacts on the environment, with the possibility of highlighting the degradation of water bodies and water sources. Given that water is a natural resource essential to life and that only 0.3% of all water contained in the globe is available for human consumption, being of fundamental importance its preservation. The objective of this study was to evaluate the environmental quality of a water source in the urban perimeter of the municipality of Francisco Beltrão - Paraná, from the physical-chemical, microbiological characterization and water toxicity tests, in addition to classifying it in terms of its degree of preservation through macroscopic analysis. The following parameters were analyzed: pH, temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, turbidity, chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus, total coliforms, thermotolerant coliforms e *Escherichia coli*. To verify the acute toxicity, the microcrustacean *Artemia salina* L. as a bioindicator organism and the statistical analysis was done by the Tukey Test with a level of 5% of significance. Analyzing the results obtained from the macroscopic analysis the source was in a poor state of preservation falling into the class E. The physicochemical analyzes showed high COD and BOD load and low dissolved oxygen concentrations. From the microbiological analyzes it was possible to identify the source contamination by thermotolerant coliforms, total and *Escherichia coli*. In the acute toxicity tests with *Artemia salina* L., the water in question was toxic with characteristics that are far from those necessary for its survival. However, we can relate this state of degradation to anthropogenic actions such as unplanned urbanization, without proper collection and treatment of domestic sewage, waterproofing of the soil and infrastructure works enhancing the degradation of the environment.

Key words: Source. Environmental Quality. Toxicity. Microbiological analysis.

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

APHA – American Public Health Agency

APP – Área de Preservação Permanente

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

FTU – Unidades de Turbidez Formazina

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Km – Quilometro

LGQ – Laboratório para Garantia de Qualidade

mg/L – miligramas por litro

MS – Ministério da Saúde

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

nm – nanômetro

OD – Oxigênio Dissolvido

pH – Potencial Hidrogeniônico

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

UFC – Unidade Formadora de Colônia

μ – micro: 10^{-6}

μS/cm - microsiemens por centímetro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Francisco Beltrão – PR.	24
Figura 2 – Imagem multitemporal da área de estudo.	25
Figura 3 – Caracterização da área de estudo.	26
Figura 4 – Representação gráfica do número de organismos mortos observado em cada concentração e tratamento.	44
Figura 5 – Caracterização da área ao entorno da nascente.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros macroscópicos para análise da qualidade ambiental de nascentes.....	32
Tabela 2 – Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação.....	34
Tabela 3 – Resultado dos parâmetros físico-químicos.....	35
Tabela 4 – Resultado das análises para o parâmetro coliformes.....	41
Tabela 5 – Número individual e médio de organismos mortos em cada tratamento.	43
Tabela 6 – Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos observados na nascente localizada no Loteamento COOHABTRAN.	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. RECURSOS HÍDRICOS	15
3.2. ÁGUA SUBTERRÂNEA	15
3.3. ÁGUAS DE ABASTECIMENTO	17
3.4. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	19
3.5. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	20
3.6. SAÚDE PÚBLICA.....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	26
4.2.1. Determinação do pH.....	27
4.2.2. Condutividade elétrica	27
4.2.3. Oxigênio Dissolvido – OD.....	27
4.2.4. Turbidez.....	28
4.2.5. Demanda Química de Oxigênio – DQO.....	28
4.2.6. Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO.....	29
4.2.7. Fósforo Total.....	29
4.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	30
4.4. ANÁLISE DE TOXICIDADE – <i>Artemia salina</i> L.....	31
4.5. ANÁLISE MACROSCÓPICA DA NASCENTE	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	35
5.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	41
5.3. ANÁLISE DE TOXICIDADE – <i>Artemia salina</i> L.....	42
6. CONCLUSÃO	48
7. REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

A água ocupa um lugar bem específico em meio a todos os recursos naturais, possuindo um papel indispensável no meio ambiente bem como na vida humana, e nada a substitui. Embora esteja disponível em diferentes quantidades e em lugares distintos, a água é a substância mais abundante no planeta Terra (DONADIO et al., 2005).

Do total da água doce disponível no planeta, as águas subterrâneas representam uma parcela significativa, em torno de 30% do total. Quanto à utilização para fins de abastecimento público, cerca da metade da população mundial é abastecida por águas provenientes de mananciais subterrâneos (FERREIRA et al., 2007).

A deterioração da qualidade das águas causa impactos econômicos e sociais e, até alterações permanentes e irreversíveis em lagos, rios e represas. Os custos para sua recuperação e para o seu tratamento podem ser muito elevados (TUNDISI-MATSUMURA, 2008). Tendo em vista todos esses problemas, a Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que 2,7 bilhões de seres humanos (45% da população mundial) poderão ficar sem água para consumo no ano de 2025 (VIERA et al., 2002).

No Brasil, embora a água seja considerada recurso abundante, existem áreas muito carentes a ponto de transformá-la em um bem limitado às necessidades do homem. Normalmente, a sua escassez é muito mais grave em regiões onde o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada, provocando a deterioração das águas disponíveis, devido ao lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outros poluentes (MOITA; CUDO, 1991).

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2014) no mundo existem cerca de 2,5 bilhões de pessoas sem saneamento adequado, 768 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso a uma fonte de água potável e 3,5 milhões de pessoas morrem por problemas relacionados ao fornecimento inadequado de água por ano. No Brasil essa realidade é ainda maior, pois o déficit de saneamento básico vem constituindo uma preocupação grave,

considerando a importância de seu papel na relação que estabelece com a saúde e o ambiente.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) por meio da Resolução nº 357 de 18 de março 2005, fixa valores para a classificação das águas doces e define seus usos. A classificação baseia-se na avaliação da qualidade das águas usando parâmetros específicos que permite separar os usos preponderantes para cada classe (BRASIL, 2005).

A Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde estabelece o padrão de qualidade da água para consumo humano, a qual define de forma clara e precisa os Valores Máximos Permissíveis (VMP) de vários parâmetros (BRASIL, 2011).

Neste sentido o presente estudo teve como objetivo avaliar por meio de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e ensaios de toxicidade, a qualidade ambiental de nascente localizada no perímetro urbano do município de Francisco Beltrão – PR.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água proveniente de nascente localizada no perímetro urbano do município de Francisco Beltrão – Paraná.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização físico-química da água;
- Avaliar a qualidade higiênico-sanitário da nascente;
- Analisar a toxicidade da água;
- Qualificar macroscopicamente a nascente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. RECURSOS HÍDRICOS

De toda a água disponível no planeta, 97% encontra-se em mares e os outros 3% corresponde às águas doces, sendo que 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis freático, em profundidades as quais seu aproveitamento para consumo humano se torna economicamente inviável. Restando apenas 0,3% do volume total que pode ser aproveitado como consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superficial (rios, lagos) e 0,29% em fontes subterrâneas (poços e nascentes) (FUNASA, 2014).

De acordo com Tundisi (2008) o Brasil detém 14% da água do planeta, entretanto possui uma distribuição desigual de volume e disponibilidade deste bem, enquanto um habitante do Amazonas tem 700.000 m³ de água disponíveis por ano, um habitante da Região Metropolitana de São Paulo tem 280 m³ por ano disponíveis. Essa disparidade traz muitos problemas sociais e econômicos, especialmente quando se leva em consideração a disponibilidade/demanda e a saúde humana na periferia das grandes regiões metropolitanas do país.

3.2. ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água subterrânea segundo Libânio (2010) pode ocorrer em duas zonas, uma conhecida como zona de aeração, ou seja, zona não saturada e a outra, zona saturada. A zona não saturada ou de aeração, tem seus poros preenchidos parcialmente por ar e água, já a zona saturada contém seus poros preenchidos completamente por água, que dão assim origem aos aquíferos. A superfície que separa essas duas zonas é o lençol freático.

De acordo com Wicandes et al. (2009), a água que abastece os aquíferos é, em grande parte, proveniente da precipitação que infiltra no solo. A medida que essa água infiltra, os espaços vazios no solo, os poros, são preenchidos.

O aquífero pode ocorrer de três formas: livre, confinado ou artesiano e ainda suspenso. O aquífero livre é aquele cujo o topo do nível da água comunica-se com a atmosfera via rochas permeáveis, ou seja, está sob pressão atmosférica. O aquífero denominado suspenso é aquele que situa-se sobre uma camada de rocha impermeável, impossibilitando a comunicação deste com o lençol principal situado abaixo. O aquífero confinado, por sua vez, é aquele que se situa sobre duas camadas de rochas (acima e abaixo) impermeáveis (POPP, 2012).

A água do subsolo pode ser explorada basicamente de três maneiras, por meio das fontes, locais onde a água emana da terra, por meio de poços, aberturas feitas por perfurações ou escavações que têm como objetivo atingir a zona de saturação, além dos sistemas artesianos, que são poços, onde a água encontra-se confinada entre duas camadas relativamente impermeáveis em zonas mais profundas, o que acarreta em uma pressão mais elevada que a atmosférica (WICANDES et al., 2009)

Quanto à susceptibilidade à contaminação, a água do aquífero confinado tem seu processo de contaminação dificultado, uma vez que não fica próximo à superfície, ao contrário do aquífero livre, mais suscetível à contaminação devido à proximidade. Mesmo este sendo o mais vulnerável, em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre é mais frequentemente utilizada no Brasil (SILVA et al., 2003).

Para Libânio (2010), os mananciais subterrâneos quando comparados aos mananciais superficiais no quesito resiliência, são mais vulneráveis, devido à baixa capacidade de depuração que possuem. Ainda segundo o autor, a poluição de origem urbana no aquífero evidencia-se pelas redes coletoras de esgotos, os lixões e aterros sanitários, as lagoas de estabilização e o lançamento de efluentes no solo. Já a poluição originada em áreas agrícolas é causada pelo uso de pesticidas e fertilizantes, que infiltram pelo solo; a criação de animais, e as fossas sépticas.

A água subterrânea não é estática, ela possui movimento, porém este é lento. Devido a esse movimento, uma contaminação pode se estender ao longo de toda uma região. Por esse movimento ser lento, o tempo que o manancial leva para se auto depurar é alto, praticamente inviabilizando o uso do recurso (RESENDE, 2002; WICANDES et al., 2009).

As fossas sépticas e os aterros sanitários representam potenciais fontes de contaminação da água subterrânea, devido principalmente ao descarte de esgoto sanitário, que devido as características do solo (profundidade e permeabilidade), acabam atingindo a zona saturada antes mesmo de ter passado pelo processo de decomposição, que ocorre por meio da oxidação e pela ação de microrganismos, contaminando o aquífero (RAGAZZON et al., 2009; WICANDES et al., 2009).

3.3. ÁGUAS DE ABASTECIMENTO

No Brasil, o estudo, a avaliação e o controle da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, estão fundamentadas a dois dispositivos legais: a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 (BRASIL, 2005), e a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde que entrou em vigor em 14 de Dezembro de 2011, substituindo a Portaria 518 de 2004 (BRASIL, 2011).

Resolução nº 357/2005 do CONAMA, define a classificação das águas do território nacional com os seguintes objetivos: assegurar seus usos preponderantes; definir o grau de exigência para tratamento de efluentes; facilitar o enquadramento e o planejamento do uso de recursos hídricos, criando instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas; e preservar a saúde humana e o equilíbrio ecológico aquático. Estabeleceu-se a divisão das águas em três grandes grupos: doces, salobras e salinas (BRASIL, 2005).

De acordo com o Art. 4º da Resolução nº 357 de 2005 no caso das águas doces, estas foram divididas em cinco classes, relacionadas aos seus usos preponderantes:

“Classe Especial – águas destinadas: ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;

Classe 1 – águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;

Classe 2 – águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3 – águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; à dessedentação de animais.

Classe 4 – águas que podem ser destinadas: à navegação; e à harmonia paisagística” (BRASIL, 2005).

A Portaria nº 2.914 de 2011 contém normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano a serem observados em todo o território nacional. Cabe ao Ministério da Saúde, em articulação com as autoridades sanitárias competentes dos Estados, Distrito Federal e Municípios, a adoção das medidas necessárias ao fiel cumprimento da legislação. A portaria apresenta as definições e os conceitos mais relevantes à sua interpretação e aplicação e dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. O padrão de potabilidade é dividido do seguinte modo: padrão microbiológico (incluindo padrão de turbidez para a água pós-filtração ou pré-desinfecção); padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde (substâncias inorgânicas e orgânicas, agrotóxicos, cianotoxinas, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção); padrão de radioatividade; e, padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2011).

3.4. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Área de Preservação Permanente (APP) é definida legalmente como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

“Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros” (BRASIL, 2012).

As APPs devem ser destinadas prioritariamente para conservação dos recursos hídricos e controle de erosão, não podendo ser utilizada por atividades antrópicas com potencial poluidor. Contudo apesar protegidas legalmente pelo Código Florestal, a realidade de grande parte das bacias hidrográficas brasileiras aponta a falta de proteção dos mananciais, já que a cobertura florestal existente muitas vezes é inexpressiva (BECHARA, 2007).

A presença de mata nativa, principalmente nas encostas íngremes, ao longo de rios e córregos serve como obstáculo ao livre escoamento da água pluvial, reduzindo a energia cinética, possibilitando a infiltração e a alimentação dos aquíferos subterrâneos. E conseqüentemente reduzindo o escoamento superficial, ocasionando menor transporte de sedimento, contribuindo no controle do assoreamento dos corpos hídricos desta forma colaborando para o controle de inundações em áreas urbanas (TUCCI, 2004).

A conservação da mata ciliar é de fundamental na formação de corredores de habitat em paisagens caracterizadas pela fragmentação florestal, servindo como habitat ou corredor ecológico para fauna (LEES; PERES, 2008). As nascentes têm função primordial na manutenção dos recursos naturais, pois é uma forma de entrada de energia no ciclo hidrológico. O conceito nascente define um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, dando origem a mananciais superficiais (FELLIPE, 2009).

3.5. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

O conceito de degradação é amplo e genérico, permitindo várias interpretações de acordo com o contexto e o ramo profissional. Segundo o Guia de Recuperação de Áreas Degradadas da SABESP (2003), degradação são as modificações impostas por ações antrópicas aos ecossistemas naturais, alterando suas características químicas, físicas e biológicas, comprometendo a qualidade de vida dos seres humanos.

De acordo com o Decreto nº 97.632 que regulamenta o Art. 2º da Política Nacional do Meio Ambiente, é considerada como degradação a junção dos processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Para Willians (1990), a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas, a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada e a qualidade e dinâmica de vazão do sistema hídrico for alterado.

Contudo, pode-se dizer que áreas degradadas são locais que sofreram qualquer forma de intervenção antrópica, modificando características ambientais a partir de seu ecossistema de referência (BECHARA, 2007).

3.6. SAÚDE PÚBLICA

Água potável, ou seja, água com qualidade adequada e em quantidade suficiente constitui um dos elementos essenciais à vida, além de ser um fator diretamente ligado à promoção da saúde da população e à redução de incidência de doenças vinculadas a ela. Para ser considerada potável a água deve atender os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

A população mundial está em constante crescimento e rápido desenvolvimento, aumentando vertiginosamente o consumo de água. Paralelamente, há o crescimento na eliminação de águas residuais as quais não podem ser reaproveitadas e quando dispostas no meio ambiente de forma inadequada acabam causando desequilíbrios nos ecossistemas e inviabilizando o uso desses recursos naturais, como por exemplo, o abastecimento de água potável (JORDÃO; PESSÔA, 2009).

Segundo Sperling (2005), as cidades contribuem na geração de esgoto a partir de três fontes distintas: esgotos domésticos (residências, instituições e comércio); águas de infiltração e despejos industriais (diversas origens e tipos de indústrias). Os esgotos são constituídos de matéria orgânica e inorgânica. Fazem parte dos constituintes orgânicos as proteínas, açúcares, óleos e gorduras, microrganismos, sais orgânicos e componentes dos produtos saneantes. Os principais constituintes inorgânicos são sais formados de ânions (cloretos, sulfatos, nitratos, fosfatos) e cátions (sódio, cálcio, potássio, ferro e magnésio).

De acordo com Pires (2006) muitas cidades brasileiras ainda não possuem rede de coleta e sistemas de tratamento de esgoto, sendo que muitas vezes, o esgoto é lançado diretamente em corpos hídricos, resultando em situações de extrema poluição.

A falta de tratamento desses resíduos líquidos pode estar associada ao surgimento de doenças que afetam diretamente a saúde pública. Os esgotos contém uma quantidade elevada de microrganismos patogênicos (bactérias, vírus e protozoários). Além de trazer risco de doenças para população muitas vezes torna inviável a utilização do manancial uma vez que a carga lançada é

superior ao poder de autodepuração, que acabam sendo degradados (JORDÃO; PESSÔA, 2009).

Os microrganismos têm grande importância no ambiente aquático, pois são responsáveis pela transformação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos e em termos de qualidade biológica da água, são os que possibilitam a transmissão de doenças (SPERLING, 1996).

A qualidade e o acesso aos serviços de saneamento estão diretamente relacionados à saúde pública. Água de residências que é encanada e tratada é considerado um grande benefício para as comunidades, mas se esse serviço não for acompanhado de um sistema de tratamento de esgoto adequado poderá evidencialmente, não acabar com os problemas de saúde relacionados à veiculação hídrica. A cada R\$ 1,00 investido no setor de saneamento, cerca de R\$ 4,00 são economizados com a saúde (FUNASA, 2004).

A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser estudada através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes. Existem no grupo dos coliformes termotolerantes três gêneros: *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* dos quais dois gêneros *Enterobacter* e *Klebsiella* incluem cepas de origem não fecal (SPERLING, 1996).

As bactérias do grupo coliformes são gram-negativas, relacionadas com o trato gastrointestinal de animais de sangue quente, consideradas os principais indicadores de contaminação por efluentes domésticos. É um importante parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que possam causar doenças de veiculação hídrica, tais como, febre tifóide, febre paratifóide e a cólera (CETESB, 2009).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são veiculadas pela água contaminada por microrganismos patogênicos (COELHO et al., 2007). Isto se deve ao fato de que apenas 30% da população mundial tem acesso a água tratada e os outros 70% terem poços de água subterrânea como fonte de água, facilitando assim sua contaminação (FERNANDEZ; SANTOS, 2007).

Para CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), o uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso das coliformes totais, pois as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente (CETESB, 2018).

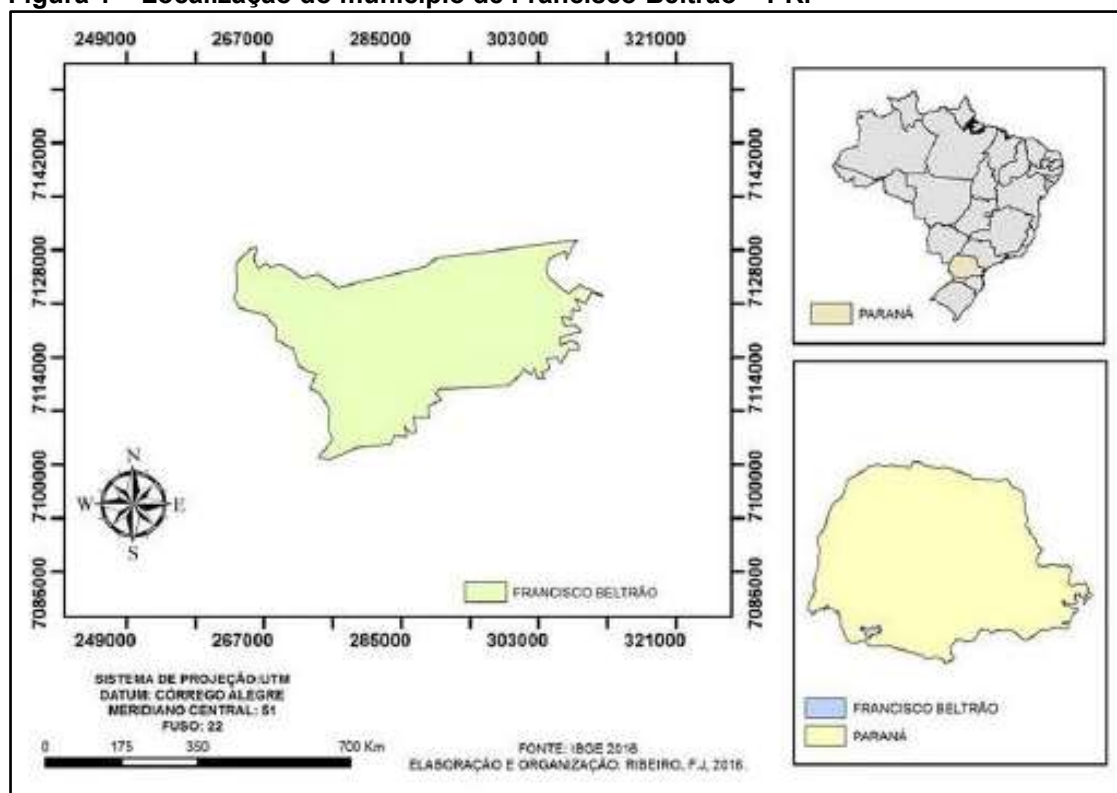
4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo de caso foi realizado na área urbana do município de Francisco Beltrão localizado na região Sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1). O município possui área de 735,113 Km² e população de 88.465 (IBGE, 2017). Com sistema de esgotamento sanitário atendendo cerca de 65,3% dos domicílios (IBGE, 2010).

A região apresenta clima subtropical mesotérmica úmida, Cfb segundo a classificação de Köppen, está inserida no Bioma Mata Atlântica em uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 2010).

Figura 1 – Localização do município de Francisco Beltrão – PR.

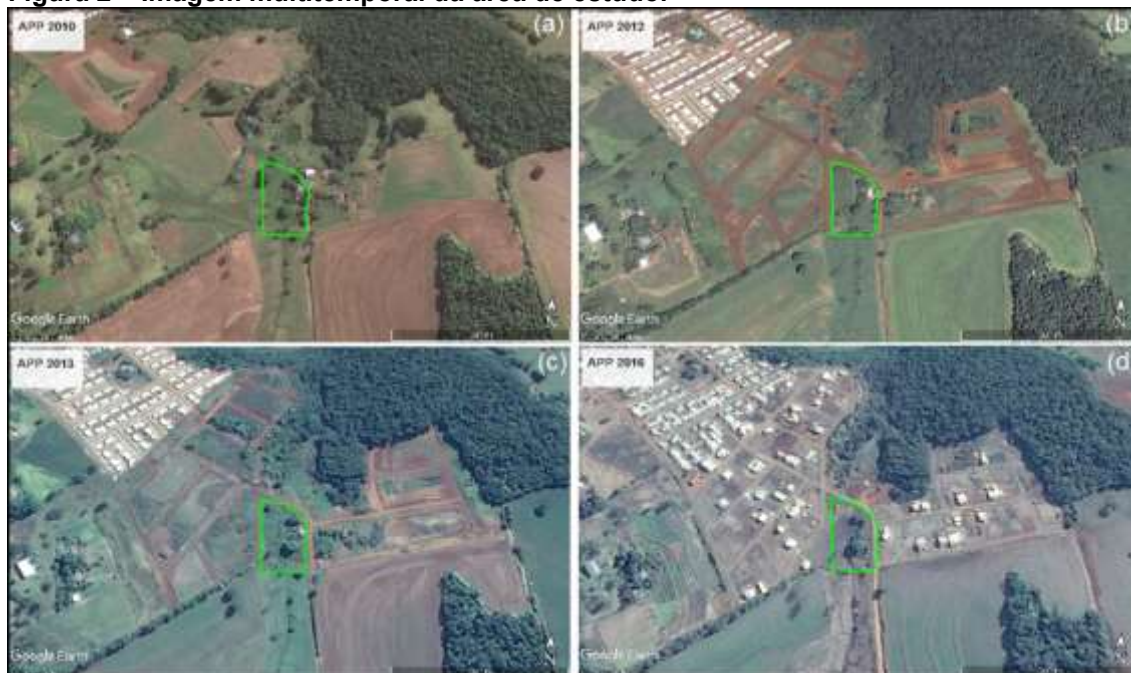


Fonte: IBGE (2016).

A nascente em estudo localiza-se em um loteamento habitacional urbano, denominado COOHABTTRAN II (Cooperativa Habitacional dos Trabalhadores em Transporte), localizado nas coordenadas 26°03'38" S e 53°01'50" O. O empreendimento contém 180 lotes com área média de 450 m² por lote. A propriedade foi adquirida pela Cooperativa no ano de 2012, antes da aquisição a área pertencia a zona rural do município, e era utilizada em atividades agropecuárias.

No ano de 2012 iniciaram-se as obras de infraestrutura necessárias ao loteamento, como abertura de ruas, sistema de drenagem de águas pluviais, divisão de lotes, pavimentação, provocando impactos negativos ao meio local, erosão do solo exposto, supressão da vegetação nativa entre outros (Figura 2).

Figura 2 – Imagem multitemporal da área de estudo.



Fonte: Google Earth (2017).

Cumprindo a legislação no projeto e no desenvolvimento do loteamento foram destinados dois hectares de área de reserva legal. A área loteada é intercalada por um córrego de água permanente, além de um afloramento superficial de águas subterrâneas, aos quais foram estabelecidos de acordo com o Código Florestal, Área de Preservação Permanente (APP) (Figura 3).

A APP encontra-se em estado de abandono, servindo de depósito de resíduos, favorecendo a criminalidade, a proliferação de animais peçonhentos,

e vetores de doenças, além de possibilitar a contaminação da nascente. Atualmente o loteamento se encontra parcialmente ocupado, onde residem cerca de 400 pessoas, sem a implantação de sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário. Desta forma o efluente doméstico é destinado a fossas sépticas.

Figura 3 – Caracterização da área de estudo.



Fonte: Google Earth (2018).

4.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Na realização da caracterização físico-química da água da nascente foram realizadas quatro coletas de amostras de água de dois litros cada. As coletas ocorreram no mês de abril de 2018 (C1) e no mês de maio de 2018 três coletas (C2, C3 e C4) de acordo com “Standard Methods” (APHA, 1998).

As análises físico-químicas foram realizadas para os parâmetros de temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo e realizada análise estatística descritiva para cada parâmetro analisado.

A determinação da temperatura foi efetuada *in loco* com o auxílio de um termômetro de mercúrio e as demais análises realizadas em triplicata no

Laboratório de Águas e Efluentes, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão.

Todas as análises foram realizadas conforme metodologias descritas no “Standard Methods” (APHA, 1998).

4.2.1. Determinação do pH

Para determinação do pH foi utilizado o método eletrométrico conforme metodologia descrita na NBR 14339 (ABNT, 1999). Primeiramente foi realizada a calibração do pHmetro marca MS Tecnocon, modelo mPA, conforme recomendações do fabricante. Após a calibração do aparelho com soluções tampão de pH 4 e 7, foram realizadas as medições do pH.

4.2.2. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica consiste na capacidade do meio líquido de conduzir corrente elétrica, devido aos íons dissolvidos, os quais são influenciados pela área de drenagem dos efluentes, a geologia e o regime pluviométrico (MACEDO, 2006).

A condutividade elétrica foi determinada pelo método potenciométrico conforme metodologia descrita na NBR 14340 (ABNT, 1999). Onde, inicialmente o condutímetro, marca MS Tecnocon, modelo mCA 150P, foi calibrado conforme recomendações do fabricante. Realizada a calibração, o eletrodo do equipamento foi submergido na amostra para determinação da condutividade elétrica.

4.2.3. Oxigênio Dissolvido – OD

O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler, onde através da oxidação do hidróxido manganoso pelo oxigênio dissolvido na água e adição de iodeto de potássio na amostra, observou-se a formação de

precipitado. Após a acidificação do meio, o precipitado se dissolve. A quantidade de oxigênio dissolvido na amostra é determinada através da titulação com uma solução de tiosulfato de sódio (APHA, 1998).

4.2.4. Turbidez

Inicialmente preparou-se uma solução padrão de Formazin com turbidez conhecida para a curva padrão, foram preparadas diluições com as seguintes concentrações de Formazin: 12 FTU, 20 FTU, 32 FTU, 40 FTU, 80 FTU, 120 FTU. As absorbâncias das amostras e da solução padrão foram feitas em espectrofotômetro, de marca Thermo Scientific, modelo Helios Zeta em comprimento de onda igual a 450 nm. Com os valores de absorbância das diluições foi possível plotar o gráfico que relaciona absorbância e turbidez, por meio do qual se encontra o valor de turbidez da amostra analisada (APHA, 1998).

4.2.5. Demanda Química de Oxigênio – DQO

A DQO pode ser definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente, em condições ácidas, toda a matéria oxidável (orgânica ou inorgânica) presente na amostra.

Na determinação da DQO utilizou-se o método de refluxo fechado, no qual a oxidação ocorreu em meio fortemente ácido. Inicialmente, foi preparada uma curva padrão de concentração conhecida, adicionando em tubos de ensaio a solução digestora, solução de ácido sulfúrico reagente, água destilada e a solução padrão de biftalato de potássio.

Em seguida, os tubos foram vedados e levados para o bloco digestor, a uma temperatura de 150 °C, por um tempo de 2 horas. Após a digestão dos padrões, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro com comprimento de onda igual a 600 nm.

Para análise das amostras, foram adicionados nos tubos de ensaio 2,5 mL da amostra de água, 1,5 mL da solução digestora e 3,5 mL da solução de

ácido sulfúrico reagente, repetiu-se o mesmo procedimento realizado com os padrões.

A partir dos valores de absorvância dos padrões de concentração conhecida, foi possível confeccionar uma curva padrão e, a partir deste gráfico, foram determinados os valores de DQO das amostras.

4.2.6. Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A determinação da DBO se deu pela incubação da amostra por 5 dias a uma temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, contendo solução semente e nutrientes. O uso da semente é necessário para ter presente uma população de microrganismos capazes de oxidar a matéria orgânica biodegradável na amostra. O efluente doméstico, efluentes de plantas de tratamento biológico, não cloradas ou com algum tipo de desinfecção, águas superficiais que receberam cargas de efluentes apresentam uma população microbiológica satisfatória. Para realização da análise a amostra de efluente doméstico foi coletada junto a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Sanepar no município de Francisco Beltrão.

Após adicionar o volume da amostra e o volume de semente necessário, transferiu-se, por sifonação, a água de diluição contendo nutrientes para um frasco hermético de tamanho específico, enchendo-o até transbordar, fazendo com que seja removido todo o oxigênio do frasco.

A DBO foi quantificada através da diferença de oxigênio dissolvido inicial e oxigênio dissolvido final após os 5 dias de incubação.

4.2.7. Fósforo Total

Na determinação do fósforo total foi utilizado o método titulométrico. O procedimento consiste na comparação da intensidade de cor entre o branco (reagentes com água destilada) e a cor obtida na amostra.

Para isso, em 100 mL de amostra foram adicionados 5 mL da solução de ácido sulfúrico em álcool, 10 gotas da solução de molibdato de amônio e 10

gotas da solução de cloreto estânico. Para comparação, o mesmo procedimento realizou-se em uma amostra de água destilada (branco). Logo após a adição das soluções, notou-se a manifestação de uma coloração azul. Sua intensidade está diretamente relacionada à quantidade de fósforo presente na amostra.

Dessa maneira, a água destilada (branco) foi titulada com uma solução de fosfato biácido de potássio, de concentração conhecida, até que a mesma adquirisse uma coloração de intensidade idêntica a amostra. Por fim, sabendo-se o volume utilizado na titulação, foi determinado o fósforo total da amostra (APHA, 1998).

4.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Na realização das análises microbiológicas da água foram realizadas duas coletas de amostras de água de um litro cada. As duas coletas ocorreram no mês de maio de 2018 (M1 e M2) de acordo com “Standard Methods” (APHA, 1998).

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório LGQ, localizado no município de Francisco Beltrão, Paraná.

Para avaliação dos Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*, utilizou-se a técnica de membrana filtrante, conforme metodologia proposta por APHA (2017).

O método de avaliação consiste inicialmente na filtração a vácuo de um volume de amostra igual a 100 mL, através de membrana filtrante com porosidade de 0,45 µm. As bactérias, que apresentarem dimensões maiores que o poro da membrana, ficarão retidas em sua superfície, a qual foram transferidas para uma placa de Petri, contendo o meio de cultura seletivo e diferencial m-Endo Ágar LES.

4.4. ANÁLISE DE TOXICIDADE – *Artemia salina* L

Para a realização dos ensaios de toxicidade aguda foram coletadas duas amostras de água de dois litros cada. As coletas ocorreram no mês de maio de 2018 (T1 e T2) de acordo com “Standard Methods” (APHA, 1998).

O teste de imobilidade/mortalidade com *Artemia salina* L. foi conduzido pelo método proposto por Guerra (2001), com modificações baseadas na ABNT NBR 13373. Inicialmente cistos de *A. salina* foram incubados em solução de sal marinho sintético (30 g/L), aerados, com luminosidade e temperatura de 25°C, para induzir sua eclosão.

Após a eclosão dos cistos, 10 náuplios do microcrustáceo foram transferidos para poços de placas de cultivo, contendo: 2 mL da solução salina (controle negativo salino), 2 mL da água mineral (controle negativo doce), 2 mL das amostras em solução salina nas seguintes concentrações: 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,2% e 3,1%.

Foram realizadas quatro repetições para o controle negativo salino bem como para o controle negativo doce. Para as diluições da amostra em solução salina foram realizada triplicatas e, após 24 horas de incubação, a 25 °C e ao abrigo da luz, então realizada a contagem do número de náuplios mortos, considerados como tal aqueles que permaneceram imóveis durante 20 segundos de observação. A análise estatística foi feita através do Teste de Tukey ($\alpha=0,05$; $n=4$), pelo programa GraphPad InStat.

4.5. ANÁLISE MACROSCÓPICA DA NASCENTE

Para avaliação da situação das nascentes foi utilizada a metodologia de abordagem Macroscópica proposta por Gomes et al. (2005), quando são criados critérios de avaliação qualitativa de possíveis impactos ambientais e atribuídas notas para cada grau de degradação (Tabela 1), a partir da matriz de impactos ambientais que aborda fatores como: presença de esgoto, presença de entulho e lixo, ausência de vegetação característica, entre outros aspectos.

Na análise macroscópica da nascente foram identificados aspectos ambientais relatados por Dias (1998), e pelo Guia de Avaliação da Qualidade

das Águas (2004), adaptadas por Gomes et al. (2005), no qual é obtido o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes.

A Tabela 1 apresenta a metodologia de averiguação dos parâmetros macroscópicos, que ao serem tratados, foram classificados de acordo com sua qualidade e o seu grau de impacto. O valor máximo possível do índice é 33, representando a resposta “bom” para todos os parâmetros avaliados. Por outro lado, o mínimo possível, obtido para a resposta “ruim” em todos os parâmetros é 11.

Após a coleta de dados *in loco* e avaliação dos impactos na nascente, os parâmetros macroscópicos são enquadrados em padrões para sua quantificação e posteriormente distribuídos de forma classificatória.

Tabela 1 – Parâmetros macroscópicos para análise da qualidade ambiental de nascentes.

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	(1) Ruim	(2) Médio	(3) Bom
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro forte	Cheiro fraco	Não há
Resíduos ao redor	Muito	Pouco	Não há
Resíduos na água	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto	Esgoto domestico	Fluxo superficial	Não há
Vegetação (Preservação)	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não há
Uso por humanos	Presença	Apenas marcas	Não há
Proteção do local	Fácil	Difícil	Sem acesso
Proximidade com residências	Menos de 50 m	Entre 50 e 100 m	Mais de 100 m
Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Áreas protegidas

Fonte: Gomes et al. (2005).

Foram avaliados os seguintes elementos chave:

- Coloração: foi obtido com o auxílio de um copo de vidro transparente;
- Odor da água: com uso de um copo de vidro para coleta e verificação de odor;

- Resíduos no entorno: presença de lixo no entorno da nascente e caracterização dos mesmos;
- Materiais Flutuantes: presença de objetos na superfície da água;
- Espumas e óleo: presença na superfície da água;
- Esgoto: presença de emissários e sua distância da nascente;
- Vegetação: caracterização quanto ao grau de preservação;
- Uso por animais: evidência de uso por animais (fezes, tocas, esqueletos, pegadas);
- Uso antrópico: evidência da utilização da nascente por humanos (trilhas ao redor da nascente, bombas de sucção, irrigação para hortas);
- Proteção e Identificação: presença de barreiras naturais, artificiais e placas informativas ou educativas;
- Residências: quantificação aproximada da distância, em metros, da nascente até a residência, estabelecimento comercial e indústrias;
- Tipo de inserção: se a nascente está localizada em área que visa a preservação local.

Na metodologia proposta por Gomes et al. (2005), a nascente foi classificada de acordo com o grau de preservação, que foi denominado Índice de Impacto Ambiental em Nascentes. As classes foram divididas em 5, da seguinte maneira:

- Classe A – ótimo;
- Classe B – boa;
- Classe C – razoável;
- Classe D – ruim;
- Classe E – péssima.

Essas classificações se deram pela somatória dos pontos obtidos através das análises em campo da qualidade das nascentes, como se pode verificar na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação.

Classe	Estado de Preservação	Pontuação
A	Ótimo	37-39
B	Bom	34-36
C	Razoável	31-33
D	Ruim	28-30
E	Péssimo	Abaixo de 28

Fonte: Gomes et al. (2005).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

De acordo com as condições experimentais os resultados obtidos e a análise estatística descritiva estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado dos parâmetros físico-químicos.

Parâmetro	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Portaria MS 2.914/2011	CONAMA 357/2005
pH	6,13	± 0,37	6,60	5,73	6,00 a 9,50	6,00 a 9,00
Temperatura	20,9	± 1,42	22,60 °C	19,50 °C	Não se aplica	Não se aplica
Condutividade Elétrica	148,25	± 1,26	150 µS/cm	147 µS/cm	Não se aplica	Não se aplica
Oxigênio Dissolvido	4,63	± 0,55	5,20 mg/L O ₂	4,15 mg/L O ₂	Não se aplica	> 5 mg/L O ₂
Turbidez	4,40	± 1,96	6,64 UNT	186 UNT	Até 1,0 UNT	Até 100 UNT
DQO	50,85	± 14,10	69,62 mg/L O ₂	36,00 mg/L O ₂	Não se aplica	Não se aplica
DBO	7,50	± 2,08	10,26 mg/L O ₂	5,30 mg/L O ₂	Não se aplica	Até 5,00 mg/L O ₂
Fósforo Total	0,030	± 0,012	0,045 mg/L	0,020 mg/L	Não se aplica	Até 0,030 mg/L (ambientes lênticos)

Fonte: Autor (2018).

Em relação ao parâmetro pH não houve grandes variações ao longo das análises apresentando valor médio ligeiramente ácido de 6,12, com variações de 5,73 a 6,60.

De acordo com a Portaria nº 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a qual estabelece que os valores do pH, para consumo,

devem situarem-se entre 6,0 e 9,5, assim, na comparação com os dados do presente estudo apenas a coleta C1 apresentou pH em desconformidade com a legislação, bem como com a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) que estabelece para Classe 2 o pH na faixa de 6,0 a 9,0.

Para Alves et al. (2008), a variação de pH depende das relações existentes entre a matéria orgânica, rochas, ar e água e os seres vivos. Os valores mais baixos de pH podem estar associados com a decomposição da matéria orgânica, presente nas amostras.

O pH é o indicador utilizado para determinar o balanço entre ácidos e bases, através da concentração de hidrogênio presente no meio. Em casos de águas superficiais, valores de pH muito básicos (maiores que 8,0) podem vir a solubilizar agentes tóxicos, como por exemplo amônia, metais pesados, sais de carbonato, entre outros. Da mesma forma que valores muito baixos (menores que 6,0) tornam a água ácida e acabam interferindo nas concentrações de dióxido de carbono, ácido carbônico, entre outros (MEDEIROS et al., 2006).

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2009).

A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) não utiliza a temperatura para classificação dos corpos hídricos, no entanto, o parâmetro é amplamente utilizado para avaliar a qualidade da água. Como pode ser evidenciado no trabalho desenvolvido por Donadio (2005), o qual analisa a qualidade da água de nascentes na bacia hidrográfica do Córrego Rico em Ribeirão Preto – SP e dentre os parâmetros monitorados encontra-se a temperatura da água, vista sua importância para manutenção da qualidade ambiental de habitats aquáticos.

De acordo com Sperling (2005) é natural a temperatura da água variar dentro do limite de 0 °C a 30 °C, considerando o regime climático e a estação do ano de cada região. A fauna e a flora aquática possuem limites de tolerância térmica, necessitam de temperaturas adequadas para crescimento, migração e reprodução.

A nascente em questão apresentou valores de condutividade elétrica variando entre 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade elétrica não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade da Portaria 2.914 (BRASIL, 2011) e nem da CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), porém, é usual a utilização do mesmo para análises a respeito da qualidade da água, devido à associação que a mesma possui com os sólidos totais dissolvidos.

Para Libânio (2010), a condutividade elétrica pode ser entendida como a capacidade da água em transmitir corrente elétrica devido a substâncias dissolvidas, ou seja, é decorrente das condições geológicas locais. Portanto os valores de condutividade elétrica podem estar associados as características geológicas da região. Portanto tal variação de condutividade pode ser associada a substâncias presentes na água de acordo com as características geológicas da região.

Conforme Bahia et al. (2011), a condutividade é um parâmetro que proporciona uma indicação das alterações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

De Toledo e Nicolella (2002) avaliaram a qualidade da água em pontos com diferentes tipos de uso e ocupação do solo e obtiveram resultados de condutividade elétrica variando entre 27 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 68,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo muito inferiores às observadas no presente trabalho.

Sanitariamente, a condutividade elétrica não possui implicações, sua relevância consiste em representar um bom indicador de contaminação. O lançamento de efluentes, por exemplo, acarreta no aumento do parâmetro, devido ao aumento de íons dissolvidos (LIBÂNIO, 2010).

Os valores de oxigênio dissolvido presente na água demonstraram baixa concentração apresentando valores mínimos de 4,15 mg/L de O_2 e máximos de 5,20 mg/L de O_2 .

De acordo com Machado (2006) o ecossistema aquático necessita de oxigênio dissolvido para realizar trocas gasosas e manter o ecossistema ativo, pois é o principal elemento no metabolismo de microrganismos aeróbios. As concentrações de oxigênio podem estar relacionadas com temperatura, pressão e salinidade da água.

Nas análises dos dias C1 e C4 apresentaram valores inferiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) que define concentrações mínimas de 5 mg/L de O₂ para corpos hídricos Classe 2. Concentrações estas semelhantes às encontradas por Almeida (2004) no monitoramento da qualidade microbiológica do córrego Ribeirão dos Porcos, o qual obteve valores de oxigênio dissolvido variando entre 4,57 a 5,96 mg/L de O₂, atribuindo baixas concentrações de oxigênio por se tratar de águas subterrâneas a qual não tem contato com a atmosfera.

A adição de matéria orgânica nos cursos d'água consome oxigênio dos mesmos, através da oxidação química e principalmente da bioquímica, via respiração dos microrganismos, depurando assim a matéria orgânica. Quando a carga dos esgotos lançados excede a capacidade de autodepuração do corpo de água, o rio fica sem oxigênio, provocando sérios danos a vida aquática. Todos os organismos vivos dependem de uma forma ou de outra do oxigênio para manter os processos metabólicos de produção de energia e de reprodução (SILVA, 2009; CETESB, 2009).

As análises laboratoriais revelaram uma certa amplitude nos valores de turbidez, variando de 1,86 UNT até 6,64 UNT. Tal variação nos valores de turbidez pode ser justificada pelo regime de chuva, pois a área de preservação onde está contida a nascente recebe toda a água pluvial do loteamento, carreando inúmeros poluentes além de detritos oriundos de processos erosivos (GOMES, 2005).

Como descreve Tucci (2008), a urbanização causa impactos negativos diretos e significativos na qualidade da água de uma bacia hidrográfica, como a falta de tratamento de esgoto, o aumento das áreas impermeáveis, ocupação do leito de inundação ribeirinha e a deposição de resíduos sólidos urbanos de maneira incorreta.

A turbidez corresponde à fração de matéria suspensa na água, é influenciada pelo regime de chuvas da região e pelas características geológicas. Geralmente, estão associados à turbidez em águas naturais fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica particulada (BRAGA, 2014).

Quando comparados com a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), a qual estabelece um limite máximo de 100 UNT estes se apresentaram

relativamente baixos. Porém, em relação ao padrão de potabilidade da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) a qual estabelece para águas de abastecimento o máximo de 1 UNT, apenas a coleta do dia 10/05/18 se encontra próxima, a qual pode ter sido influenciada pela estiagem de chuvas.

Donadio et al. (2005) apontaram valores maiores para turbidez em microbacias com uso agrícola do que em áreas florestadas, evidenciando, assim, a função da mata ciliar na contenção de sólidos que poderiam atingir a água. Para Libânio (2010) a turbidez pode interferir diretamente na incidência de luz, impossibilitando assim algumas atividades fisiológicas dos microrganismos.

Esse parâmetro representa um bom indicador sanitário, uma vez que a turbidez pode estar associada a compostos tóxicos ou a microrganismos, que podem ser patogênicos (SPERLING, 2005).

A resolução do CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), bem como a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), não estabelecem limites para a demanda química de oxigênio (DQO). Embora não possua valores previstos por lei, autores como Chapman e Kimstach (1996) definem que para águas superficiais não poluídas, o valor máximo aceitável de DQO é de 20,00 mg/L de O₂.

Porém outros autores como Tozzo e Gonçalves (2014) encontraram valores muito superiores no riacho Japira, localizado no município de Apucarana, apresentando valores entre 64,03 e 640,30 mg/L de O₂, evidenciando que o manancial teve sua qualidade deteriorada pela urbanização.

Borges, Galbiatti e Ferraudo (2003) obtiveram resultados de DQO no Córrego Jaboticabal que apresentam valores máximos no mês de maio que diminuem gradualmente até o mês de setembro, apontando a hipótese de que a sazonalidade interfere nessa característica.

As causas que podem provocar essa variação são a influência do comportamento hidrológico, características do lançamento de efluentes domésticos e agrícolas (VASCO et al., 2011). Para confirmar essa condição seriam necessárias repetições das medidas deste parâmetro, obtendo uma série histórica de dados.

As concentrações de DBO variaram entre 5,30 e 10,26 mg/L de O₂, constata-se que os valores são superiores a legislação para corpos hídricos de Classe II com limite permitido de até 5,00 mg/L de O₂.

Os resultados podem representar matéria orgânica presente no corpo hídrico, que pode contribuir com o consumo de oxigênio através do processo de digestão aeróbia da matéria orgânica (CETESB, 2009).

Valores elevados de DBO podem ser atribuídos as contribuições do escoamento superficial das áreas de loteamento e áreas agrícolas, ressaltando que a degradação da área de APP contribui para elevação da carga de DBO (BORGES, 2006; GOMES, 2005).

Em condições normais os valores de DBO em ambientes naturais situam-se entre 1 a 10 mg/L de O₂. Os maiores aumentos em termos de DBO em um corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânicos. Em águas superficiais com DBO inferiores a 4 mg/L de O₂, são consideradas razoavelmente limpas, e aquelas com níveis maiores do que 10 mg/L de O₂ são consideradas poluídas (MACHADO, 2006).

Segundo Rocha e Martin (2005), o fósforo é um dos elementos mais importantes no metabolismo biológico em comparação com outros macronutrientes demandados pela biota, sendo o primeiro elemento limitante da produtividade biológica e o principal responsável pela eutrofização artificial de ecossistemas aquáticos.

A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) faz distinção entre as características dos corpos hídricos lênticos, intermediários e lóticos. Como o a nascente em questão trata-se de um ambiente lêntico, com exceção do resultado obtido na coleta C4, os demais valores estão dentro do limite permitido pela legislação.

O excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais pode contribuir com o processo de eutrofização, principalmente em corpos hídricos lênticos, onde a vazão da água é mais baixa (CETESB, 2009).

Houve oscilação nos valores de fósforo, na coleta C4 quando comparado com as primeiras, fato este que pode ser sido influenciado pelo regime de chuvas, tendo em vista que esta coleta foi realizada dentro de um período chuvoso, fazendo com que possa ter ocorrido um carreamento deste nutriente até a nascente analisada.

Segundo Silva e Pruski (1997), o fósforo possui um papel essencial na eutrofização dos recursos hídricos, e a origem desse nutriente oriundo de áreas agrícolas tem sido colocada em relevância como indicador de qualidade da água.

5.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Em relação aos parâmetros microbiológicos analisados como Coliformes Totais, Coliformes termotolerantes e *E. coli* todos eles apresentaram-se positivos nas duas análises realizadas (Anexo 1 e 2), estando em desacordo com o padrão de potabilidade definido pela Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), desqualificando a utilização desta água sem tratamento prévio. Mostrando-se em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) que estabelece valores menores que 1000 Unidades Formadoras de Colônias em 100 mL de amostra, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 4 – Resultado das análises para o parâmetro coliformes.

	M1	M2	Portaria MS 2.914/2011	CONAMA 357/2005
Coliformes Totais	220 UFC/ 100mL	170 UFC/ 100mL	Ausência em 100 mL	-
Coliformes Termotolerantes	35 UFC/ 100mL	30 UFC/ 100mL	Ausência em 100 mL	<1000 UFC/ 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	34 UFC/ 100mL	29 UFC/ 100mL	Ausência em 100 mL	-

Fonte: Autor (2018).

*UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Esses resultados indicam que a água da nascente avaliada pode ter sido contaminada possivelmente por ação antrópica, com manejo inadequado de fossas sépticas, como o loteamento não é atendido pelo sistema de coleta e tratamento de esgoto, este efluente é armazenado em fossas sépticas, podendo contaminar águas subterrâneas, evidenciado pela presença de *E. coli* (SPERLING, 2005).

De acordo com a CETESB, a *Escherichia coli* é um microrganismo de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades

elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (CETESB, 2009).

Dados estes semelhantes aos obtidos por Daneluz e Tessaro (2015) em estudo realizado na área rural do município de Dois Vizinhos – PR, ao qual avaliou o padrão físico-químico e microbiológico de poços e nascentes, apresentando resultados contundentes, que das 45 nascentes avaliadas apenas 7 apresentaram ausência de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* demonstrando grande contaminação de águas subterrâneas.

A presença desses organismos na água pode estar associada a excrementos de animais, uma vez que a área onde a fonte se encontra não está isolada e recebe grande contribuição pluvial do loteamento e de área agrícola vizinha (DANELUZ; TESSARO, 2015; FIGUEIREDO, 2013).

A urbanização causa impactos negativos diretos e significativos na qualidade da água de uma bacia hidrográfica. Problemas corriqueiros nas cidades brasileiras, como a falta de tratamento de esgoto, o aumento das áreas impermeáveis, ocupação do leito de inundação ribeirinha e a deposição de resíduos sólidos urbanos de maneira incorreta, acarretam em riscos para a saúde da população devido à contaminação das fontes de água e da facilitação da propagação de doenças por meio da água, como dengue, leptospirose, diarreia, hepatite e cólera (TUCCI, 2008).

5.3. ANÁLISE DE TOXICIDADE – *Artemia salina* L.

O CONAMA em sua Resolução nº 396, de 2008, Artigo 13, Inciso 4º, regulamenta que testes de toxicidade podem ser empregados para determinar a qualidade de um manancial subterrâneo, com isso, a realização destas análises auxiliam na avaliação da qualidade do recurso (BRASIL, 2008).

Os resultados obtidos na análise de toxicidade aguda das amostras, avaliada pelo bioensaio utilizando o microcrustáceo *A. salina* como organismo bioindicador estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5 – Número individual e médio de organismos mortos em cada tratamento.

Grupo	Concentração	Mortalidade	Desvio Padrão	Média / Teste de Tukey Tukey ($\alpha=0,05$; $n=4$)
Controle Salino	100%	0	$\pm 0,50$	0,25 a
		0		
		0		
		1		
Controle Água Doce	100%	2	$\pm 2,87$	2,75 a
		7		
		1		
		1		
Água da Nascente	3,1%	1	$\pm 0,58$	0,67 a
		1		
		0		
	6,2%	0	$\pm 1,16$	0,67 a
		0		
		2		
	12,5%	1	$\pm 0,58$	0,67 a
		0		
		1		
	25%	2	$\pm 0,58$	2,33 a
		2		
		3		
	50%	4	$\pm 0,58$	3,33 a
		3		
		3		
	100%	7	$\pm 1,53$	7,33 b
		6		
		9		

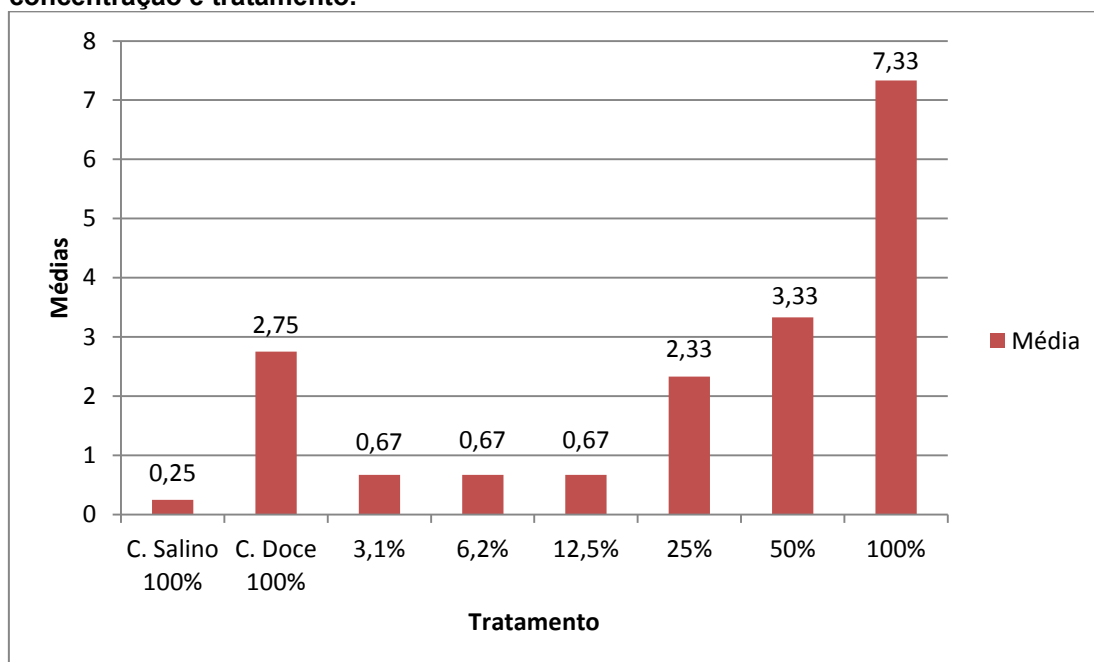
Fonte: Autor (2018).

Nota: Letras iguais indicam médias estatisticamente iguais pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Por meio do Teste de Tukey, com nível de 5% de significância, foi verificado que o número de organismos mortos em cada tratamento apresentou variação em comparação apenas com a concentração de 100% da água da nascente, mostrando assim que quando os organismos são expostos apenas a água analisada apresentou-se tóxica ao bioindicador *A. Salina* de acordo com metodologia proposta por Guerra (2001).

Na Figura 4 pode-se observar que quanto maior foi a concentração da amostra as quais os microcrustáceos foram expostos maior foi a média de mortalidade dos mesmos, indicando assim que a amostra oferece características distantes das necessárias para a sua sobrevivência

Figura 4 – Representação gráfica do número de organismos mortos observado em cada concentração e tratamento.



Fonte: Autor (2018).

Para Dezotti et al. (2008) a *A. salina* evidencia a toxicidade aguda das amostras, referente ao efeito que agentes podem causar a organismos vivos, efeito este que se manifesta rapidamente e de forma severa.

Os testes utilizando a *A. salina* como organismo indicador são úteis, baratos e de fácil execução e podem ser utilizados para análise preliminar da toxicidade das amostras, sendo recomendado testes mais específicos para determinar de fato a existência de substâncias tóxicas na água (FIGUEIREDO et al., 2013).

Os bioensaios utilizados para analisar a toxicidade de amostras de água, podem ser considerados como uma alternativa complementar as análises físico-químicas, uma vez que muitos destas análises não são capazes de detectar certas toxinas, bem como o efeito que eles causam nos organismos, sendo este o objetivo principal destes testes (RODRIGUES, 2012).

5.4. ANÁLISE MACROSCÓPICA

As visitas a nascente em questão com propósito de levantamento de parâmetros macroscópicos necessários a análise qualitativa aconteceram nos dias 11 e 22 de maio de 2018. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 – Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos observados na nascente localizada no Loteamento COOHABTRAN.

Parâmetros	Pontuação
Cor da água	2 (clara)
Odor	2 (cheiro fraco)
Resíduos ao redor	1 (muito)
Resíduos na água	2 (pouco)
Espumas	2 (pouco)
Óleos	2 (pouco)
Esgoto	3 (não há)
Vegetação (Preservação)	1 (alta degradação)
Uso por animais	1 (presença)
Uso por humanos	1 (presença)
Proteção do local	1 (fácil acesso)
Proximidade com residências	2 (entre 50 e 100 m)
Tipo de área de inserção	3 (área protegida)
SOMÁTÓRIO	23

Fonte: Autor (2018).

Inicialmente foram identificados parâmetros como cor da água, odor, espumas e óleos. A água apresentou-se clara com certa quantidade de material em suspensão e baixo odor (cheiro fraco) podendo estar associado a matéria orgânica em decomposição, em relação aos parâmetros espumas e óleos foi detectado pouca incidência destes materiais na superfície da água. Características que podem provavelmente estar associadas a contribuição do fluxo superficial de água da chuva que a nascente está exposta como pode-se observar na Figura 5, fluxo este que carrega inúmeros poluentes, pesticidas, óleo lubrificante, material orgânico, comprometendo a qualidade ambiental do recurso hídrico, como pode ser evidenciado no trabalho de Gomes (2005).

Figura 5 – Caracterização da área ao entorno da nascente.



Fonte: Google Earth (2018).

A degradação ambiental está fortemente ligada a fatores de uso e ocupação do solo, uma vez que estas ocasionam o tipo e o grau de impacto, o qual atinge de maneira diferente o ambiente. Assim, o uso do solo diversifica-se a partir de sua ocupação por diferentes categorias sociais, daí a necessidade de se considerar fatores políticos, econômicos, culturais e bióticos para a análise dos processos de degradação do ambiente (MAZZEI, 2007).

A nascente está contida em uma área de preservação permanente, respeitando a faixa de 50 m ao entorno do corpo hídrico como é previsto na legislação (Figura 5). Entretanto tal área de preservação não impediu a degradação ambiental de seus recursos naturais, apresentando grande contaminação biológica por espécies exóticas invasoras e vegetação em estágio inicial de regeneração, como a área não é isolada o acesso de pessoas é irrestrito, muitas vezes servindo de depósito de resíduos contribuindo para a degradação do meio ambiente.

A distância entre a nascente e as residências mais próximas é de cerca de 70 m não apresentando despejo superficial de esgoto sanitário, mas como o loteamento não é atendido pelo sistema de coleta e tratamento de esgoto todo esse resíduo é armazenado em fossas sépticas muitas vezes levando a

contaminação de águas subterrâneas e comprometendo seu uso preponderante.

Após as análises da nascente e a utilização da tabela de Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos (Tabela 7) realizou-se a somatória dos pontos obtidos e enquadrá-la em sua classe, referente ao índice de impacto ambiental macroscópico, através do seu Grau de Preservação. Como o somatório dos parâmetros macroscópicos foi de 23 pontos, a nascente está enquadrada na classe E, e de acordo com a metodologia de Gomes et al. (2005), a condição da nascente enquadra-se na categoria péssima.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que a qualidade da água da nascente está comprometida, a avaliação macroscópica indicou de acordo com metodologia de Gomes (2005) que a condição de preservação da nascente é péssima. Entretanto os parâmetros físico-químicos não se mostram em tal condição, divergindo da legislação em alguns pontos, como nos casos de pH, turbidez, fósforo, além de apresentar índices elevados de DQO e DBO. Além disso, foi possível identificar a presença de Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*. A análise de toxicidade indicou que a amostra de água é tóxica.

Tais resultados evidenciam os impactos causados ao meio ambiente em especial aos recursos hídricos. Possivelmente associados a processos desordenados de urbanização sem infraestrutura necessária como rede coletora de esgoto e destinação de águas pluviais.

Contudo, verificou-se a necessidade da realização de estudos mais detalhados a respeito das causas e consequências dos impactos mencionados, sobretudo, a intensificação de medidas para conter a destruição e proteger as áreas consideradas de preservação permanentes, buscando uma participação coletiva dos moradores locais com projetos de educação ambiental e recuperação de áreas degradadas, mostrando a importância de preservar esse ecossistema.

7. REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 14339 Água - Determinação de pH - Método eletrométrico**. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 14340 Água - Determinação da condutividade e da resistividade elétrica**. Rio de Janeiro, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura. Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2016**. 97p. 2016.

ALMEIDA, R. M. A. A. et al. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal-SP. **Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal**, v. 1, n. 1, p. 051-056.2004, 2004.

ALVES, E. 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**, Maringá, v. 30, n. 1, pag. 39-48, 2008.

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington DC: APHA, 1998.

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington DC: APHA, 2017.

BAHIA, V. E. et al. Caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas na área de abrangência do reservatório de abastecimento público do Utinga – Belém (PA). **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v.25, n.1, p.43-56, 2011.

BECHARA, F. C. et al. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. supl 1, p. 9-11, 2007.

BRAGA, F. P. **Validação de desempenho de uma estação de tratamento de água do Município de Juiz de fora – MG**. 70 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de maio de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 abr. 1989.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera a Lei no 9.938, de 31 de agosto de 1981; e dá outras providências. **Legislação brasileira**, Brasília, 25 de mai. 2012.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. Conselho Nacional Do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. Conselho Nacional Do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 396 de 07 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 07 abr. 2008.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. Conselho Nacional Do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357. **Diário Oficial da União**. Brasília, 16 mai. 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. 2ªed. Fundação Nacional de Saúde. Brasília, 2006.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 3ªed. Fundação Nacional de Saúde. Brasília, 2014.

BRASIL. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Ministério da Saúde. Brasília, 2011.

BRITO, N.N.; PATERNIANI, J.E.; PELEGRINI, R.T. Água para consumo, um bem limitado. In: **V Fórum de Estudos Contabéis**, Outubro, Rio Claro, 2005.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S.; Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 8, n. 2, p. 161-171, 2003.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: CETESB, 2009.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#temperatura>>. Acesso: 11/06/2018.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Londres: UNESCO/ WHO/UNEP, Cap. 3, 60 p. 1996. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/wqa/en/>. Acesso em: 04/05/18.

COELHO, D. A.; SILVA, P. M. F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em supermercados da cidade de Alfenas, MG. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 151, p. 88-92, 2007.

DANELUZ, D.; TESSARO, D. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 01-05, 2015.

DEZOTTI, M. **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro : E-papers, 2008.

DONADIO, N. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, p. 115-125, 2005.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. (Tese de mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2009.

FERNANDEZ, A. T.; SANTOS, V. C. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento escolar, no município de Silva Jardim, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 93-98, 2007.

FIGUEIREDO, R. F. et al. Avaliação da toxicidade e análise microbiológica de águas minerais de Caxambu – MG. **Revista pesquisa inovação farmacêutica**, São Paulo, v.5, n.1, p.23-30, 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. 3 ed. Brasília, 2004. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf>. Acesso em: 02/06/2018.

GERTEL, P.; TAUKE-TORNISIELO, S.M.; MALAGUTTI, E.N. Qualidade das águas dos córregos São Joaquim e ribeirão Claro, bacia do rio Corumbataí-SP, Brasil. **Holos Environment**, v.3, n.2, p.103-119. 2003.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia - MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 17 (32). p.103-120. 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010.

JACOBI, P. et al. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de pesquisa, v. 118, n. 3, p. 189-205, 2003.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

LEES, A. C.; PERES, C. A. **Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for amazonian birds and mammals**. **Conservation Biology**, v.22, n.2, p.439-449, 2008.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3.ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

MACEDO, J. A. B. **Introdução à química ambiental**. CRQ/MG. Juiz de Fora, 2006. 1028p.

MACHADO, W.C.P. **indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Pato Branco**. Tese (Doutorado em Geologia), UFPR, Curitiba, 2006.

MANASSES, F.; ROSA FILHO, J. F.; HINDI, E. C.; BITTENCOURT, A. V. L. Estudo hidrogeológico da Formação Serra Geral na região sudoeste do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba**, v. 64-65, p. 59-67, 2011.

MARTINS, S. V. et al. Sucessão ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**, v. 2, p. 21-52, 2009.

MAZZEI, K. et al. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia - MG, 19 (1), p 33-43, jun.. 2007.

MEDEIROS, M. A. C. et al. **Apostila de química sanitária e laboratório de saneamento II**. Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, UNICAMP. Limeira, 2006. 49p.

NAIME et.al. **Avaliação da Qualidade da Água Utilizada nas Agroindústrias Familiares do Vale dos Sinos**. 2009. Disponível em: <<http://www.cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/rama/article/viewarticle/838>>. Acesso em: 26/04/18.

PIRES, A. M. M. **Uso agrícola do lodo de esgoto: Aspectos legais**. EMBRAPA: Meio Ambiente, p4, Jaguariúna, 2006.

POPP, José H. **Geologia geral**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

RAGAZZON, D.; GRABASKI, C. N. Qualidade da água na região rural de Francisco Beltrão, PR, pela utilização de banco de dados: 1995 a 2005. **Revista Faz Ciência**, Francisco Beltrão, v.11, n.13, pp. 175-190, Jan./Jun. 2009.

RESENDE, Á. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2002.

ROCHA, R. R. A.; MARTIN, E. S.. Análise preliminar do estado ambiental do córrego água da lavadeira, Rancharia-SP: Análise física e química da água. **Revista Eletrônica AGB-TL**, v. 1, n. 2, p. 116-130, 2005.

RODRIGUES, L. C. A. **Toxicidade da água e sedimento do córrego do pântano, ALFENASMG: um estudo temporal e espacial**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, 2012.

ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L. **Aquíferos do estado do Paraná**. Curitiba: edição do autor, 2010.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Guia de recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: SABESP, 2003.

SILVA, A. C.; DOURADO, J. C.; KRUSCHE, A. V.; GOMES, B. M. Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Jiparaná- RO. **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, v.11, n. 2, p. 101-112, jul./dez. 2009.

SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 1997. 252 p.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

SPERLING, M. V. **Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. Vol. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água e microbacia sob uso agrícola e urbano**. Jaguariúna. v. 59, n1, p. 181-186, jan./mar. 2002.

TOZZO, R. A; GONÇALVES, E. A. Análise físico-química da água do Riacho Japira, localizado no município de Apucarana-PR. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 296-307, 2014.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2004.

TUCCI, C. E. M. Gestão integrada das águas urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 5, n. 2, p. 71-81, 2008.

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

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

WICANDES, Reed.; MONROE, James S. **Fundamentos da geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A; REIS, J. L. B., **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: Ibama, 1990. 96p.

ANEXOS

Anexo 1 – Laudo do laboratório LGQ: Análise Microbiológica (10/05/18).


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE
ANÁLISES DE ALIMENTOS E AMBIENTAIS**

RELATÓRIO DE ENSAIO

3013 / 2018

DADOS DO SOLICITANTE

Solicitante: TELMO TELES
 CNPJ/CPF: 082.266.339-23
 Endereço: Rua Giocondo Felipe - Vila Nova CEP.:85605330 - Francisco Beltrão - PR
 Telefone: 46 99981-4429 e-mail: ---

DADOS DA AMOSTRA

Desc. da Amostra: ÁGUA
 Data de Entrada: 10/05/18 10:20
 Data de Fabricação: NA
 Embalagem: frasco plástico
 Temp. de Coleta: NA
 Temp. no Recb.: 08,1 °C
 Observações: Responsável pela coleta: Teimo Teles

Data e Hora da Coleta: 10/05/18 09:00
 Local da Coleta: Fonte
 Data da Validade: NA
 Nº do Lote: NA
 Nº do Lacre: NI
 Quantidade de Amostra: 1 litro

RESULTADOS**MICROBIOLOGIA**

ENSAIO	DT/HR INICIO	DT. FIM	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	10/05/18 11:15	13/05/18	Ausência (*)	3,5x10 ¹	-x-	UFC/100mL	APHA, 2017 - Método 9222D
Contagem de Coliformes Totais	10/05/18 11:15	13/05/18	Ausência (*)	2,2x10 ²	-x-	UFC/100mL	ISO 9308-1:2014 -
Contagem de Escherichia coli	10/05/18 11:15	13/05/18	Ausência (*)	3,4x10 ¹	-x-	UFC/100mL	ISO 9308-1:2014 -

Legenda: (*) Portaria de Consolidação nº5 ANEXO XX Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro, 28 de setembro de 2017. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011)

Metodologia:

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd.ed., 2017
 ISO 9308-1:2014

Informações Adicionais:

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada
 O plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante
 NA: Não se aplica; UFC: Unidade formadora de colônia; NI: Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

Comentário:

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Francisco Beltrão, 13 de Maio de 2018


 Douglas Stangerin
 Responsável Técnico
 CRBio 83131/07D

Anexo 2 – Laudo do laboratório LGQ: Análise Microbiológica (22/05/18).


**LABORATÓRIO PARA GARANTIA DA QUALIDADE
ANÁLISES DE ALIMENTOS E AMBIENTAIS**
RELATÓRIO DE ENSAIO

3023 / 2018

DADOS DO SOLICITANTE

Solicitante: TELMO TELES
 CNPJ/CPF: 082.266.339-23
 Endereço: Rua Giocondo Fellipe - Vila Nova CEP.:85605330 - Francisco Beltrão - PR
 Telefone: 46 99981-4429 e-mail: —

DADOS DA AMOSTRA

Desc. da Amostra: ÁGUA
 Data de Entrada: 22/05/2018 14:36
 Data de Fabricação: NA
 Embalagem: frasco plástico
 Temp. de Coleta: NA
 Temp. no Receb.: 08,1 °C
 Observações: Responsável pela coleta: Telmo Teles

Data e Hora da Coleta: 22/05/2018 10:00
 Local da Coleta: Fonte
 Data da Validade: NA
 Nº do Lote: NA
 Nº do Lacre: NI
 Quantidade de Amostra: 1 litro

RESULTADOS
MICROBIOLOGIA

ENSAIO	DT/HR INICIO	DT. FIM	ESPECIFICAÇÃO	RESULTADO	I.M.	UNIDADE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes Termotolerantes	22/05/18 16:15	23/05/18	Ausência (*)	3,0x10 ¹	-x-	UFC/100mL	APHA, 2017 - Método 9222D
Contagem de Coliformes Totais	22/05/18 16:15	23/05/18	Ausência (*)	1,7x10 ²	-x-	UFC/100mL	ISO 9308-1:2014 -
Contagem de Escherichia coli	22/05/18 16:15	23/05/18	Ausência (*)	2,9x10 ¹	-x-	UFC/100mL	ISO 9308-1:2014 -

Legenda: (*) Portaria de Consolidação nº5 ANEXO XX Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro, 28 de setembro de 2017. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011)

Metodologia:

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. ed., 2017
 ISO 9308-1:2014

Informações Adicionais:

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada
 O plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante
 NA: Não se aplica; UFC: Unidade formadora de colônia; NI: Não informado; I.M.: Incerteza de Medição

Comentário:

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Francisco Beltrão, 23 de Maio de 2018


 Douglas Stanguerlin
 Responsável Técnico
 CRBio 83131/07D