



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA NASCENTE DO  
RIO TIMBÓ, JOÃO PESSOA-PB

GERSILANE MARIA DO NASCIMENTO DA SILVA

João Pessoa-PB

2018

GERSILANE MARIA DO NASCIMENTO DA SILVA

SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA NASCENTE DO  
RIO TIMBÓ, JOÃO PESSOA-PB

Trabalho de Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas (Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Ferreira de Moura

Co-orientador: Me. Gilson do Nascimento Melo

João Pessoa-PB

2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586s Silva, Gersilane Maria do Nascimento da.  
Situação ambiental da área de abrangência da nascente  
do rio timbó, João Pessoa-PB / Gersilane Maria do  
Nascimento da Silva. - João Pessoa, 2018.  
66 f. : il.

Orientação: Gilson Ferreira de Moura.  
Coorientação: Gilson do Nascimento Melo.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN.

1. Bacias hidrográficas. 2. Rios urbanos. 3. Rio timbó.  
I. Ferreira de Moura, Gilson. II. do Nascimento Melo,  
Gilson. III. Título.

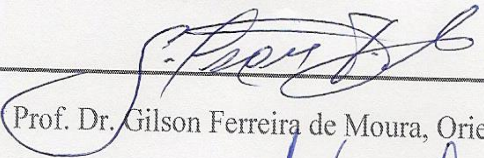
UFPB/CCEN

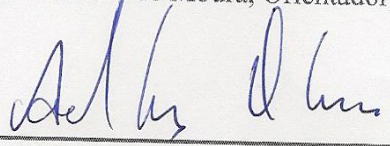
GERSILANE MARIA DO NASCIMENTO DA SILVA

SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA NASCENTE DO  
RIO TIMBÓ, JOÃO PESSOA-PB

Trabalho de Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas (Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Gilson Ferreira de Moura, Orientador, DSE/CCEN/UFPB

  
Prof. Dr. André Luiz Queiroga Reis, LEA/UFPB

  
Ma. Creuza Soares Cortez, DSE/CCEN/UFPB

Aprovada em 22 de junho de 2018

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado sustentação em todos os percalços da vida.

Aos meus familiares, pela ajuda e apoio durante toda a minha vida estudantil, especialmente ao meu avô, Pedro Joaquim do Nascimento, um grande homem, que me passou os princípios de um pai e hoje lhe dedico mais essa vitória!

Aos amigos e colegas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente a Ely pela grande ajuda e informações passadas durante as fases iniciais de execução.

A toda equipe do Laboratório (LHAMP), especialmente Creuza e Marcylenne, pelo suporte e pela grande ajuda na realização das análises.

A DIEP/SEMAN, especialmente a Luciana Alcantara, pela gentileza e acessibilidade com o qual me recebeu e por ter me passado todos os dados que foram essenciais para o conteúdo deste trabalho.

Ao meu Co-orientador Gilson do Nascimento Melo, por toda a ajuda e as experiências e informações compartilhadas, na execução deste trabalho bem como no programa de Extensão, certamente irei levar para toda a vida.

Por último e não menos importante, ao meu 'prof', amigo e orientador, Gilson Ferreira de Moura, pela ajuda, paciência e grandes ensinamentos passados desde o início do meu ingresso na UFPB e por ter me dado a oportunidade de vivenciar experiências enriquecedoras no ensino e na extensão, que certamente contribuíram para a minha formação profissional e acrescentaram bastante na minha percepção social.

Muito obrigada a todos!

## RESUMO

A disponibilidade de água doce, principalmente aquela proveniente dos rios, tem sido fundamental para o desenvolvimento socioeconômico das cidades e municípios. Entretanto, em consequência da expansão urbana, as cidades geraram modelos desordenados de uso e ocupação do solo que provocaram, entre outras coisas, alterações nos cursos dos rios e degradação de suas bacias hidrográficas. No município de João Pessoa, devido a uma crescente expansão urbana, houve uma intensa modificação em sua paisagem natural, resultando na degradação de praticamente todos os ambientes naturais. O rio Timbó representa um desses ambientes que vem sofrendo, de uma maneira geral, forte sequência de degradação, resultado do processo da ocupação no seu entorno. Diante desta realidade, buscou-se com este trabalho, avaliar a situação ambiental deste corpo aquático, notadamente em sua área de nascente. Para tanto, foram realizadas análises da qualidade da água e levantamento dos impactos ambientais no entorno desta região. Os dados dos impactos ambientais mostraram que o entorno desta área se apresenta impactada em suas duas margens, notadamente na margem direita e os das análises da água mostraram que, apesar disso, esta apresentou condições satisfatórias em várias ocasiões, podendo até ser enquadrada em classe 1 com base na Resolução CONAMA nº 357/2005. Ainda que a região da nascente do rio Timbó apresente uma água em condição satisfatória e uma cobertura vegetal relativamente expressiva, são necessárias intervenções nesta área por parte das instituições públicas para que se possa reverter os impactos que vem ocorrendo nesta região e, assim, garantir a preservação deste ecossistema para a atual e futuras gerações.

**Palavras-chave:** Bacias hidrográficas. Rios urbanos. Rio Timbó.

## **ABSTRACT**

The availability of fresh water, especially from the rivers, has been fundamental for the socioeconomic development of cities and municipalities. However, as a result of urban sprawl, cities have generated disorderly patterns of land use and occupation that have led, among other things, to changes in river courses and degradation of river basins. In the municipality of João Pessoa, due to an increasing urban expansion, there was an intense modification in its natural landscape, resulting in the degradation of practically all natural environments. The Timbó river represents one of those environments that has suffered, in a general way, a strong sequence of degradation, a result of the process of the occupation in its surroundings. In view of this reality, we sought to evaluate the environmental situation of this aquatic body, especially in its spring area. For that, analyzes of water quality and environmental impacts were carried out around this region. The data of the environmental impacts showed that the surroundings of this area is impacted in its two margins, especially in the right margin and those of the water analysis showed that, despite this, it presented satisfactory conditions in several occasions, and could even be classified in class 1 based on Resolução CONAMA n° 357/2005. Although the Timbó river has satisfactory water and a relatively expressive vegetation cover, it is necessary to intervene in this area by public institutions so that the impacts that are occurring in this region can be reversed and, thus ensuring the preservation of this ecosystem for the current and future generations

**Keywords:** River basins. Urban rivers, Timbó river

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da área de estudo.....	18
<b>Figura 2.</b> Nascente ( <b>vermelho</b> ) ponto de coleta ( <b>amarelo</b> ) .....	20
<b>Figura 3.</b> Coleta de água em superfície no ponto de amostragem.....	20
<b>Figura 4.</b> Medição de oxigênio dissolvido e temperatura ( <b>A</b> ) e pH ( <b>B</b> ).....	21
<b>Figura 5.</b> Medição de condutividade elétrica ( <b>A</b> ) e turbidez ( <b>B</b> ).....	22
<b>Figura 6.</b> Divisão da área de estudo para o levantamento dos impactos ambientais .....	24
<b>Figura 7.</b> Trechos da área de estudo não visitados .....	24
<b>Figura 8.</b> Lixo de construção civil encontrado na borda da bacia no Q.....	26
<b>Figura 9.</b> Lixo de construção civil na borda no Q2 .....	27
<b>Figura 10.</b> Lixo doméstico encontrado na borda da bacia no Q4.....	27
<b>Figura 11.</b> Móveis descartados na borda da bacia no Q4.....	28
<b>Figura 12.</b> Início de obra na margem esquerda do Q3 .....	29
<b>Figura 13.</b> Lixo recolhido por moradores próximo a nascente do rio Timbó.....	29
<b>Figura 14.</b> Estação elevatória da CAGEPA no Q1 .....	31
<b>Figura 15.</b> Cano encontrado no Q1 saindo de uma residência ao lado de um coletor de esgoto ( <b>vermelho</b> ) .....	31
<b>Figura 16.</b> Escoamento de esgoto no Q2 .....	32
<b>Figura 17.</b> Esgoto dentro da área de drenagem pluvial no Q2 .....	32
<b>Figura 18.</b> Edifício no Q2 localizado ao lado do ponto de descarga de esgoto. Local do cano ( <b>vermelho</b> ).....	33
<b>Figura 19.</b> Galeria de drenagem pluvial apresentando lançamento de esgoto .....	34
<b>Figura 20.</b> Casas dentro da área de drenagem no Q1 .....	36
<b>Figura 21.</b> Casa no Q3 dentro da área de vegetação de encosta.....	36
<b>Figura 22.</b> Edifício dentro da área de vegetação de encosta.....	37
<b>Figura 23.</b> Ocupações na encosta da bacia na margem direita no Q4 .....	37
<b>Figura 24.</b> Casas na encosta da bacia na MD/Q3 .....	38

<b>Figura 25.</b> Residências instaladas dentro da área de drenagem pluvial .....	38
<b>Figura 26.</b> Lixo depositado dentro da área de drenagem pluvial .....	39
<b>Figura 27.</b> Construção abandonada na margem esquerda do Q2 .....	39
<b>Figura 28.</b> Área desmatada para a construção de casas dentro da área de drenagem pluvial no Q1 .....	41
<b>Figura 29.</b> Desmatamento para abertura de caminho e construção de casas.....	41
<b>Figura 30.</b> Plantações na encosta da bacia no Q4/MD .....	42
<b>Figura 31.</b> Área ocupada com brinquedos para crianças .....	42
<b>Figura 32.</b> Capim plantado dentro da área de vegetação ciliar.....	43
<b>Figura 33.</b> Material orgânico na borda da bacia .....	44
<b>Figura 34.</b> Dejetos de equinos na encosta da bacia próximo ao leito do rio ( <b>vermelho</b> ) .....	45
<b>Figura 35.</b> Mudança na vegetação do curso d'água do rio Timbó .....	47
<b>Figura 36.</b> Mudança na paisagem e registro de intervenção antrópica recente no ponto de amostragem no período de coleta .....	47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Datas e Horários das coletas .....	19
<b>Tabela 2.</b> Dados qualitativos dos impactos ambientais observados no rio Timbó em sua área de nascente .....	25
<b>Tabela 3.</b> Valores obtidos referentes aos parâmetros avaliados no rio Timbó .....	48
<b>Tabela 4.</b> Condições e usos atribuídos às classes de água doce em ambientes lóticos...	49

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AESA	Agencia Executiva de Gestão das Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CCEN	Centro de Ciências Exatas e da Natureza
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DSE	Departamento de Sistemática e Ecologia
DIEP	Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LAHMP	Laboratório de Hidrologia, Microbiologia e Parasitologia
NH <sub>3</sub>	Amônia
NO <sub>2</sub>	Nitrito
NO <sub>3</sub>	Nitrato
OD	Oxigênio dissolvido
PO <sub>4</sub>	Fosfato
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba
UFC	Unidade Formadora de Colônias
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
ZPA	Zona de Proteção Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVO</b> .....	16
2.1 Objetivo geral .....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
<b>3. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	17
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
4.1 Análise de parâmetros físico-químicos e de coliformes termotolerantes .....	19
4.2 Levantamento dos impactos ambientais .....	23
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>5.1 Identificação dos impactos</b> .....	25
5.1.1 Depósito irregular de lixo .....	26
5.1.2 Lançamento de esgoto .....	30
5.1.3 Ocupação irregular .....	35
5.1.4 Desmatamento .....	40
5.1.5 Criação de Equinos .....	45
<b>5.2 Avaliação da qualidade da água</b> .....	46
5.2.1 Parâmetros físico-químicos e coliformes termotolerantes.....	48
5.2.2 Temperatura.....	50
5.2.3 pH (potencial hidrogeniônico).....	51
5.2.4 Oxigênio dissolvido .....	52
5.2.5 Condutividade elétrica.....	52
5.2.6 Turbidez.....	52
5.2.7 Amônia (NH <sub>3</sub> ) .....	54
5.2.8 Nitrito (NO <sub>2</sub> ).....	55
5.2.9 Nitrato (NO <sub>3</sub> ).....	55
5.2.10 Fosfato .....	56
5.2.11 Coliformes termotolerantes .....	57
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um bem natural essencial à manutenção da vida de todos os organismos do planeta. Apesar dos seus múltiplos usos, a humanidade não tem dado a devida atenção a este elemento fundamental, de tal forma que as sociedades vêm desenvolvendo uma relação profundamente negativa com este recurso, quando deteriora suas características físicas, químicas e biológicas a partir de um uso indevido dos diversos ecossistemas aquáticos, constituindo um dos graves problemas das cidades na atualidade (MENDONÇA e LEITÃO, 2008; ARAÚJO et al., 2009; BRAGA, 2015).

Ainda que o planeta apresente água em abundância, cobrindo cerca de 71% da superfície terrestre, apenas 0,01%, aproximadamente, consiste de água doce disponível para o consumo humano. As fontes primárias provêm principalmente dos rios, que são responsáveis por sustentar as bases ecossistêmicas continentais e, atendem aos usos sociais, especialmente aos que tangem a parte econômica das cidades (TOWNSEND et al., 2010; TUNDISI, 2014).

Os ecossistemas hídricos dulcícolas foram determinantes para a escolha das instalações habitacionais, tendo as margens dos rios como o espaço inicial para o estabelecimento dos primeiros aglomerados humanos. A sua importância pode ser observada em toda a história da humanidade, por meio dos seus diferentes usos diretos e indiretos, como irrigação, abastecimento e escoamento dos esgotos, constituindo um ecossistema aquático de grande valor (SILVA, 2014; ZANLUCA, 2015).

A dinâmica geoambiental e os cenários naturais e culturais, que atuam em uma bacia hidrográfica são os principais fatores que refletem nas características de um rio (ALMEIDA, 2010). Estas características, de acordo com Stroschoen et al., (2009, p.372) são decorrentes de diversos processos como:

“do histórico geológico da região, do tipo de solo que ocorre em suas bacias de drenagem, do clima, da geomorfologia e condições geoquímicas, da cobertura vegetal e, de forma principal, dos diversos tipos de ação antrópica”.

No que se refere aos rios urbanos, a transformação das suas características está, ainda mais, relacionada aos efeitos antrópicos, haja vista que estão inseridos em centros urbanos. O ambiente urbano é formado pelo sistema antrópico, que trata dos espaços e objetos físicos construídos, e pelo sistema natural, que indica os espaços e objetos naturais. A ocupação urbana, em consequência da necessidade de expansão das cidades, gerou modelos de uso e ocupação do solo muitas vezes desordenado, o que provocou, entre outras coisas, alterações nos cursos dos rios, impedindo desta forma que estes desempenhem suas devidas funções ecológicas, sociais e culturais (CORAZZA, 2008; CARVALHO, 2013; ROSSI, et al., 2012; BOBADILHO, 2014).

Em virtude da expansão das cidades e dos diversos usos atribuídos à água, os rios, tornaram-se o reflexo do conflito entre os espaços sociais e naturais, sendo estes ecossistemas os mais utilizados e modificados pela ação social, exibindo um perfil de intensa degradação em resposta a lógica de utilização e ocupação máxima dos recursos (VASCONCELOS et al., 2007; SALES, 2010; PUSSININI, 2011; SILVA e SANTOS, 2012).

No Brasil, a intensificação da industrialização e a expansão das cidades geraram conflitos entre o desenvolvimento e o meio físico, resultando em diversos impactos sobre os recursos hídricos e suas bacias hidrográficas. Historicamente as cidades brasileiras se desenvolveram ao longo dos cursos d'água de forma não planejada, e a infraestrutura das cidades não acompanhou o crescimento urbano, permitindo que muitos dos rios passassem de um ambiente de recurso e lazer, para local de descarte de lixo e emissão de esgoto (LOPES e MENDONÇA, 2010; LIMA, 2015; PENNA, 2017).

A disponibilidade dos recursos hídricos para os diversos usos com qualidade adequada, tem grande importância para o desenvolvimento socioeconômico de municípios e estados brasileiros. Embora o Brasil concentre 12% de toda a água doce do planeta, distribuída em diversas bacias e microbacias, não se tem dado o valor devido aos seus mananciais e verifica-se que há uma grande desvalorização sobre os seus recursos hídricos. Em todas as bacias hidrográficas do país são observados um conjunto de impactos que ocorrem com maior ou menor intensidade (CORAZZA, 2008; TUNDISI, 2014; AGOSTINHO, 2013; SOARES, 2015).

O município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, embora não seja uma grande metrópole, tem passado por uma intensa modificação em sua paisagem natural,

devido a uma crescente expansão urbana que vem ocorrendo nos últimos anos. De acordo com Morais (2009), esta expansão resultou na degradação de praticamente todos os ambientes naturais, especialmente sobre os de mata atlântica, manguezais, restingas, encostas, margens de corpos aquáticos, topos de falésias, rios e campos de várzeas.

O rio Timbó representa um dos ambientes naturais da cidade de João Pessoa que vêm sofrendo, de uma maneira geral, forte sequência de degradação, resultado do processo da ocupação no seu entorno (ALMEIDA, 2002). Apesar desta constatação, não há informações específicas sobre a situação ambiental da região de sua nascente. Neste sentido, buscou-se com este trabalho, avaliar o atual nível de degradação que se encontra esta região desta sub-bacia.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a situação ambiental da área de influência imediata da nascente do rio Timbó, e identificar os eventuais impactos ambientais no entorno que colocam em risco a estabilidade deste curso de água.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar a qualidade da água na região da nascente do rio Timbó, através de alguns parâmetros físicos e químicos e de coliformes termotolerantes;
- Identificar ações antrópicas que possam interferir negativamente na qualidade da água desta região;
- Enquadrar o trecho estudado do rio Timbó quanto as suas características hidroquímicas e microbiológicas com base na Resolução CONAMA nº 357/2005, e comparar com o enquadramento atual;
- Propor, se for o caso, ações que favoreçam a preservação desta área.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

João Pessoa é uma cidade brasileira, capital do Estado da Paraíba que está situada entre os paralelos 7°14'29" de Latitude Sul / 34°58'36" de Longitude Oeste e 7°03'18" de Latitude Sul / 34°47'36" de Longitude Oeste e inserida na mesorregião Zona da Mata Paraibana. A cidade apresenta população de 723.515 habitantes, de acordo com o censo IBGE (2010) e população estimada em 811.598 habitantes, de acordo com o IBGE (2017). O clima da região, conforme a classificação de Köppen é do tipo As', caracterizado como tropical úmido, apresentando média anual de temperatura de 25° C (PMMA, 2010). As chuvas na região estão concentradas entre os meses de março e agosto, com precipitação total entre 1500 mm e 1700 mm por ano (PMMA, 2010).

A cidade está inserida no conjunto hidrográfico da Bacia do Atlântico Nordeste Oriental, ocupando porções das bacias hidrográficas dos rios Gramame e Paraíba (PMMA, 2010). Apresenta diversas bacias e microbacias, podendo-se destacar o rio Jaguaribe, principal rio da capital, que apresenta como único afluente, pela margem direita, o rio Timbó, objeto de estudo deste trabalho.

O rio Timbó compõe uma sub-bacia intraurbana, típica de zona costeira que está localizada em uma área ocupada pelos bairros de Jardim Cidade Universitária, Bancários e parte do bairro Castelo Branco. A área de estudo está situada em uma porção do bairro Jardim Cidade Universitária localizada entre os paralelos 7° 09' 22' e 7° 09' 37" de latitude sul e 34° 50' 05" e 34° 49' 20" de longitude oeste (Figura 1).

Este rio está enquadrado em classe III de acordo com o mapa de Enquadramento dos corpos Hídricos da Paraíba (AESAs, 2013). Com base na resolução CONAMA n°. 357/2005, corpos de água dessa classe podem ser destinados 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; e à dessedentação de animais.

**Figura 1.** Localização da área de estudo



**Foto.** PMJP/SEMAM/DIEP

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na área de influência imediata da nascente do rio Timbó, onde se procederam as coletas mensais de água do rio para a análise dos seguintes parâmetros físicos e químicos: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, nutrientes inorgânicos dissolvidos (amônia, nitrito, nitrato e fosfato), bem como para a análise de coliformes termotolerantes. Além disso, foi feito um levantamento visual dos impactos presentes no entorno da área. O detalhamento metodológico é descrito a seguir:

### 4.1. Análises de parâmetros físico-químicos e de coliformes termotolerantes

As coletas de água destinadas às análises laboratoriais de nutrientes e coliformes termotolerantes, foram realizadas nos meses de setembro, outubro e novembro de 2017 e janeiro, fevereiro e abril de 2018. Exceto neste último mês, todas as demais coletas ocorreram no período da manhã. Suas respectivas datas e horários encontram-se na Tabela I.

Todas as coletas foram feitas em superfície em um único ponto predeterminado, situado aproximadamente a 400 metros da nascente (Figuras 2 e 3). A escolha do ponto se deu pela facilidade de acesso e, principalmente, por estar localizado em um trecho da área de estudo que abrange não só a água proveniente da nascente, como de áreas de drenagem pluvial.

**Tabela 1.** Datas e Horários das coletas.

<b>DATAS DAS COLETAS</b>	<b>HORÁRIO</b>
28/09/2017	10:06
19/10/2017	09:30
30/11/2017	09:15
24/01/2018	10:00
27/02/2018	10:00
04/04/2018	15:00

**Figura 2.** Nascente (vermelho) ponto de coleta (amarelo)



**Foto.** Google Earth/2018

**Figura 3.** Coleta de água em superfície no ponto de amostragem.



**Foto.** Gilson Melo/2017

Antes da realização das coletas de água, foram medidos *in loco* os parâmetros pH, oxigênio dissolvido e temperatura, utilizando respectivamente um pHmetro digital e um oxímetro portátil, sendo este último também utilizado para obtenção dos valores de temperatura (Figura 4). Infelizmente, devido a problemas técnicos no oxímetro, não

foram realizadas as medições de oxigênio dissolvido e, conseqüentemente de temperatura nos meses de janeiro, fevereiro e abril de 2018.

**Figura 4.** Medição de oxigênio dissolvido e temperatura (A) e pH (B)



**Foto.** Gilson Melo/2017

As amostras para as análises laboratoriais de nutrientes inorgânicos dissolvidos foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade para 1L, previamente esterilizados no laboratório com ácido clorídrico a 50% e lavados com água corrente e destilada. Para a análise de coliformes termotolerantes, as amostras foram coletadas em frascos de vidro previamente esterilizados e autoclavados, com capacidade para 250 ml e contendo tampas a prova de vazamento.

Em todas as coletas, os frascos foram abertos e fechados submersos, evitando-se contaminação e, em seguida, acondicionados em uma caixa de isopor com gelo e transportados imediatamente ao Laboratório de Hidrologia, Microbiologia e Parasitologia (LAHMP) do Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). No laboratório, as amostras para a análise de coliformes termotolerantes, foram imediatamente processadas, enquanto que das amostras para a análise de nutrientes, foram retiradas alíquotas de 50 ml para a determinação das variáveis turbidez e condutividade elétrica, utilizando respectivamente um turbidímetro e um condutivímetro de bancada (Figura 5). O resto da amostra foi acondicionado no freezer até o momento da sua análise.

**Figura 5.** Medição de condutividade elétrica (A) e turbidez (B)

Foto. Gilson Moura/2018

Para a análise de nutrientes inorgânicos dissolvidos e coliformes termotolerantes, seguiu-se a metodologia descrita em Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al., 2005). O processo analítico aplicado para a análise de cada nutriente foi o espectrofotométrico, onde a absorbância da amostra, sempre em triplicatas, era lida em seus respectivos comprimentos de onda de acordo os seguintes métodos:

- Amônia ( $\text{NH}_3$ ): método do fenol, comprimento de onda de 640 nm;
- Fosfato ( $\text{PO}_4$ ): método do ácido ascórbico, comprimento de onda de 880 nm;
- Nitrito ( $\text{NO}_2$ ): método colorimétrico, comprimento de onda de 543 nm;
- Nitrato ( $\text{NO}_3$ ): método da coluna redutora de cádmio, comprimento de onda de 543 nm.

Após a obtenção dos valores de absorbância, para cada nutriente, foi calculada a média das triplicatas. Os resultados obtidos foram usados posteriormente para calcular a sua concentração em mg/L, mediante a utilização da equação da reta obtida a partir de uma curva de calibração padrão determinada previamente para cada nutriente. A curva de calibração é necessária para se obter concentrações de substâncias cujos valores são desconhecidos, sendo necessária a correlação dos valores de absorbância em diferentes concentrações.

Para a análise dos coliformes termotolerantes utilizou-se o método analítico da membrana filtrante, o qual consiste em passar amostras brutas ou diluídas através de membranas porosas utilizando um sistema de filtração. Como procedimento analítico decidiu-se fazer duas filtrações, a primeira filtrando 100 ml da amostra bruta e a segunda filtrando uma amostra 10 vezes menos concentrada, contendo 10 ml da amostra bruta mais 90 ml do caldo de diluição *Lauril Sulfato de Sódio*. A diluição se faz necessário para que, caso a amostra bruta esteja muito concentrada, seja possível a contagem das colônias de coliformes termotolerantes através da amostra diluída.

A filtração foi feita utilizando o sistema holder acoplado a uma bomba de vácuo, contendo uma membrana com 0,45 µm de porosidade. Cada amostra foi filtrada em holders diferentes, previamente autoclavados, para evitar eventuais contaminações. Após este processo, as membranas foram colocadas em placas de *Petri* contendo o meio de cultura microbiológico ágar m-FC e incubadas em estufa microbiológica a 45°C ± 0,5°C. Após 24 horas de incubação, as placas foram retiradas e realizadas a contagem através de um contador de colônias, considerando-se apenas as de cor azul, que são as típicas de bactérias do grupo de bactérias termotolerantes. A densidade de colônias é determinada conforme a equação abaixo e expressa em unidades formadoras de colônias (UFC) por 100 ml.

$$\text{UFC}/100 \text{ ml} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de colônias típicas} \times 100}{\text{Volume da amostra filtrado em ml}}$$

#### 4.2. Levantamento dos impactos ambientais

O levantamento dos impactos ambientais foi realizado no mês de abril/2018, percorrendo as margens do rio principal e as áreas de drenagem, bem como a borda superior da área, oportunidade em que foi possível ter conversas informais com moradores locais, acrescentando informações ao trabalho. Para a simplificação do percurso, a área foi dividida em quatro trechos com o auxílio de uma imagem de satélite. Estes trechos são aqui denominados de quadrantes (Q) que foram percorridos em diferentes dias pela margem esquerda (ME) e pela margem direita (MD) (Figura 6). O terceiro quadrante (Q3), por se tratar do trecho onde se situa a nascente, recebeu maior atenção, sendo percorrido também pelo leito do rio. Os quadrantes 1 e 2 correspondem as áreas de drenagem pluvial.

A primeira margem visitada foi a esquerda, partindo da região mais a jusante (Q4) para a região mais a montante (Q1). Infelizmente, em um trecho do Q3, na margem esquerda, onde está situado um condomínio residencial, não foi possível ter acesso. Isso também ocorreu na margem direita do mesmo quadrante devido a parte do referido trecho estar ocupado por dois haras, onde não se foi permitido o acesso (Figura 7).

**Figura 6.** Divisão da área de estudo para o levantamento dos impactos ambientais



**Foto.** Google Earth/2018

**Figura 7.** Trechos da área de estudo não visitados



**Foto.** Google Earth/2018

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Identificação dos impactos

Avaliar os impactos ambientais de uma determinada área, tanto quantitativamente quanto qualitativamente é bastante complexo, tendo em vista que estes estão ocorrendo a todo o momento de forma acelerada, gerando múltiplos efeitos diretos e indiretos sobre o ambiente (OLIVEIRA, 2015).

A resolução CONAMA nº 1/1986, considera impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; qualidade dos recursos naturais”.

O levantamento dos impactos ambientais observados nesta pesquisa, mostrou que a região que abrange a nascente do rio Timbó, apresenta diversas interferências antrópicas decorrentes do processo de expansão urbana, cujos dados qualitativos dos impactos observados encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 2.** Dados qualitativos dos impactos ambientais observados na bacia do rio Timbó em torno da área de sua nascente

Impactos	Margem Esquerda				Margem Direita			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>Depósito irregular de lixo</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Lançamento de efluente</b>	1	0	0	0	1	1	1	0
<b>Ocupação irregular</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Desmatamento</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Criação de equinos</b>	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>Total</b>	4	3	3	3	4	4	5	3

\* Q= quadrante, 1= presença de impacto, 0= ausência de impacto.

### 5.1.1. Depósito irregular de lixo

Entende-se como lixo os resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos indesejáveis a sociedade, proveniente de diversas fontes, como de origem domiciliar, industrial, hospitalar e, como um dos mais impactantes atualmente, o tecnológico (GOUVEIA, 2012; GUARDABASSIO, 2014). Na região mais a montante do rio Timbó foi encontrado descarte irregular de diferentes tipos de lixo, nas duas margens, e em todos os quadrantes. Na margem esquerda o lixo, que de uma maneira geral foi menor do que o encontrado na margem direita era predominantemente resíduos de construção civil, como restos de concreto, telhas, fios e ferramentas de obras (Figuras 8 e 9).

**Figura 8.** Lixo de construção civil encontrado na borda da bacia no Q1



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 9.** Lixo de construção civil na borda no Q2



**Foto.** Acervo autora/2018

Já na margem direita, a quantidade de lixo era bem maior e basicamente constituída por resíduos de cunho doméstico, como restos de alimentos, plásticos, chegando até a encontrar utensílios domésticos, como sofá e carrinho para crianças (Figuras 10 e 11).

**Figura 10.** Lixo doméstico encontrado na borda da bacia no Q4



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 11.** Móveis descartados na borda da bacia no Q4



**Foto.** Acervo da autora/2018

O fato de terem sido encontrados resíduos de construção apenas na margem esquerda deve-se ao fato de que naquela região vem ocorrendo um maior volume de construções, principalmente de edifícios (Figura 12). Esta tem sido uma situação corriqueira na cidade, principalmente em áreas afastadas, onde as construtoras não cumprem com sua obrigação de recolhimento dos seus resíduos, e a prefeitura termina contribuindo através da não fiscalização.

Já na margem direita, onde claramente se observou um maior adensamento de casas, a grande disposição de lixo domiciliar a céu aberto está atribuída ao mau hábito por parte de alguns moradores que, infelizmente, utilizam as ruas e a encosta da bacia como espaços para o depósito inadequado dos seus resíduos. Embora algumas ruas não apresentem calçamento, os próprios moradores informaram que há recolhimento de lixo semanalmente naquela região, fato que não justifica a situação ali encontrada.

**Figura 12.** Início de obra na margem esquerda do Q3



**Foto.** Acervo da autora/2018

Nas duas margens, notou-se que o despejo do lixo vem ocorrendo na encosta da bacia e isso aumenta a possibilidade que estes cheguem até o leito do rio. No Q3, por exemplo, próximo a nascente foram encontrados alguns sacos amontoados contendo garrafas plásticas e, de acordo com alguns moradores, estas vem sendo recolhidas constantemente das margens do rio pela própria população local, o que mostra que o lixo jogado nas ruas está alcançando o curso de água (Figura 13).

**Figura 13.** Lixo recolhido por moradores próximo a nascente do rio Timbó



**Foto.** Acervo da autora/2018

Mucelin e Bellini, (2008) comentam que o acúmulo de lixo em locais impróprios é resultante do crescente consumo de material e recursos naturais para atender ao rápido crescimento da população que, aliado a falta de uma política pública séria de gestão dos resíduos sólidos somado, ainda, a uma falta de educação de uma considerável parcela da população, que insiste em descartar o lixo de forma inadequada, acaba por gerar uma forte sobrecarga ao meio natural que, de forma direta ou indireta, acaba por prejudicar a própria população.

O lixo doméstico, por exemplo, que é constituído por resíduos orgânicos e inorgânicos, quando é acumulado a céu aberto, provoca sérios problemas sanitários e ambientais, como a atração e proliferação de animais como moscas, baratas e ratos, vetores de várias doenças. Já os resíduos provenientes da construção civil, podem conter muitas substâncias tóxicas que contaminam diretamente o solo, assim como as águas subterrâneas e superficiais, resultando na descaracterização física, química e biológica destes recursos (SERAFIM et al., 2003; AYACH, et al., 2012, SILVA 2015).

Do ponto de vista ecológico, os principais efeitos do lixo orgânico sobre a qualidade da água dos rios é o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a redução das concentrações de oxigênio dissolvido e o aumento da turbidez. Todos os efeitos supracitados alteram não só os ecossistemas aquáticos como também podem oferecer riscos à saúde humana que utilizam a água para diversos fins, inclusive para o consumo (SCHNEIDER, 2003; MARQUES, 2011).

### **5.1.2. Lançamento de esgoto**

Os esgotos domésticos, que abrangem as águas derivadas do banho, lavagem de roupas e descarga sanitária, são um dos maiores problemas ambientais e de saúde pública, pelo fato de muitas cidades a nível mundial, não disporem de uma rede coletora adequada. Como agravante, há o fato de que, mesmo naquelas onde este serviço existe, dificilmente o tratamento é realizado de forma eficiente, fazendo com que os efluentes provenientes destas supostas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), sejam despejados nos corpos aquáticos receptores com uma alta carga de poluente (ARCHELA et., al 2003).

No Q1 encontra-se uma estação elevatória da Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba (CAGEPA) (Figura 14). De acordo com informações de moradores da redondeza, esta estação encontra-se atualmente desativada, mas no passado, ainda segundo estes moradores, era comum ocorrer constantes vazamentos de esgoto. Vale ressaltar que esta área corresponde ao local onde se situava a antiga nascente do rio Timbó que foi impermeabilizada no processo de urbanização da região.

**Figura 14.** Estação elevatória da CAGEPA no Q1.



**Foto.** Acervo da autora/2018

Um fato curioso, observado na margem direita do Q1, foi um cano projetado para a área de drenagem da bacia, vindo de dentro de uma residência. Apesar de não se ter a certeza de que este cano era destinado ao lançamento de esgoto, fica evidente a prática mal-intencionada, ainda mais que ao lado do cano encontra-se um coletor de esgoto (Figura 15).

**Figura 15.** Cano encontrado no Q1 saindo de uma residência ao lado de um coletor de esgoto (vermelho).



**Foto.** Acervo da autora/2018

No Q2, também na margem direita, foi encontrado outro cano, agora saindo de um muro, com esgoto sendo lançado para dentro da área de drenagem pluvial (Figuras 16 e 17). Embora não se tenha a certeza da origem do esgoto, provavelmente está relacionado com um edifício residencial localizado ao lado, tendo em vista que o muro do qual o cano está saindo limita a área deste edifício (Figura 18).

**Figura 16.** Escoamento de esgoto no Q2.



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 17.** Esgoto dentro da área de drenagem pluvial do Q2



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 18.** Edifício no Q2 localizado ao lado do local de descarga de esgoto. Ponto de lançamento (vermelho)



**Foto.** Acervo da autora/2018

No Q3 ainda na margem direita, bem próximo da nascente foi encontrado um tubo de saída de drenagem de água pluvial pertencente à CAGEPA que, claramente, estava despejando esgoto doméstico em um canal de drenagem desta bacia (Figura 19). Além do efluente nota-se a grande quantidade de lixo carregado pela chuva, decorrente da prática do despejo irregular nas ruas.

Embora não tenha sido possível detectar a origem do efluente, provavelmente, pode ser proveniente de vazamento da rede coletora oficial, pois quando isso ocorre é comum ir para a galeria pluvial, ou pode ser de origem de ligações clandestinas de esgoto diretamente na rede pluvial.

**Figura 19.** Galeria de drenagem pluvial apresentando lançamento de esgoto



**Foto.** Acervo da autora/2018

Bertolino (2013) explica que a falta de saneamento sobre a saúde e o meio ambiente, é um dos impactos mais frequentes, especialmente nas comunidades mais carentes que se tornam susceptíveis a riscos ambientais, como o contato com dejetos de animais e esgoto a céu aberto. Se tratando dos esgotos domiciliares, o mesmo autor salienta que a implantação de um sistema eficiente de coleta e tratamento é de fundamental importância para que depois de utilizada, a água possa retornar limpa para a natureza.

Os sistemas de drenagem urbana e os tratamentos adequados dos efluentes líquidos, de uma maneira geral, proporcionam uma série de benefícios para as cidades e para o ambiente natural quando manejados de forma adequada. Deste modo, a falta de limpeza e assistência nas bocas de lobo e bueiros contribui diretamente para a geração de impactos em bacias, devido ao aumento do transporte de materiais sólidos que são carregados das ruas, além disso, podem provocar enchentes nas cidades devido ao entupimento dos canos de drenagem. (MACIEL et al., 2015; RIBEIRO e ROOKE, 2010; SILVA, 2014).

Já a má gestão de tratamento adequado dos efluentes líquidos domiciliares, causa impactos significativos sobre a sociedade e principalmente ao meio ambiente, especialmente sobre os rios. Além dos problemas sanitários diretos que os dejetos humanos podem causar aos corpos aquáticos, como por exemplo, a proliferação de patógenos de veiculação hídrica, promovem o enriquecimento excessivo de nutrientes na água, principalmente de fósforo e nitrogênio, que associado a boas condições de luminosidade resultam no fenômeno de eutrofização, reconhecido como um dos principais problemas relacionados a qualidade da água. Dentre os efeitos causados por esse processo, destaca-se a rápida proliferação de algas, notadamente de cianobactérias, que produzem substâncias tóxicas, nocivas à saúde humana (ESTEVES, 1998; BARRETO et al., 2013).

### **5.1.3. Ocupação irregular**

A crescente populacional na cidade de João Pessoa vem ocorrendo de forma desordenada e tem como principal resultado, o aparecimento de aglomerados habitacionais especificamente em áreas vulneráveis e protegidas legalmente como no entorno das nascentes de rios (QUEIROZ, 2009).

O rio Timbó, infelizmente não foge à regra. Embora a sua bacia seja tida como Zona de Preservação Ambiental (ZPA), de acordo com o mapa de macrozoneamento urbano municipal (PMJP, 2012), ocupações irregulares foram encontradas nas duas margens e em todos os quadrantes da sua área de nascente que é legalmente protegida como uma Área de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, Lei nº 12.651/2012). Na margem esquerda, foi observado a presença de casas instaladas dentro da área de drenagem e ocupando espaços dentro da área de vegetação de borda e encosta (Figuras 20, 21 e 22).

**Figura 20.** Casas dentro da área de drenagem no Q1



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 21.** Casa no Q3 dentro da área de vegetação de encosta



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 22.** Casa no Q4 dentro da área de vegetação de borda



**Foto.** Acervo da autora/2018

Na margem direita foi comum encontrar casas próximas à borda da bacia e algumas até instaladas em área de encosta em situações bem precárias (Figuras 23 e 24).

**Figura 23.** Casa na borda da bacia no Q4



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 24.** Ocupações na encosta no Q3



**Foto.** Acervo da autora/2018

O Q1, apesar de ser uma das áreas de drenagem do rio Timbó, apresenta residências instaladas, bem como, resíduos de construção e de lixo orgânico que, provavelmente, estão associados a essas moradias (Figura 25). Nota-se que mais uma vez, a problemática do despejo inadequado de lixo aparece e, neste caso, estava sendo depositado diretamente no curso de drenagem (Figura 26).

**Figura 25.** Residências instaladas dentro da área de drenagem pluvial



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 26.** Lixo depositado dentro do curso de drenagem



**Foto.** Acervo da autora/2018

No Q2 na margem esquerda, foi encontrada uma base de construção abandonada próximo à borda da bacia. (Figura 27). Não se tem a informação sobre a quem pertence esta construção e, de acordo com alguns moradores, esta vem servindo como reservatório para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, o que representa um risco direto para os moradores.

**Figura 27.** Construção abandonada na margem esquerda do Q2



**Foto.** Acervo da autora/2018

Nista (2011) comenta que a expansão populacional gera esses tipos de alocações espontâneas em áreas consideradas de risco, como morros e encostas, principalmente, por indivíduos de baixa renda, que não possuem recursos para custear habitações seguras. Segundo Rizzon (2012), o maior problema social destas ocupações é a falta de infraestrutura das habitações e das próprias comunidades que estão sujeitas a catástrofes naturais decorrentes da inclinação observada nesses ambientes.

O fato de ser observar casas construídas em situações de risco e em trechos legalmente protegidos desta bacia deixa claro que há falhas no controle e monitoramento por parte das instituições públicas com relação ao bem-estar social e ao cumprimento das leis ambientais. É importante destacar, que, em alguns poucos trechos, havia cercamento da área com estacas (sem arame), mas não foi possível saber se corresponde a ação das instituições públicas ou se é de cunho privado. Em todo caso, ainda assim, em nenhum trecho se encontrou placa de sinalização para área de preservação ambiental.

Bobadilho (2014) ressalta que a relação humana com o contexto de expansão urbana é de encargo da gestão municipal, sendo assim, o planejamento urbano voltado para a sustentabilidade deve englobar sistemas eficientes de gestão ambiental, que considerem o volume de crescimento populacional e obedeçam às medidas de proteção ambiental.

#### **5.1.4. Desmatamento**

Como anteriormente mencionado, a porção de estudo é teoricamente protegida por leis municipais e federais, mas, ainda assim, é submetida a várias interferências humana, de forma negativa, em consequência da ocupação em suas margens. Como mais um dos efeitos destas ocupações, nas duas margens e em todos os quadrantes visitados foram encontrados trechos que apresentam resquícios de desmatamento tanto da vegetação ciliar como da mata de encosta.

Nas duas margens, percebeu-se que a maioria dos trechos com supressão da mata teve por finalidade, a construção de casas e edifícios irregulares mencionados anteriormente (Figuras 28 e 29). Em outros pontos, como no Q4/MD, ficou evidente que a supressão da vegetação se deu para a abertura de espaços visando o plantio de

espécies frutíferas, provavelmente para o consumo de moradores, e para a instalação de brinquedos para a recreação de crianças (Figuras 30 e 31).

**Figura 28.** Área desmatada para a construção de casas dentro da área de drenagem no Q1/MD



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 29.** Desmatamento para a abertura de caminho e construção de casas no Q1/ME



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 30.** Plantação na borda da bacia no Q4/MD



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 31.** Área ocupada com brinquedos para crianças



**Foto.** Acervo da autora/2018

No Q3, próximo ao leito do rio foi encontrado uma grande concentração de capim no espaço de vegetação ciliar (Figura 32). Segundo informações de moradores, esse capim é plantado por pessoas ligadas a algum dos haras, que utilizam essa vegetação para servir de complemento alimentar aos animais confinados.

**Figura 32.** Capim plantado dentro da área de vegetação ciliar



**Foto.** Acervo da autora/2018

A cidade de João Pessoa, assim como toda a região costeira da Paraíba, encontra-se dentro do domínio de Mata Atlântica, especificamente formada por um tipo florestal denominado Mata dos Tabuleiros (PMMA, 2010).

Em todos os trechos, foram encontradas espécies vegetais consideradas exóticas de Mata Atlântica como o coqueiro (*Cocos nucifera*) e a oliveira (*Syzygium cumini*) (PMMA, 2010), sendo esta última bastante encontrada ao longo das margens do rio. Em alguns casos, pôde-se notar que a introdução destas espécies vem se dando de forma intencional, através do plantio de mudas, no entanto, não se descarta que a presença também é fruto da deposição inadequada de resíduos orgânicos na área da mata ciliar e de encosta, tendo em vista que entre esses resíduos, se encontram frutas e sementes, assim como, restos de podas de árvores das residências (Figura 33).

**Figura 33.** Material orgânico na borda da bacia**Foto.** Acervo da autora/2018

É importante salientar que, muitas espécies de plantas que são introduzidas, são incorporadas facilmente pela comunidade já existente, sem causar efeitos adversos tão notáveis. Entretanto, algumas podem ser responsáveis pela conversão de uma comunidade vegetal variada, em uma comunidade vegetal homogênea, resultando em uma baixa de diversidade (TOWNSED, et., al 2010).

É importante destacar, que, embora tenha se encontrado trechos desmatados nas duas margens, a área, de uma maneira geral, encontra-se com uma boa cobertura vegetal, notadamente nas margens do rio, que é de fundamental importância para a proteção da nascente. Mas, ainda assim, a situação encontrada, serve de alerta para que se o desmatamento continuar, o processo erosivo na bacia irá aumentar, e as margens cada vez mais servirão como locais para o despejo inadequado de lixo.

Contudo, fica evidente que há falhas por parte das instituições públicas, no controle de ocupação e monitoramento da supressão da vegetação. Situação notadamente contraditória, tendo em vista que essas áreas são legalmente protegidas por serem consideradas pontos estratégicos para a conservação da biodiversidade.

### 5.2.5 Criação de Equinos

Na margem esquerda no Q3, no único Haras onde se teve acesso, foi observado um grande acúmulo de fezes dos animais confinados, que se encontravam amontoados na borda da encosta da bacia (Figura 34). Não foi possível confirmar se esta prática é de cunho eventual ou se consiste de uma situação corriqueira. Em todo caso, as fezes lá observadas representam uma potencial fonte de contaminação para a água do rio Timbó, uma vez que ocasionalmente podem ser levados para dentro do rio através da drenagem pluvial. A prática observada leva ao questionamento se nos outros dois haras (onde não foi possível ter acesso) esta situação também é comum, o que intensificaria ainda mais os riscos a contaminação da água desta bacia.

**Figura 34.** Dejetos de equinos na borda da bacia próximo ao leito do rio (**vermelho**)



**Foto.** Acervo da autora/2018

A equinocultura, seja para fins de reprodução ou treinamento, promove efeitos negativos sobre os sistemas naturais, decorrentes do manejo sanitário, alimentar, reprodutivo e de criação dos animais confinados (DITTRICH et., al 2010).

Do ponto de vista nutricional, os cavalos, diferentemente de outros herbívoros, são animais altamente seletivos, que consomem grandes quantidades de diferentes plantas e até raízes, sendo as suas fezes constituídas predominantemente por matéria orgânica. Os animais mantidos sob confinamento, possuem uma dieta composta por grandes

quantidades de alimentos concentrados, e as exigências nutricionais, dependem dos níveis de atividade física submetida a cada indivíduo como da própria fisiologia do animal, resultando em dejetos característicos da dieta, do material utilizado para a cama, do uso de medicamentos para a saúde animal e do manejo desenvolvido para a limpeza diária das cocheiras (DITTRICH et., al 2010; TRIBUCCI, 2011; DITTRICH, 2015; MARQUES et., al 2017).

A criação de cavalos por si só, não constitui uma prática de impacto ambiental, no entanto, embora as excretas façam parte do ciclo metabólico de todo animal, quanto mais os resíduos destes animais são inadequadamente dispostos e não tratados, maiores são as possibilidades de causarem impactos ao ambiente.

As grandes concentrações de fósforo e nitrogênio excretadas por esses animais, são fontes diretas de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Na água, as altas concentrações de nitrogênio sob a forma de amônia, podem representar um fator limitante ao crescimento e sobrevivência das comunidades aquáticas além de ser um elemento bastante tóxico para humanos (ESTEVES, 1998; DITTRICH et., al 2010).

Do ponto de vista sanitário, essas excretas podem atrair animais vetores de doenças e conter altas concentrações de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças pelo uso ou ingestão da água, como por exemplo, algumas espécies de bactérias do grupo termotolerantes (SILVA et., al 2006; OLIVEIRA et., al 2015)

Atualmente já existem técnicas ambientalmente seguras para o tratamento e correta destinação destes resíduos, como a compostagem e a vermicompostagem, que são técnicas de baixo custo de implementação e resultam em grande quantidade de matéria orgânica estabilizada (GONÇALVES, 2014).

## **5.2 Avaliação da qualidade da água**

Ao longo de período de coleta, de setembro/2017 a abril/2018, foi observado que houve uma evidente mudança no aspecto da paisagem na área estudada, com o aumento da vegetação ciliar e das macrófitas aquáticas, tanto no ponto amostral quanto no curso

d'água (Figura 35). Outro fato observado é que a área apresenta sinais de intervenções antrópicas recentes, tal como a presença de uma pequena barragem, formada por uns poucos sacos de areia, no leito do rio, os quais de acordo com relatos de moradores locais foram lá colocados para a contenção e acumulação da água, com a finalidade de uso para banhos e lavagem de roupas (Figura 36). É importante frisar que, durante os trabalhos de campo, não foi constatada a presença de pessoas no exercício dessas duas atividades.

**Figura 35.** Mudança da vegetação no curso d'água do rio Timbó.



**Foto.** Acervo da autora/2018

**Figura 36.** Mudança na paisagem e registro de intervenção antrópica recente no ponto de amostragem no período de coleta.



**Foto.** Acervo da autora/2018

### 5.2.1 Parâmetros físico-químicos e coliformes termotolerantes

Dos dez parâmetros aqui avaliados sete são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 como condição para enquadramento dos corpos hídricos nas classes de água doce. Os dados dos valores obtidos no rio Timbó encontram-se na Tabela 2 e os usos atribuídos pela citada resolução, de acordo com as classes e os valores de referência para cada parâmetro avaliado, encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores obtidos referentes aos parâmetros avaliados no rio Timbó.

Parâmetros	Set/17	Out/17	Nov/17	Jan/18	Fev/18	Abr/18
*Temperatura (°C)	29,8	29,6	27,5	-	-	-
pH	6,6	6,8	6,8	6,9	7,3	7,2
OD (mg/L)	7,3	6,4	5,1	-	-	-
*Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}^1$ )	237	233	227	234	234	261
Turbidez (UNT)	13,90	12,30	2,34	1,74	2,00	2,13
Amônia (mg/L)	0,11	0,24	0,10	0,04	0,01	0,01
Nitrito (mg/L)	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01
Nitrato (mg/L)	1,80	1,87	1,86	0,85	1,19	0,49
*Fosfato (mg/L)	0,03	0,02	0,03	0,12	0,09	0,09
Coliformes fecais (UFC)/100 ml	$2,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$8,5 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2$	$>3,0 \times 10^3$	$>3,0 \times 10^3$

\*Parâmetros cujos valores de referência não foram estabelecidos pela Res. CONAMA nº. 357/2005.

**Tabela 4.** Condições a usos atribuídos às classes de água doce em ambientes lóticos

CLASSES	PARÂMETROS E RESPECTIVOS VALORES DE REFERÊNCIA	USOS	
<b>I</b>	<p><b>Amônia:</b> (3,7mg/L para pH ≤ 7,5)</p> <p><b>Nitrito:</b> (1,0 mg/L)</p> <p><b>Nitrato:</b> (10,0 mg/L)</p> <p><b>Fósforo total:</b> (0,1 mg/L)</p> <p><b>Coliformes termotolerantes:</b> Até 200</p>	<p><b>OD</b> (≥ 6)</p> <p><b>pH</b> (6 a 9)</p> <p><b>Turbidez</b> (≤ 40)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>- Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>- 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;</li> <li>- Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas</li> </ul>
<b>II</b>	<p>Para os nutrientes inorgânicos são atribuídos os mesmos valores da classe I</p> <p><b>Coliformes termotolerantes:</b> até 1000</p>	<p><b>OD</b> (≥ 5)</p> <p><b>pH</b> (6 a 9)</p> <p><b>Turbidez</b> (≤ 100)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>- Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>- 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;</li> <li>- Aquicultura e à atividade de pesca</li> </ul>
<b>III</b>	<p><b>Amônia</b> (13,3 mg/L para pH ≤ 7,5)</p> <p><b>Nitrito:</b> (1,0 mg/L)</p> <p><b>Nitrato:</b> (10,0 mg/L)</p> <p><b>Fósforo total:</b> (0,15 mg/L)</p> <p><b>Coliformes termotolerantes:</b> até 2500</p>	<p><b>OD</b> (≥ 4)</p> <p><b>pH</b> (6 a 9)</p> <p><b>Turbidez</b> (≤ 100)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>- Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>- Pesca amadora;</li> <li>- Recreação de contato secundário;</li> <li>- Dessedentação de animais</li> </ul>

**Fonte.** Dados obtidos da Resolução CONAMA n°. 357/2005

### 5.2.2 Temperatura

Apesar de terem sido registrados apenas três dados para interpretação de temperatura, não há discrepância na variação deste parâmetro no rio Timbó, tendo em vista que não existiu uma grande flutuação nas três coletas em que a temperatura foi medida (setembro, outubro e novembro de 2017), variando de 27,5°C a 29,8°C. Isto parece ser um padrão normal para os rios dessa área, considerando que Cavalcanti (2013) avaliando a qualidade da água do rio Jaguaribe, que se encontra na mesma região deste estudo, obteve variação de 26,5°C a 28,4°C de junho a novembro de 2013, valores que, segundo o autor, foram considerados como variação climática normal para a nossa região.

Segundo Percebon et. al., (2005) a temperatura é considerada como a quantidade de calor que existe em um corpo termodinamicamente em equilíbrio, e o aquecimento das águas é resultante de processos naturais, como os geotérmicos, variações sazonais de temperatura ambiente, bem como, de processos antrópicos diretos como lançamento de efluentes, onde a temperatura aumenta pela diferença de calor existente no corpo receptor, como pelo calor que é liberado na oxidação da carga poluente. Neste estudo, a variação sazonal parece ser o fator contribuinte para os valores de temperatura da água, e a tendência de diminuição pode estar relacionada com o aumento da vegetação sobre o leito, que interfere na irradiação direta do sol sobre a superfície aquática.

Embora o CONAMA não estabeleça valores de referência para temperatura em corpos hídricos, este parâmetro assume papel preponderante de controle no meio aquático influenciando uma série de outros parâmetros físicos e químicos. Para os organismos aquáticos, a mudança de temperatura da água pode alterar a velocidade das reações metabólicas, influenciando diretamente nos mecanismos respiratórios, nutricionais, assim como na reprodução e movimentação, além de reduzir a solubilidade do oxigênio essencial nos processos de respiração. Este efeito da temperatura em ambientes tropicais não representa um fator regulador principal, diferente do observado em ambientes temperados (ZUMACH, 2003; CAVALCANTI, 2013).

Ainda que as águas superficiais estejam expostas a fatores comuns que levam ao aumento de temperatura, como, por exemplo, os próprios processos de oxidação

biológica da matéria orgânica, cada ecossistema apresenta o seu perfil térmico em resposta a diferentes efeitos de fatores, tanto do ambiente natural como de ações antrópicas, aos quais o rio e a sua bacia hidrográfica estão sujeitos. (PERCEBON et al., 2005; TOMAZELA, 2008; CAVALCANTI, 2013).

### **5.2.3. pH (potencial hidrogeniônico)**

A medição do pH é importante para os ambientes aquáticos, pois indica o grau de acidez ou basicidade da água, cujos valores interferem nos processos de permeabilidade da membrana celular, implicando no transporte iônico dentro e fora da célula e entre os organismos e o meio, sendo, portanto, um fator limitante para a colonização de diferentes organismos (ESTEVES, 1998).

No rio Timbó, apesar da pequena variação de 6,6 a 7,3, observa-se uma tendência de aumento de setembro/2017 a abril/2018, que pode estar relacionado, ao aumento da vegetação e das macrófitas aquáticas no leito do rio. A propósito, Esteves (1998) explica que as comunidades aquáticas podem interferir nos valores de pH do meio através da assimilação do CO<sub>2</sub> no processo fotossintético, e quanto maior for a biomassa vegetal em relação à massa de água, maiores serão as variações de pH. O mesmo autor ainda aponta a chuva como um fator contribuinte ao aumento deste parâmetro, o que neste estudo não pôde ser avaliado, tendo em vista que os meses de coleta não corresponderam ao período de chuvas na região.

Segundo Zumach (2003), os organismos aquáticos apresentam adaptações às condições de neutralidade, e alterações bruscas do pH podem culminar com o desaparecimento desses animais. Baixos valores de pH representam elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de fontes internas e externas, sendo de suma importância o seu estudo, principalmente daqueles ecossistemas, inseridos em áreas urbanas, onde ocorre intensa atividade industrial (PAIVA e SOUZA, 2010). Embora a área estudada esteja passível a lançamento de esgoto, em todos os meses de amostragem o pH se manteve dentro do limite de 6 a 9 estabelecido para classe I, que, por sinal, é o mesmo para as demais classes de enquadramento.

#### **5.2.4. Oxigênio Dissolvido**

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio constitui-se como um dos mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos, sendo a sua solubilidade dependente da pressão e temperatura. As variações diárias na sua concentração estão diretamente relacionadas com o processo de fotossíntese e respiração e/ou decomposição associados com o fotoperíodo e intensidade luminosa (ESTEVES, 1998).

As altas taxas de decomposição de matéria orgânica, assim como de efluentes não tratados, geram um consumo rápido e excessivo de oxigênio, podendo muitas vezes criar condições anaeróbias que são letais para diversos organismos aquáticos com a alta demanda biológica deste gás (TOWNSEND et. al., 2010).

Os dados de oxigênio dissolvido obtidos para o rio Timbó, apesar deste parâmetro ter sido medido apenas nos três primeiros meses de amostragem, apontam para um corpo aquático em condições satisfatórias, tendo em vista que os valores dos meses de setembro e outubro o colocam dentro da classe I, conforme a Resolução CONAMA no. 357/2005, ainda que no mês de novembro tenha se observado um teor de 5,1 mg/L.

Considerando que a área desta pesquisa está suscetível a lançamento de esgoto, como foi observado no levantamento dos impactos ambientais, as concentrações de oxigênio podem vir a sofrer depleção, tendo em mente que concentrações de 0,4 mg/L e 0,5 mg/L foram observadas por Cavalcanti (2013) no rio Jaguaribe, notadamente em pontos com presença de esgoto.

#### **5.2.5. Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica é um parâmetro que vem sendo comumente utilizado na avaliação de ecossistemas aquáticos, pois contribui para indicar impactos ambientais decorrentes de atividades humanas, tais como mineração e lançamento de esgoto. Ela expressa a capacidade da água de conduzir a corrente elétrica, em função das concentrações iônicas e da temperatura, e, mesmo não especificando quais íons estão

presentes em determinada amostra, indicam, assim mesmo, a presença de sais na água (FARIAS, 2006; PAIVA e SOUZA, 2010).

Os valores de condutividade elétrica no rio Timbó variaram de 227  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 261  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e apresentaram pouca variação ao longo do período amostrado. Na Resolução CONAMA no. 357/2005, não há valor de referência para este parâmetro, mas, tendo em vista que alguns autores estabelecem 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  como o limite máximo para águas naturais, pode-se considerar elevada a condutividade elétrica na água do rio Timbó, no ponto amostral. Por exemplo, Carvalho (2013), estudando a bacia do riacho Fundo, Brasília – DF, considerou altos os valores de condutividade elétrica, quando obteve variação de 136  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 159  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em trechos que apresentavam lançamento de esgoto e concentrações de resíduos de construção civil, assim como Zilmmer et al. (2007), que também consideraram elevados os valores de condutividade elétrica, quando observaram variação de 45,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 414,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no ribeirão Salgadinho, em Nova Xavantina – MT, e relacionaram a tendência de elevação com o aumento da dureza total.

Considerando que na área de estudo foram identificados alguns impactos ambientais, como o lançamento de esgoto e a disposição de resíduos sólidos, principalmente lixo doméstico, nas encostas da bacia do rio Timbó, provavelmente os valores de condutividade elétrica observados estão relacionados com as referidas práticas.

#### **5.2.6. Turbidez**

A turbidez está diretamente relacionada à quantidade de matérias sólidas em suspensão, como argila, matéria orgânica ou material em estado coloidal, tornando a água mais turva ou clara, em decorrência da concentração destas partículas. A origem das partículas pode se dar a partir de processos naturais do próprio solo ou de atividades antrópicas, com grande formação de lodos (CORREIA et al., 2008; FARIAS, 2006; KINDLEI, 2010; SCORSAFAVA, 2010).

Os valores de turbidez no rio Timbó variaram de 2,0 UNT a 13,9 UNT, valores estes considerados baixos, sendo compatíveis com o limite aceitável para corpos aquáticos de classe I (< 40 UNT), respeitando-se o estipulado na Resolução CONAMA

no. 357/200. Apesar disso, assim mesmo é possível perceber nitidamente uma diferença expressiva entre os dois primeiros meses, quando se obteve valores acima de 12,0 UNT, com os demais, quando os valores da turbidez não ultrapassaram 3,0 UNT. Tal comportamento, provavelmente está relacionado com o avanço da vegetação sobre o leito do rio que pode ter retido o material particulado em suspensão.

### 5.2.7. Amônia (NH<sub>3</sub>)

A concentração de amônia é um parâmetro de grande importância para a classificação das águas naturais (FARIAS, 2006). Constitui-se como a forma mais reduzida de nitrogênio encontrada na água, apresentando-se sob as formas de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (íon amônio) e NH<sub>3</sub> (amônia). A sua obtenção natural se dá a partir da decomposição aeróbia como anaeróbia de um composto nitrogenado e, artificialmente, pode ser obtida através de atividades como lançamento de efluentes domésticos e industriais e uso de fertilizantes. Com relação a sua diminuição, esta se dá através do seu consumo no processo de nitrificação e pela sua difusão para a atmosfera (ESTEVES, 1998).

Concentrações de amônia acima de 5,0 mg/L podem ser fatais para algumas espécies de peixe, entretanto, raramente atingem níveis letais na água quando encontrada em condições naturais (ESTEVES, 1998; SILVA, 2009).

Os valores obtidos variaram de 0,01mg/L a 0,24 mg/L, ficando bem abaixo do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos hídricos de classe I. A partir de outubro houve uma diminuição contínua da concentração de amônia que pode estar relacionado com o processo de assimilação por parte das macrófitas, cuja a quantidade aumentou ao longo dos meses como já mencionado.

Apesar de haver lançamento de esgoto, todos os pontos identificados se encontravam em áreas de drenagem pluvial, que, no período de estiagem, não apresenta fluxo contínuo de água. Em todos os meses avaliados, os valores mostraram-se baixos, variando de 0,01 mg/L a 0,24 mg/L. Cavalcanti (2013), observando a qualidade da água no rio Jaguaribe, chegou a encontrar 5,13 mg/L e 7,13 mg/L de amônia, notadamente nos pontos que apresentam lançamento direto de esgoto. Já Gasparotto (2011), estudando as nascentes do município de Piracicaba, obteve 1,5 mg/L, 1,26 mg/L e 1,08 mg/L como os maiores valores de amônia encontrados. Os baixos teores de amônia no

rio Timbó, mesmo na eventual presença de esgoto, também podem ser entendidos como resultantes do processo de assimilação por parte das macrófitas aquáticas, sob a forma de  $\text{NH}_4^+$ , considerando que a baixa de amônia coincide com o aumento desses vegetais de setembro a abril.

A resolução do CONAMA acima referida relaciona os limites de concentração de amônia com os valores de pH no meio, tendo em vista que a sua toxicidade aumenta com o incremento do pH. O limite estabelecido para classe I é de 3,7 mg/L para  $\text{pH} \leq 7,5$ . Como os valores de amônia, assim como o pH, mostraram-se dentro do estabelecido, seria possível o enquadramento da água do rio Timbó em classe I, tomando por base este nutriente.

#### **5.2.8. Nitrito ( $\text{NO}_2$ )**

O nitrito constitui-se como uma fonte de nitrogênio intermediária entre a amônia e o nitrato, apresentando baixas concentrações principalmente em ambientes oxigenados (ESTEVES, 1998). Em águas superficiais, as concentrações se apresentam normalmente em torno de 0,001 mg/L, sendo raras concentrações acima de 1,0 mg/L. Quando estas se apresentam, são fortes indicadores da descarga de efluentes (MARANHÃO, 2011).

As concentrações de nitrito mostraram-se baixas em todos os meses amostrados, com valores muito próximos entre si chegando ao máximo 0,03 mg/L. Esses baixos valores estão de uma maneira geral dentro dos valores esperados para esse nutriente e estão relacionados aos processos naturais de redução da amônia ou oxidação para nitrato.

#### **5.2.9. Nitrato ( $\text{NO}_3$ )**

O nitrato assim como a amônia são as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários, assumindo desta forma, grande importância para os ecossistemas aquáticos. Naturalmente este composto é obtido a partir do processo de nitrificação, sendo encontrado em baixas concentrações nas águas superficiais (ESTEVES, 1998; MOURA, 2007; FREITAS et., al 2011). Teores de  $\text{NO}_3$  acima de 5 mg/L podem indicar contaminação da água subterrânea por atividades antrópicas como depósito de lixo, esgoto e dejetos de animais (CARVALHO, 2013).

Os valores de nitrato no rio Timbó ficaram abaixo de 2,0 mg/L, variando de 0,49 mg/L a 1,87 mg/L. De maneira geral, observa-se que houve uma tendência de diminuição de setembro/2017 a abril/2018, o que, provavelmente, está relacionado ao processo de redução da amônia, uma vez que a diminuição observada nas concentrações de NO<sub>3</sub> coincide com o comportamento observado em NH<sub>3</sub>.

Para os corpos de água doce de classes I, II e III, a Resolução CONAMA no. 357/2005 estabelece 10,0 mg/L como limite para NO<sub>3</sub>. Isso possibilitaria o enquadramento da porção estudada do rio Timbó na classe 1.

### **5.2.10. Fosfato**

O fósforo é um elemento essencial ao crescimento dos organismos das águas superficiais. Nos sistemas biológicos participa de processos metabólicos importantes dos seres vivos, como armazenamento de energia e estruturação da membrana celular. Todas as formas assimiláveis de fósforo encontradas em águas naturais encontram-se sob a forma de fosfato que tem origem de fontes naturais e artificiais, tendo como principal fonte natural as rochas que constituem a sua bacia de drenagem e, como fontes artificiais mais importantes, os esgotos domésticos e industriais. A concentração de PO<sub>4</sub> é geralmente baixa em águas naturais, sendo valores acima de 1,0 mg/L indicativos de poluição (ESTEVES, 1998; ZUMACH, 2003; CARVALHO, 2013).

Assim como o nitrogênio em suas várias formas, a presença de PO<sub>4</sub> na água é de suma importância à cadeia alimentar, no entanto quando descarregado em altas concentrações em águas superficiais provoca um enriquecimento excessivo no meio que pode levar a um processo acelerado de eutrofização, culminando com a alteração da qualidade da água, sobretudo as que são destinadas ao abastecimento público (BARRETO et al., 2013).

Os dados de fosfato obtidos no rio Timbó mostram que houve uma clara diferença entre os três primeiros meses de amostragem, onde os valores se apresentaram baixos, em relação aos demais meses, onde se observou uma tendência de aumento. Considerando que o fosfato corresponde à parte de fósforo total, cujo limite estabelecido pela Resolução CONAMA/357 é de 0,1 mg/L para classe I, pode-se dizer, então, que os valores dos três últimos meses amostrados se encontram altos, diferente

do padrão observado para amônia e nitrato e não se descarta a hipótese de que esses valores aumentados estejam relacionados com as fezes dos cavalos encontradas na borda da bacia

#### **5.2.11. Coliformes termotolerantes**

Os coliformes são bactérias capazes de fermentar a lactose a  $45^{\circ}\text{C} \pm 0,5$  e, por isso, estão incluídas no grupo das termotolerantes. Esses microrganismos são utilizados como um dos principais indicadores de poluição fecal nos ambientes aquáticos, uma vez que são encontrados na flora intestinal dos seres humanos e animais homeotérmicos, podendo sobreviver por períodos de até sessenta dias fora do intestino (ZUMACH, 2003; SÁ, 2012; OLIVEIRA et., al 2015).

Os principais representantes do grupo de coliformes termotolerantes pertencem aos gêneros *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Apesar de apresentarem a característica de termotolerância, apenas *Escherichia coli* tem o intestino como o único habitat natural, o que a torna o indicador de maior precisão de contaminação fecal. As demais bactérias termotolerantes podem ser encontradas em outros ambientes, como solo e vegetação, persistindo por um tempo maior ao das bactérias patogênicas de origem fecal (SILVA et al., 2006; TOMAZELA, 2008).

A presença de coliformes termotolerantes foi detectada em todos os meses de amostragem, revelando valores sempre crescentes de setembro/2017 a fevereiro-abril/2018. Nos dois últimos meses (fevereiro e abril de 2018), como as concentrações surpreendentemente se apresentaram muito altas, não foi possível realizar a contagem das colônias, uma vez que esta excedeu o limite, que é de 300 UFC por placa, apesar de a amostra ter sido diluída 10 vezes. Em função disso, o resultado teve que ser estimado, ficando o valor em  $>3,0 \times 10^3$  UFC/100 ml, ou seja, a amostra continha mais de 300 colônias vezes a diluição. Embora nesses dois meses tenha sido atribuído o mesmo valor de  $>3,0 \times 10^3$  UFC/100 ml, isso não significa que tenha ocorrido o mesmo padrão, uma vez que não foi possível determinar a concentração exata de colônias.

De setembro/2017 a janeiro/2018, os valores encontram-se, em geral, dentro dos limites permitidos pela legislação para a classe 2, ainda que apenas em setembro tenha atendido ao limite para classe I. Considerando que apenas as concentrações de

fevereiro/2017 e abril/2018 não obedecem aos limites permitidos, pode-se dizer que, provavelmente, a contaminação na água do rio Timbó ocorre pontualmente e pode estar associada a um maior volume de esgoto na área de drenagem naquele período. Em todo caso, são necessárias avaliações adicionais deste parâmetro na área de amostragem que possibilitem um diagnóstico mais preciso, tendo em vista que a concentração de coliformes também indica a possível presença de microrganismos patogênicos, causadores de doenças de veiculação hídrica, o que se reveste de grande importância para a questão socioambiental.

## 6. CONCLUSÃO

- Os valores dos parâmetros físico-químicos da água na área da nascente do rio Timbó mostraram-se aceitáveis, estando em sua grande maioria dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 para enquadramento em classe 1. Já para os coliformes termotolerantes os valores, em dois meses, se apresentaram preocupantes, indicando que esta porção da bacia é eventualmente contaminada, provavelmente, pelos esgotos lançados dentro das áreas de drenagem, o que restringe, nesta situação, o uso daquela porção para o contato primário;
- Os principais impactos ambientais identificados no entorno da área foram: disposição inadequada de resíduos sólidos, lançamento de esgoto e ocupação irregular, sendo a margem direita a mais impactada;
- Embora o rio Timbó, de acordo com a SUDEMA, esteja enquadrado, em toda a sua extensão, na classe 3, em várias ocasiões os dados dos parâmetros físico-químicos da água indicaram que esta porção da bacia pode ser perfeitamente enquadrada na classe 1;
- Considerando que a região do entorno da nascente do rio Timbó está inserida em uma área com forte pressão urbana, esta, de maneira geral, se encontra em boas condições, com uma parte expressiva da mata ciliar ainda bem preservada. Entretanto, os dados deste trabalho mostram claramente que, apesar disso, é preciso intervenções nesta área para reverter os eventuais impactos que vêm ocorrendo nesta região. Neste sentido, as instituições públicas deveriam, entre outras ações, instalar placas de sinalização indicando Área de Preservação Permanente, pôr placas de proibição para o descarte de lixo a céu aberto e realocar as famílias que se encontram instaladas dentro da área de preservação, notadamente as que ocupam as áreas de drenagem e encosta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. **MAPAS DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA PARAÍBA.** Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wpcontent/uploads/2016/11/CORPOS\\_HIDRICOS\\_PB.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wpcontent/uploads/2016/11/CORPOS_HIDRICOS_PB.pdf).

AGOSTINHO, V. A. **DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO RIO CUITEGI-PB NO PERÍMETRO URBANO.** Monografia (Graduação). Universidade Estadual da Paraíba. Guarabira/PB, 2013.

ALMEIDA, N. V. **Degradação da Paisagem da Sub-Bacia do rio Timbó.** Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB. 2002.

ALMEIDA, Q. L. **Vulnerabilidade Socioambiental de Rios.** Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Rio Claro/SP.2010.

APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21th ed. American Public Health Association. Washigton, DC, 2005.

ARAÚJO, L. E; SANTOS, M. J; DUARTE, S. M; OLIVEIRA, E. M. **Impactos Ambientais em Bacias Hidrográficas – Caso da Bacia do Rio Paraíba- TECNO-LÓGICA,** Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 2, 109-115 p, jul./dez. 2009.

ARCHELA, E; CARRARO, A; FERNANDES, F; BARROS, O. N. F; ARCHELA, R. S. **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos.** Geografia - Volume 12 - Número 1 - Jan/Jun. 2003.

AYACH, L. R; CAPPI, N; AYACH, C. **Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos.** Caderno de Geografia, v.22, n.37, 2012.

BARRETO, L. V; BARROS, F. M; BONOMO, P; ROCHA, F. A; AMORIM, J. S. **EUTROFIZAÇÃO EM RIOS BRASILEIROS.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.16 p. 2013.

BERTOLINO, M. **Avaliação das contribuições de água de chuva provenientes de ligações domiciliares em sistema de esgoto sanitário separador absoluto.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2013.

BOBADILHO, R. S. **A PROBLEMÁTICA DOS RIOS URBANOS COSTEIROS: ENTRAVES E POSSIBILIDADES PARA A QUALIDADE AMBIENTAL E SOCIAL-**Rio Grande do Sul/RS. 2014. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande, 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 – Código Florestal Brasileiro.** Brasília. 2012.

BRAGA, J. L. **IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS, NO PERCURSO ENTRE BOQUEIRÃO DE PIRANHAS A SÃO GONÇALO-PB**-Monografia (Graduação)-Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras/PB. 2015.

CARVALHO, A. M. **Estudo Geoquímico da Qualidade da água da Bacia do Riacho Fundo** – DF-Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Brasília/DF. 2013.

CAVALCANTI, R. G. **Influência da Mata do Buraquinho sobre a qualidade da água do Rio Jaguaribe**. Monografia (Graduação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB. 2013.

CORAZZA, J. **Rios urbanos e o processo de urbanização: o caso de Passo Fundo / RS**-Dissertação (Mestrado)-Universidade de Passo Fundo/RS. 2008.

CORREIA, A; BARROS, E; SILVA, J; RAMALHO, J. **Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento**. VIII ERMAC 8 o Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN. Novembro. 2008.

CONAMA. **Resolução 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 02/05/2018

CONAMA. **Resolução 001, 23 de janeiro de 1986. Define Impacto Ambiental**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 02/05/2018.

DITTRICH, J. R; MELO, H. A; AFONSO, A. M. C. F; DITTRICH, R. L. **Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.39, p.130-137, 2010 (supl. Especial).

DITTRICH, J. R. **EQUINOCULTURA E SAÚDE AMBIENTAL**. Revista Acadêmica de Ciência Equina v. 01, n. 1 (2015). Disponível em: [www.gege.agrarias.ufpr.br/racequi](http://www.gege.agrarias.ufpr.br/racequi). Acesso em: 26/05/2018.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602 p, 1998.

FARIAS, M. S. S. **MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CABELO**. 2006.136 f. Tese (Dourado) – Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

FREITAS, M. B; BRILHANTE, O. M; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. ANÁLISE DE ÁGUA E SAÚDE PÚBLICA- Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro. 651-660 p. mai-jun, 2011.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da Água de Nascentes Urbanas no Município de Piracicaba-SP.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2011. 69p.

GONÇALVES, F. **Tratamento de Camas de Equinos por Compostagem e Vermicompostagem.** Monografia (Graduação). Universidade Tecnológica do Paraná. Londrina. 2014.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciência & Saúde Coletiva. 1503-1510 p, 2012.

GUARDABASSIO, E. V. **Gestão Pública de Resíduos Sólidos Urbanos na Região do Grande ABC.** Dissertação (Mestrado). Universidade Municipal de São Caetano do Sul. São Caetano do Sul. 2014.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017. Rio de Janeiro: IBGE/DPE/COPIS, 2017. 118 p.

KINDLEI, C. P. **Determinação do Teor de Nitratos e Nitritos na Água de Abastecimento do Município de Nova Santa Rita.** Monografia (Graduação). Centro Universitário La Salle. Canoas. 2010.

LIMA, L. S. **Os Impactos Ambientais no Entorno da Nascente do Rio Piranhas em Bonito de Santa Fé-PB.** Monografia (Graduação). Universidade Federal de Campina Grande-PB. Cajazeiras/PB. 2015.

LOPES, E. A; MENDONÇA, F. **Urbanização e recursos hídricos na RMC: conflitos socioambientais e desafios à gestão urbana.** RMC EM DEBATE, nº 1. 2010. 25-28 p.

MACIEL, A. B. C; FELIPE, J. A; LIMA, Z. M. C. **OS PROBLEMAS DE SANEAMENTO E SEUS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE DONA INÊS/PB.** Revista OKARA: Geografia em debate, v. 9, n. 3, p. 524-541, 2015.

MARANHÃO, R. A. **Impactos da Ocupação Urbana e Qualidade das Águas Superficiais na Microbacia de Val-de-Cães (BELÉM/PA).** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 12, n. 38. jun/2011. 176 – 186 p. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em: 25/04/2018.

MARQUES, R. F. D. V. **Impactos Ambientais da Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos no Solo e na Água Superficial em três Municípios de Minas Gerais-** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG. 2011.

MARQUES, D. P; PESSOA, M. S; PESSOA, F. O. A. **Manejo zootécnico e comportamental de cavalos estabulados em uso militar.** Nutri-time. vol. 14, Nº 03,

maio/jun de 2017. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br>. Acesso em: 15/05/2018.

MENDONÇA, F. A; LEITÃO, S. A. **Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos**, *GeoTextos*, vol. 4, n. 1 e 2, 2008. 145-163p

MORAIS, L. M. F. A. **Expansão Urbana e Qualidade Ambiental no Litoral de João Pessoa-PB**. Dissertação. (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB. 2009.

MOURA, E. M. **MAPEAMENTO DO HALO DE DISPERSÃO FORMADO POR EFLUENTES INDUSTRIAIS LANÇADOS NA BAÍA DO GUAJARÁ NO TRECHO COMPREENDIDO ENTRE O BAIRRO DE VAL-DE-CÃES E O DISTRITO DE ICOARACI**. Dissertação (Mestrado). UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Belém/PA. 2007.

MUCELIN, A. C; BELLINI, M. **Lixo e Impactos Ambientais Perceptíveis no Ecossistema Urbano**. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia.111-124 p. jun. 2008.

NISTA, E. F. **Ocupação irregular do solo urbano - caso das habitações em encostas: causas e consequências**. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/120191> Acesso em: 15/05/2018.

OLIVEIRA, A. J; SANTOS, M. C. H. G; ITAYA, M. N; CALIL, R. M. **COLIFORMES TERMOTOLERANTES: BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO**. IV Simpósio de Saúde Ambiental. São Paulo-SP. 2015.

PAIVA, L. C; SOUZA, A. O. **AVALIAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DO RIO RIACHÃO NO MUNICÍPIO DE CAATIBA – BA**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, n.9, 2010.

PENNA, T. V. C. **Rios Urbanos e Paisagem: do Convívio a Negação em Cachoeira de Itapemirim – ES**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória/ES. 2017.

PERCEBON, C. M.; BITTENCOURT, A. V. L.; ROSA, E. F. F. **Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC**. *Boletim Paranaense de Geociências*, Ed. UFPR, n. 56, p. 7-19, 2005.

PMMA- **PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA**. PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA SEMAM –

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DIEP – DIRETORIA DE ESTUDOS E PESQUISAS AMBIENTAIS. João Pessoa. Novembro. 2010.

PUSSININI, N. **A gestão urbana e ocupação em áreas de preservação permanente na cidade de Guarapuava (PR): o caso do arroio do Carro Quebrado-** *Ambiência Guarapuava (PR)* v.7 n.1 133 – 153p. Jan./abr. 2011.

QUEIROZ, R. A. **PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DA OCUPAÇÃO SUBNORMAL NA BACIA DO JAGUARIBE - JOÃO PESSOA – PB.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB. 2009.

RIBEIRO, J. W; ROOKE, J. M. S. **SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA-**Monografia (Graduação). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2010.

RIZZON, M. M. **Risco Geotécnico de Encostas Ocupadas: Avaliação e Indicação de Soluções para Mitigar Problemas na Vila Graciliana Ramos em Porto Alegre.** Monografia (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

ROSSI, W; BRANCO, L.C; LACERDA. J.A; GOMES, A.C; WAGNER, E.M.S. **Fontes de Poluição e o Controle da Degradação Ambiental dos Rios Urbanos em Salvador-RIGS** -revista interdisciplinar de gestão social v.1 n.1 jan. / abr. 2012. 61-74p.

SÁ, M. F. **DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE COLIFORMES APÓS A APLICAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS NO SOLO E DURANTE A SUA COMPOSTAGEM AUTOMATIZADA.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS. 2012. 82p.

SALES, E. G. **DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA MICROBACIA DO RIO CABELO-JOÃO PESSOA-PB.** Monografia (Graduação). Universidade Estadual da Paraíba. Guarabira/PB. 2010.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo-**Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SCORSAFAVA, M. A; SOUZA, A; STOFER. M; NUNES, C. A; MILANEZ, T. V. **Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano.** *Rev Inst Adolfo Lutz.* 2010. 229 p.

SERAFIM, A. C; GUSSAKOV, K. C; SILVA, F; CONEGLIAN, C. M. R; BRITO, N. N; SOBRINHO, G. D; TONSO, S; PELEGRINI, R. **CHORUME, IMPACTOS AMBIENTAIS E POSSIBILIDADES DE TRATAMENTOS.** *Faculdades*

**Integradas Claretianas – Rio Claro – SP – Brasil. III Fórum de Estudos Contábeis.** 2003.

SILVA, J. C. F.; SANTOS, C. C. **Problemática Ambiental dos Rios Urbanos: Vulnerabilidades e Riscos nas Margens do Riacho da Prata na Cidade de Lajedo-PE.** Revista Brasileira de Geografia Física 03. 2012. 488-508p. Disponível em: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe). Acesso em: 11/04/2018.

SILVA, E. B. **O rio, a cidade e o processo de urbanização: um estudo retrospectivo sobre o Rio Tamanduateí.** Monografia (Graduação)- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. São Paulo. 2014.

SILVA, E. **Educação Ambiental: Lixo urbano de problema a possibilidades.** Especialização em Educação em Direitos Humanos. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Paranaguá. 2015.

SILVA, M. P; CAVALLI, D.R; OLIVEIRA, T. C. R. M. **Avaliação do Padrão de Coliformes a 45°C e Comparação da Eficiência dos Tubos Múltiplos Epetrifilm EC da Detecção de Coliformes Totais e Escherichia Coli em Alimentos.** Ciência. Tecnológica. Alimentar, Campinas. abr-jun. 2006. 352-359 pp.

SOARES, G, C. **Cadeia Casual de Degradação de Nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Gramame-Paraíba.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB. 2015.

SCORSAFAVA, M. A; SOUZA; STOFER. M; NUNES, C. A; MILANEZ, T. V. **Avaliação físico-químico da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano.** Ver Inst Adolfo Lutz. 2010. 229-32.

STROHSCHOEN, A. A. G; PÉRICO, E; LIMA, D. F. B; RAMPPEL, C. **Estudo preliminar da qualidade da água dos rios Forqueta e Forquetinha, Rio Grande do Sul.** Revista brasileira de Biociências., Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 372-375, out./dez. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1227> Acesso em: 10/01/2018.

TOMAZELA, D. P. **Monitoramento espacial e temporal de parâmetros físicos, químicos e biológicos da bacia hidrográfica do rio Capivari (norte da ilha de Santa Catarina).** Originalmente apresentada como monografia de graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

TOWNSEND, C.R. et al. **Fundamentos em ecologia.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576p.

TRIBUCCI, A. M. O. **PARALATABILIDADE E DIGESTIBILIDADE APARENTE DE EQUINOS SUBMETIDOS A DIETAS COM DIFERENTES**

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE POLPA CÍTRICA.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Pirassununga. 2011. 67p.

TUNDISI, J. G. **RECURSOS HÍDRICOS NO FUTURO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES.** Estudos avançados 22 (63), 2008.

TUNDISI, J. G. **RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL problemas, desafios e estratégias para o futuro.** Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 2014. 90 p.

VASCONCELOS, L. C. S; FELIX, G. D. N; FERREIRA, F. H **Aspectos gerais sobre região e o processo de urbanização brasileira.** Espacio y Desarrollo N° 19, 2007. 161-178 p.

ZANLUCA, I. **RIOS URBANOS E AS BACIAS HIDROGRÁFICAS: Impasses e integração no Vale do Rio Tijucas.** Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade – Florianópolis/SC. 2015

ZUMACH, R. **Enquadramento de curso de água: Rio Itajaí-Açu e seus principais afluentes em Blumenau, Blumenau, SC.** 2003. 133p. Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental). UFSC, Blumenau, SC. 2003.

ZILLMER, T. A; VARELLA, R. F; ROSSETE, A. N. **AValiação de algumas características físico-químicas da água do Ribeirão Salgadinho, Nova Xanvatina-MT.** Holos. Environment, v.7 n2. 2007. 123p.