



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
(MEC)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
(UFPI)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
(PRPPG)
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA)
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(MDMA)**

**PERCEPÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE AMBIENTAL LAGOAS
DO NORTE, TERESINA, PI**

HILEANE BARBOSA SILVA

**TERESINA/PI
2019**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
(MEC)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
(UFPI)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
(PRPPG)
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA)
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(MDMA)**

HILEANE BARBOSA SILVA

**PERCEPÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE AMBIENTAL LAGOAS
DO NORTE, TERESINA, PI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN) como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva

**TERESINA/PI
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

S586p Silva, Hileane Barbosa.
Percepção e qualidade das águas do Parque Ambiental
Lagoas do Norte, Teresina, PI / Hileane Barbosa Silva. – 2019.
91 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio
Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.
“Orientador: Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva”.

1. Urbanização. 2. Saneamento. 3. Uso e ocupação do solo
4. Poluição. I. Título.

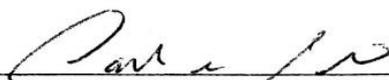
CDD 711.4

HILEANE BARBOSA SILVA

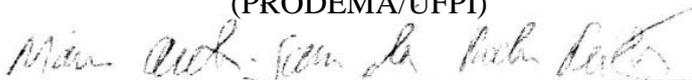
**PERCEPÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE AMBIENTAL LAGOAS
DO NORTE, TERESINA, PI**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN) como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

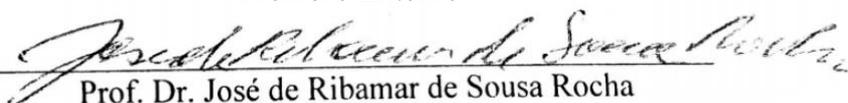
Aprovada em: 25/03/2019



Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva
Orientador
(PRODEMA/UFPI)



Prof. Dr. Márcio Antônio Sousa da Rocha Freitas
Universidade Estadual do Piauí – UESPI
Membro Externo



Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha
Universidade Federal do Piauí – (PRODEMA/UFPI)
Membro Interno

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela saúde e força nesta caminhada.

Ao Prof. Dr. Carlos Ernando por toda sua dedicação, competência, paciência e contribuição que tornaram possível o desenvolvimento desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela de bolsa de mestrado.

À banca do Seminário Integrador I, de qualificação e da defesa da dissertação, Prof. Dr. Márcio Antônio Sousa, Prof. Dr. José Ribamar, Prof. Dr. Leonardo Madeira e Prof. Dr. Denis Barros, por suas importantes considerações para este trabalho, em especial à Prof.^a Dr. Elaine Aparecida por sua sensibilidade e apoio.

À Prof.^a Dr. Socorro Lira (*in memoriam*) por ter acreditado neste projeto.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) pelo apoio logístico na execução da pesquisa.

Aos professores e demais colaboradores do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI),

Aos colegas do Laboratório de Saneamento pela boa convivência e auxílio nas coletas e análises, em especial a Olga Aline, Marcos Airton, Ramon Campelo e Rafael Barbosa.

Aos colaboradores do Programa Lagoas do Norte e Prefeitura Municipal de Teresina pelo fornecimento de dados e informações, em especial à Márcia Alencar, Zelinda de Oliveira e Fernando Camilotti.

A todos os moradores do bairro São Joaquim e Matadouro que participaram das entrevistas.

Aos amigos Ramon Campelo, James Oliveira e Prof. Dr. Emanuel Lindemberg pelo auxílio junto ao geoprocessamento.

Aos amigos do mestrado pela importante amizade, Aieska Natasha, Andréia de Carvalho, Cleiton Oliveira, Fabrício Neves, Francisca Karen, Jussara Gonçalves, Lorena Moura, Luiz Henrique, Maykon Rodrigues, Natanael José, Ocivana Araújo, Patrícia da Silva e Raelson Filipy, em especial às amigas Amanda Rejalma e Daihana Soledad pelo auxílio em campo e incentivo.

Aos meus pais, Ananias e Helena (meus heróis), e irmãs, Laysse e Denice, por todo amor; e ao meu namorado, João Victor por estar ao meu lado nos momentos bons e ruins, tornando essa jornada mais fácil de ser superada.

Agradeço a todos vocês que de maneira direta ou indireta permitiram que eu chegasse até aqui.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Exemplos de inter-relações entre uso e ocupação do solo e focos alteradores de qualidade da água no contexto de uma bacia hidrográfica.....	23
Figura 2 – Índice de Qualidade da Água para diversos pontos de monitoramento no Brasil ..	27
Figura 3 - Mapa de localização do Parque Ambiental Lagoas do Norte e abrangência do Programa Lagoas do Norte – Teresina-PI	34
Figura 4 – Representação da área da microbacia estudada	39
Figura 5 – Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia estudada	40
Figura 6 – Cobertura de rede de esgotamento sanitário na área da microbacia estudada	42
Figura 7 – Localização e imagens dos pontos de monitoramento de qualidade da água do Parque ambiental Lagoas do Norte.....	43
Figura 8 – Variação sazonal dos valores de <i>E. coli</i> nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo	47
Figura 9 – Variação sazonal dos valores de DBO nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	49
Figura 10 – Variação sazonal dos valores de fósforo total nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	50
Figura 11 – Variação sazonal dos valores de oxigênio dissolvido nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	51
Figura 12 - Variação sazonal dos valores de pH nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	52
Figura 13 – Variação sazonal dos valores de turbidez nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo	53
Figura 14 – Variação sazonal dos valores de sólidos totais nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	54
Figura 15 – Variação sazonal dos valores de condutividade elétrica nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo	54

Figura 16 – Variação sazonal dos valores de nitrato nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo	55
Figura 17 – Variação sazonal dos valores de temperatura nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	56
Figura 18 – Variação dos valores de Índice de Qualidade da Água nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo.....	57
Figura 19 - Variação sazonal da frequência de valores por faixa de classificação do IQA (%)	57
Figura 20 - Dendrograma de agrupamento dos pontos de monitoramento de qualidade da água	58
Figura 21 - Fontes pontuais de poluição identificados nas lagoas A) do Cabrinha, B) do Lourival e C) Canal da Vila do Padre Eduardo	61
Figura 22 – Ligação entre Canal da Vila do Padre Eduardo e Lagoa do Cabrinha.....	62
Figura 23 – Resíduos sólidos despejados de modo inadequado próximo A) a Lagoa do Cabrinha e B) Canal da Vila do Padre Eduardo	62
Figura 24 – Floração de macrófitas aquáticas sobre o espelho d’água das lagoas do Parque Ambiental Lagoas do Norte.....	65
Figura 25 – Modelos de sinalização de proibição utilizada no Parque Ambiental Lagoas do Norte	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis de qualidade da água referentes ao IQA e seu respectivo peso	26
Tabela 2 – Faixa de valores de IQA e nível de qualidade da água associado	26
Tabela 3- Metodologias para determinações analíticas das variáveis de qualidade de água ...	36
Tabela 4 – Área, estimativa populacional e de densidade da microbacia estudada	41
Tabela 5 - Estatística descritiva das variáveis de qualidade da água referentes aos pontos de amostragem das lagoas e canal do Parque Ambiental Lagoas do Norte, no período de agosto de 2017 a julho de 2018	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice de atendimento total (urbano e rural) de esgoto no Brasil, por região administrativa e no estado do Piauí	21
Gráfico 2 - Valores médios mensais de precipitação e temperatura do ar em Teresina-PI referentes ao período histórico (1996-2016) e valores médios mensais de precipitação referentes ao período de estudo	44
Gráfico 3 - Frequência de menções por unidade de registro na categoria Condições Sanitárias da Área.....	60
Gráfico 4 - Frequência de menções por unidade de registro na categoria Bioindicadores de Qualidade da Água	64
Gráfico 5 - Frequência de menções por unidade de registro na categoria Uso das Lagoas	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Serviços proporcionados pelos ecossistemas aquáticos.....	16
Quadro 2 - Classes de águas doces segundo a Resolução do CONAMA N° 357/2005.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas

APHA - American Public Health Association

APP- Área de Preservação Permanente

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

CADÚnico - Cadastro Único para Programas Sociais

CE – Condutividade elétrica

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IQA- Índice de Qualidade da Água

NMP - Número mais provável

OD - Oxigênio dissolvido

OMS - Organização Mundial de Saúde

PALN - Parque Ambiental Lagoas do Norte

PLN - Programa Lagoas do Norte

PMT - Prefeitura Municipal de Teresina

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

SDU Centro/Norte - Superintendência de Desenvolvimento Urbano Centro/Norte

SEMPPLAN - Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (Teresina-PI)

UGP - Unidade de Gerenciamento do Programa Lagoas do Norte

UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

WQI – Water Quality Index

RESUMO

O crescimento de muitas cidades brasileiras não foi acompanhado por um planejamento e provisão de infraestruturas adequadas, o que acarretou em uma série de problemas sociais e ambientais. A região conhecida como Lagoas do Norte, em Teresina-PI, é um exemplo de como esse fenômeno pode afetar a qualidade do ambiente urbano. Atualmente, a área é alvo de intervenção do Programa Lagoas do Norte (PLN) que busca requalificá-la quanto aos seus aspectos urbanos e ambientais. O Parque Ambiental Lagoas do Norte (PALN), ao qual abrange a Lagoa do Cabrinha, Lagoa do Lourival e Canal da Vila do Padre Eduardo, surgiu como um dos primeiros resultados deste programa. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade das águas das lagoas e canal presentes no parque e a percepção dos moradores em relação estes corpos hídricos. A qualidade das águas do parque foi determinada mensalmente a partir de seis pontos de coleta, no período de agosto de 2017 a julho de 2018. Interpretou-se os resultados frente ao Índice de Qualidade da Água (IQA) e aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, considerando os aspectos de precipitação, de demografia, infraestruturas sanitária e de uso e ocupação do solo da microbacia. Os pontos de coleta foram agrupados por meio da análise hierárquica quanto à similaridade das variáveis de qualidade da água. A percepção dos moradores em torno da qualidade das águas do parque foi investigada a partir de uma abordagem qualitativa, com uso de entrevistas semiestruturadas para coleta dos dados. A seleção dos participantes foi feita pelo método “bola de neve” e a análise das entrevistas por meio da técnica de Análise de Conteúdo. Os resultados indicam que a região apresenta elevada urbanização, baixa porcentagem de áreas verdes e ampla cobertura de rede esgoto. A qualidade da água atende à legislação na maior parte das amostragens, sendo a menor conformidade apresentada pelo ponto a montante do canal que está próximo a uma área sem cobertura de rede de esgotamento sanitário. Neste ponto, também se verifica os menores valores de IQA, enquanto que as maiores médias foram associadas a Lagoa do Lourival, seguida da Lagoa do Cabrinha e ponto a jusante do canal, não sendo identificado variação significativa entre as estações seca e chuvosa. A análise hierárquica permitiu a associação dos pontos monitorados em três grupos distintos, coincidindo com a interpretação da qualidade da água. As percepções dos moradores em relação as águas do parque se deram como resposta aos aspectos visuais, a exemplo das condições sanitárias da área, dos bioindicadores de qualidade da água e usos atribuídos às lagoas, e percebem a Lagoa do Lourival como detentora de melhor qualidade das águas, correspondendo aos resultados do monitoramento. O estabelecimento de um programa de monitoramento permanente da qualidade das águas se torna importante a fim de verificar a adequabilidade das lagoas para diversos usos, em especial para recreação de contato secundário, tendo em vista o potencial turístico da região. A divulgação destas informações deve ser associada à educação ambiental de maneira a fomentar a gestão democrática e participativa do parque. Os resultados gerados neste estudo poderão apoiar a tomada de decisões e o desenvolvimento de políticas públicas para a região.

Palavras-chave: Urbanização. Saneamento. Poluição. Uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

The growth of many Brazilian cities was not accompanied by proper planning and provision of infrastructure, which resulted in a number of social and environmental problems. The region known as Lagoas do Norte, in Teresina-PI, is an example of how this phenomenon can affect the quality of the urban environment. Currently, the area is target by the Lagoas do Norte Program that seeks to requalify it regarding their urban and environmental aspects. The Environmental Park Lagoas do Norte, which covers the Lourival pond, Cabrinha pond and Vila do Padre Eduardo canal, has emerged as one of the first results of this program. The objective of this study was to evaluate the water quality of the ponds and the canal present in the park and the perception of the inhabitants in relation to these water bodies. The water quality of the park was determined monthly from six collection points, from August 2017 to July 2018. The results were interpreted in relation the Water Quality Index (WQI) and the limits established by CONAMA Resolution 357/2005, considering the aspects of precipitation, demography, sanitary infrastructure and land use and occupation of the microbasin. The collection points were grouped through the hierarchical analysis regarding the similarity of water quality variables. The perception of the residents about the water quality of the park was investigated from a qualitative approach, using semi-structured interviews to collect the data. The selection of the participants was done by the "snowball" method and the analysis of the interviews through the technique of Content Analysis. The results indicate that the region presents high urbanization, low percentage of green areas and wide coverage of sewage network. Water quality complies with legislation in most sampling, with the lowest compliance being presented by the upstream point of the canal that is close to an area without sewage network coverage. At this point, the lowest values of WQI were also observed, while the highest averages were associated to Lourival pond, followed by Cabrinha pond and downstream of the channel. No significant variation was identified between dry and rainy seasons in relation to WQI values. The hierarchical analysis allowed the organization of the monitored points in three distinct groups, coinciding with the interpretation of water quality. The perception of the residents in relation to the water of the park was given in response to the visual aspects, such as the sanitary conditions of the area, the bioindicators of water quality and the uses attributed to the ponds, and perceive Lourival pond as having the best quality, corresponding to the results of the monitoring. The establishment of a program of permanent monitoring of water quality becomes important in order to verify the suitability of the ponds for various uses, especially for recreation of secondary contact, considering the tourist potential of the region. The dissemination of this information should be associated with environmental education in order to foster the democratic and participatory management of the park. The results generated in this study could support decision-making and the development of public policies for the region.

Keywords: Urbanization. Sanitation. Pollution. Use and occupation of soil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 A importância da água e seus usos	15
3.2 A crise hídrica na atualidade	18
3.3 Qualidade da água	22
3.4 Recuperação ambiental de corpos hídricos urbanos.....	27
3.5 Percepção na avaliação ambiental	29
4 METODOLOGIA	33
4.1 Área de estudo	33
4.2 Materiais e métodos.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Caracterização da microbacia estudada.....	38
5.2 Caracterização pluviométrica	43
5.3 Qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte.....	45
5.4 Índice de qualidade da água.....	56
5.5 Percepção de qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte	59
6 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A	80
APÊNDICE B	81
APÊNDICE C	87
ANEXO A	89

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as cidades brasileiras apresentaram um expressivo crescimento de suas populações em decorrência, principalmente, dos movimentos migratórios oriundos do campo. A urbanização brasileira, assim como em muitos países em desenvolvimento, não foi acompanhada por um planejamento e uma oferta adequada de infraestruturas, dessa forma, evoluindo para uma série de problemas ambientais, econômicos e sociais (RIBEIRO; VARGAS, 2015).

As consequências desse fenômeno podem ser verificadas a partir de deficiências urbanas relacionadas à habitação, mobilidade, serviços de saneamento básico e pela degradação dos recursos naturais. Rios e lagoas também são poluídos, canalizados, assoreados e aterrados, obedecendo à dinâmica das cidades e trazendo prejuízos à qualidade de vida de seus habitantes (BARBOSA, 2014). Em uma época em que a maior parte da população vive nas cidades (ONU, 2018) é necessário pensar em estratégias de conciliação entre as formas de uso e ocupação do solo com o ambiente e seus recursos naturais, em especial com as águas.

Teresina foi a primeira capital planejada do Brasil, sendo localizada estrategicamente entre os rios Poti e Parnaíba com o intuito de facilitar a comunicação e o transporte de mercadorias, transformando-a em um polo econômico da região (GANDARA, 2011). No entanto, o seu crescimento não planejado demonstrou consequências variadas, especialmente em uma região conhecida como Lagoas do Norte. Esta área abrange doze lagoas, localiza-se próxima aos rios citados anteriormente, estando naturalmente sujeita a eventos de inundação, além disso, apresenta baixos indicadores socioeconômicos, conferindo a população local uma situação de vulnerabilidade socioambiental (PMT, 2014).

Diante da problemática, a Prefeitura Municipal de Teresina (PMT) iniciou, no ano de 2008, os trabalhos do Programa Lagoas do Norte (PLN) ao qual busca intervir na região por meio de ações integradas na área de habitação, saneamento, mobilidade urbana e requalificação ambiental. O Parque Ambiental Lagoas do Norte (PALN), criado em 2012, é um dos resultados do PLN e envolve as lagoas do Lourival, do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo. A estrutura e equipamentos urbanos do parque proporcionam uma ampla variedade de serviços à população local e visitantes, desde um ambiente de lazer, um ponto turístico até uma área para práticas de esportes.

Partindo-se do pressuposto que a qualidade das águas do parque possui relação com o uso e ocupação do solo e com as intervenções realizadas pelo PLN, ao qual inclui a implantação do sistema de esgotamento sanitário na região, levantou-se as seguintes hipóteses: a) as águas

do parque já apresentam uma melhora de sua qualidade, sendo esta influenciada pelas características naturais e antrópicas da microbacia; b) existem divergências entre a percepção dos moradores e o real estado de qualidade das águas das lagoas. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade das águas das lagoas e canal presentes no parque e a percepção dos moradores em relação estes corpos hídricos.

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados o objetivo geral e os específicos, ao quais delinham as etapas seguidas neste trabalho.

2.1 Objetivo geral

Avaliar a percepção e a qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte, em Teresina-PI.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a bacia hidrográfica onde está localizado o Parque Ambiental Lagoas do Norte, quanto aos aspectos de uso e ocupação do solo, sanitários e demográficos, estabelecendo os pontos de monitoramento de água;
- Verificar a variação pluviométrica durante o período de estudo;
- Interpretar a qualidade das águas do parque frente aos requisitos estabelecidos pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA);
- Determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB);
- Identificar a percepção dos moradores sobre qualidade das águas do parque.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são discutidos os aspectos teóricos relacionados a esta pesquisa.

3.1 A importância da água e seus usos

A água é um “[...] elemento vital para a conservação dos ecossistemas e da vida de todos os seres em nosso planeta” (WOLKMER; PIMMEL, 2013, pág. 166), sendo essencial para produção de bens e serviços humanos. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2016), cerca 78% dos empregos no mundo estão ligados a setores dependentes dos recursos hídricos, demonstrando o papel relevante deste elemento para a economia mundial.

A produção de alimentos também está intrinsecamente ligada à disponibilidade de água em quantidade e qualidade. Do total de áreas cultivadas no planeta, menos de 20% são irrigados, em contrapartida, essa mesma área produz mais de 40% dos alimentos, fibras e culturas bioenergéticas (BORGHETTI *et al.*, 2017).

Como símbolo comum da humanidade, a água é “[...] respeitada e valorizada por todas as culturas e religiões” (SELBORNE, 2001, pág. 23), sua importância pode ainda abranger sentidos emocionais, místicos (DICTORO; HANAI, 2016) e de apego ao lugar (TUAN, 1980) para inúmeros povos.

As águas são um importante elemento na paisagem urbana, além do seu valor estético, rios e lagoas oferecem áreas de recreação, armazenamento e controle de enchentes, controle de temperatura e umidade, melhorando as condições ambientais das cidades (MARTÍNEZ-ARROYO; JÁUREGUI, 2000; WONG; BROWN, 2009). Conforme Almanza-Marroquin *et al.* (2016), a presença de corpos d’água possui o potencial de valorizar economicamente e socialmente áreas vizinhas e a própria cidade.

A utilização da água para o atendimento a estes serviços pode ser feita com ou sem a sua retirada do sistema. O primeiro tipo recebe a denominação de uso consuntivo e tem como exemplos o abastecimento humano e industrial, a irrigação e a dessedentação animal; e o segundo como uso não consuntivo e tem como exemplos a navegação, a recreação e a diluição de efluentes (BARROS, 2005). No Quadro 1, é apresentada a relação dos serviços ecossistêmicos prestados pelos ambientes aquáticos continentais.

Quadro 1- Serviços proporcionados pelos ecossistemas aquáticos

Serviços econômicos	Suprimento de água para usos extrativos diversos	Refere-se ao abastecimento público, agricultura, indústria, comércio, termoeletrônica e outros serviços onde há o consumo de água.
	Suprimento de água <i>in situ</i>	Refere-se a serviços como produção de energia hidrelétrica, recreação, transporte, pesca e outros serviços proporcionados diretamente no ambiente aquático.
Serviços ecológicos	Mitigação de danos relacionados à água	Refere-se à redução de danos, como cheias, salinas, assoreamento de corpos hídricos (rios, lagoas e reservatórios) e eutrofização de sistemas aquáticos.
	Serviços hidrológicos de suporte ao ecossistema	Possibilitam a geração de serviços das outras categorias, e compreendem, por ex.: a provisão de água e de nutrientes essenciais para o crescimento da vegetação e a formação de habitat de organismos aquáticos.
Serviços culturais relacionados à água		Relaciona-se a valores estéticos, espirituais, históricos, educacionais e turísticos.

Fonte: Brauman *et al.* (2007), Miller (2007) e Fidalgo *et al.* (2017).

Os conflitos relacionados a água surgem quando um uso interfere na quantidade e qualidade de água disponível para outro. A diluição de efluentes em um rio ou lagoa, por exemplo, tem o potencial de prejudicar usos importantes da água como a conservação dos ecossistemas aquáticos ou abastecimento público de uma cidade.

Para a conciliação desses usos, muitos países adotam estratégias de gestão democrática e sustentável das águas, tendo em vista o valor da água para a economia e o desenvolvimento social. No Brasil, estabeleceu-se a Lei 9.433/1997 que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei das Águas). Esta lei tem como fundamentos: o domínio de caráter público da água; a ideia de limite do recurso; a prioridade em relação ao seu uso em caso de escassez (consumo humano e a dessedentação de animais); a gestão, levando em consideração os seus múltiplos usos; a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento; e a gestão descentralizada e participativa (BRASIL, 1997).

Ao buscar atender aos seus objetivos, a Lei das Águas brasileira prevê como instrumentos para gestão dos recursos hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O enquadramento das águas é uma base importante para implementação de outros instrumentos como a outorga e cobrança dos recursos hídricos. Esta ferramenta define as águas em classes segundo os seus usos preponderantes, conforme o estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA e apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classes de águas doces segundo a Resolução do CONAMA nº 357/2005

Classe	Destinação
Classe Especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) 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; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) 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; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.
Classe 4	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Fonte: Brasil (2005).

O enquadramento leva em conta não somente o estado atual de qualidade do corpo hídrico (água que temos), mas também as expectativas dos usuários quanto aos múltiplos usos (água que queremos) e o que pode ser possível, considerando os vários aspectos econômicos, sociais e ambientais inerentes à bacia em questão (água que podemos ter) (BRASIL, 2005).

Para gestão adequada dos recursos hídricos é necessário o conhecimento dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas que servirá de base para programas de gestão. No Brasil, estas informações estão disponibilizadas por meio da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), que monitora a pluviosidade, nível de rios, vazão, qualidade da água e transporte de sedimentos. Até o ano de 2016, a rede possuía mais de vinte mil estações sob a responsabilidade de diferentes entidades, dentre elas estão órgãos estaduais, federais, empresas do setor elétrico e outros países da América do Sul. A Agência Nacional das Águas (ANA) é responsável pelo cadastro e inventário das estações, além de coordenar diretamente mais de 4.500 postos de monitoramento. Nas últimas décadas, a rede passou por um processo de modernização com a ampliação do número de estações automáticas que transmitem informações via telefonia móvel ou satélite em tempo real. Os dados estão disponíveis ao público por meio de plataformas online como a *HidroWeb*, fato este que visa democratizar o acesso às informações (ANA, 2017a; ANA, 2019).

A distribuição das estações por todo território nacional é bastante heterogênea. Das coordenadas diretamente pela ANA, por exemplo, a maior parte se encontra nas regiões Norte e Sudeste. O tempo de aquisição das informações também encontra desigualdade geográfica. Enquanto que em alguns lugares os dados de qualidade das águas possuem um histórico considerável, em outros o monitoramento só veio a ser realizado mais recentemente e/ou possuem grandes lacunas entre os dados, revelando as dificuldades no monitoramento das águas no país (ANA, 2017a).

3.2 A crise hídrica na atualidade

As últimas décadas do século XX foram marcadas pela expansão e diversificação dos usos múltiplos das águas, cada qual demandando por um determinado nível de qualidade e quantidade (MARENGO, 2008; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011, 2015). Além da distribuição da água pelo globo não ser homogênea, a poluição e a demanda excessiva para diversos usos pressionam os recursos hídricos até a exaustão. Assim surge a denominada “crise hídrica”, um dos mais graves problemas a serem enfrentados neste século (CIRILO, 2015).

Segundo Bacci e Pataca (2008, pág. 212), esta crise foi “deflagrada pela visão de mundo centrada no utilitarismo dos bens naturais”, tem o poder de afetar todas as classes sociais principalmente aquelas de menor aquisitivo (BACCI; PATACA, 2008; CIRILO, 2015). Barros (2005) e Wolkmer e Pimmel (2013) apontam que a disputa pela água está associada a vários conflitos do passado e que talvez seja a possível causa para as guerras deste século.

O crescimento populacional, os padrões de desenvolvimento, consumo e as perspectivas potenciais de mudanças climáticas estão entre os principais desafios relacionados aos recursos hídricos (CIRILO, 2015). Conforme a Organização Mundial das Nações Unidas (ONU), a população mundial está estimada em 7,8 bilhões de pessoas, e até 2050 serão 9,8 bilhões de pessoas. O crescimento populacional se dará especialmente em países menos desenvolvidos, o que tornará mais difícil para os seus governos lidarem com questões importantes como a pobreza, a desigualdade, a fome, a saúde e a educação (ONU, 2017). Ao mesmo tempo, a demanda por água aumentará cerca de 55%, conforme a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), evidenciando que o consumo de água não acompanha necessariamente o crescimento populacional, sendo influenciado por outros fatores como a necessidade de energia, de produtos e mudanças alimentares (UNESCO, 2015).

A crise da água já é uma realidade em várias regiões da Terra há muitas décadas (ESTEVEES, 2011). Estima-se que 3,6 bilhões de pessoas vivem em áreas que demonstram uma potencial escassez hídrica por pelo menos mês do ano, o que representa quase metade da população mundial. A tendência é que essa população irá aumentar para algo entre 4,8 e 5,7 bilhões até o ano de 2050 (UNESCO, 2018).

A disponibilidade de água doce é um importante limite no desenvolvimento social e econômico de vários países (SELBORNE, 2001). Com o aumento populacional aumentará também a demanda do setor agrícola por água na produção de alimentos; logo, a preocupação com a disponibilidade hídrica se comunica diretamente com a segurança alimentar (JURY; VAUX, 2005). Este mesmo setor corresponde a 70% do consumo de água no mundo, dentre todas as atividades produtivas (CIRILO, 2015). Além da produção de alimentos, a crise hídrica tem o potencial de atingir a produção de energia de países que possuem a hidroeletricidade como principal matriz (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2015), podendo ocasionar perdas econômicas. Conforme Esteves (2011, pág. 65), o “próprio crescimento populacional pode ser limitado pela disponibilidade de água doce”.

Com cerca de 68% da população mundial vivendo nas cidades até 2050 (ONU, 2018), a tendência é que haverá uma maior demanda por mananciais para suprir o abastecimento de água e aumentarão também os custos para sua captação e distribuição (JACOBI; GRANDISOLI, 2017). Além disso, o aumento da concentração da população em um espaço reduzido gera uma maior competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), implicando em condições ambientais inadequadas que reduzem as condições de saúde e qualidade de vida da população (TUCCI, 2008).

A preocupação com a água na cidade, no entanto, não se resume somente a sua quantidade, já que a qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores determinantes na sua disponibilidade para diversos usos (ANA, 2017a). Em muitas regiões, sobretudo em áreas urbanas, ainda que haja água em quantidade suficiente, o tratamento das águas é inadequado e/ou ineficiente, gerando a degradação da qualidade dos recursos hídricos (ANA, 2013). Essa situação decorre do ciclo das águas apresentado nas cidades, onde ela é coletada de uma fonte local e após seu uso, ao qual altera suas características físico-químicas e biológicas, retorna para um corpo receptor (MUCELIN; BELLINI, 2008), muitas vezes sem tratamento.

A contaminação das águas representa um enorme risco à saúde das populações, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades (LIBÂNIO *et al.*, 2005). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e UNICEF, um total de 2,1 bilhões de pessoas não tem acesso à água potável em casa, e seis em cada dez (ou 4,5 bilhões) carecem de saneamento seguro (OMS; UNICEF, 2017). Como resultado do baixo acesso à água tratada, ao saneamento e a condições adequadas de higiene, em 2012, cerca de 361 mil crianças menores de 5 anos morreram em razão da diarreia (OMS, 2017).

Apesar de o Brasil possuir cerca de 12% da água doce do planeta, este recurso possui uma distribuição espacial desigual entre as diferentes regiões do país (ANA, 2017a). A região amazônica, por exemplo, concentra 81% das reservas hídricas do país e apenas 5% da população, enquanto que o território semiárido do Nordeste é ocupado por 35% da população brasileira, mas dispõe de apenas 4% dos recursos hídricos do país (CIRILO, 2015; ANA, 2017a).

Em relação à oferta de água, o nordeste brasileiro demanda atenção especial devido aos baixos índices de precipitação, a irregularidade das chuvas, as temperaturas elevadas, forte insolação, baixas amplitudes térmicas, altas taxas de evapotranspiração e predominância de rios intermitentes. Estas condições contribuem para os valores reduzidos de disponibilidade hídrica, fazendo com que historicamente o poder público adotasse açudes e sistemas adutores como solução para a problemática (ANA, 2017a).

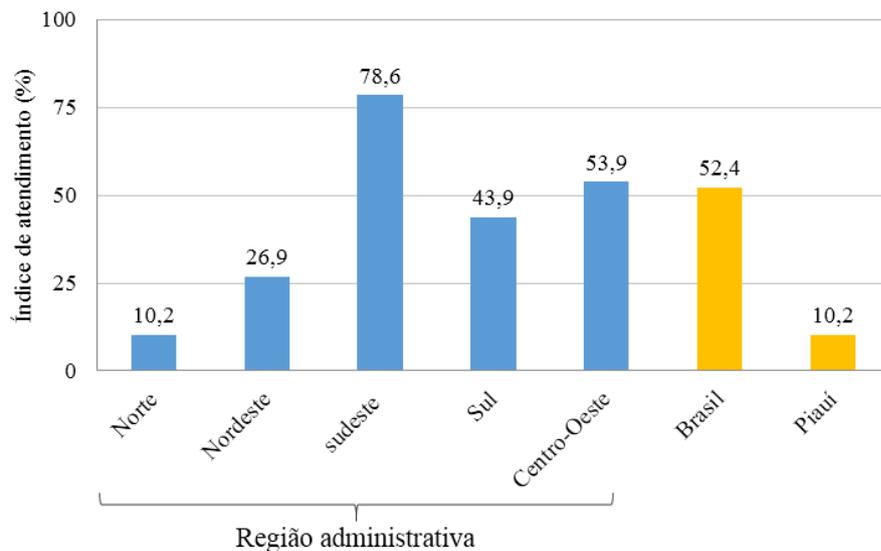
Embora possua melhores índices de pluviosidade e reservas maiores de água comparada a outras regiões, a região Sudeste veio a ter uma das piores estiagens dos últimos tempos, ao qual foi associada à fragilidade da gestão hídrica, que contribuiu para a redução da oferta de água na região, atingindo particularmente a região metropolitana de São Paulo, a mais densamente povoada do Brasil (MARENGO, 2015; CIRILO, 2015; ANA, 2017a).

Em um país com uma população predominantemente urbana, onde 84% de mais de 191 milhões de habitantes vivem nas cidades (IBGE, 2010b), a gestão dos seus recursos hídricos

está amplamente interligada ao saneamento básico, já que deficiências neste setor podem levar a degradação das águas por meio da poluição. O acesso a esses serviços, no entanto, ainda é bastante deficiente no país, com destaque para o esgotamento sanitário (coleta e tratamento de esgotos), apresentando diferenças regionais significativas (LEONETI *et al.*, 2011; PRADO; MIAGOSTOVICH, 2014).

Conforme Leoneti *et al.* (2011), da década de 1950 até o final do século passado, o investimento em saneamento era realizado predominantemente pelo setor público e ocorreu de forma pontual em alguns períodos específicos, destacando-se as décadas de 1970 e 1980. Dessa maneira, “o Brasil acumulou um déficit histórico na mais básica das infraestruturas” (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016), especialmente no que se refere aos serviços de esgotamento sanitário. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS, 2017), apenas 52,4% da população brasileira é atendida por serviços de coleta de esgoto, como também pode ser visualizado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Índice de atendimento total (urbano e rural) de esgoto no Brasil, por região administrativa e no estado do Piauí



Fonte: SNIS (2017).

A região Sudeste é a que possui maior índice de atendimento, seguido do Centro-Oeste e Sul. Valores mais baixos são observados nas regiões Norte e Nordeste, refletindo as desigualdades históricas regionais de investimento no setor. O Piauí merece atenção por seu baixo indicador de atendimento, conforme também pode ser verificado no Gráfico 1, apresentando a pior colocação dentre os estados da região do Nordeste (SNIS, 2017).

Além das diferenças regionais, o setor enfrenta outros desafios a exemplo da falta de qualidade nos projetos e a sua execução dentro dos prazos, demora nos processos de licitação das obras, dificuldades na obtenção de licença ambiental e regularização dos terrenos onde serão construídas as unidades operacionais (SNIS, 2017).

O atual cenário da crise hídrica demanda por esforços necessários na gestão e conscientização para o uso racional das águas e manutenção dos ecossistemas. Em nível nacional, Lima (2011) e Bacci e Pataca (2008) colocam a necessidade de uma gestão territorial e dos recursos hídricos da bacia de forma integrada, descentralizada, com a participação da sociedade ao qual deverá ser provida de informações. Cirilo (2015) conclui que serão necessários a ampliação e o fortalecimento da infraestrutura hídrica, bem como a sua gestão adequada para o combate da problemática da água. Tundisi (2006) aponta para a educação da comunidade e preparação dos gestores com o uso de novas abordagens como forma de melhorar o gerenciamento das águas. Para Bacci e Pataca (2008) a educação formal poderá fazer uma grande diferença na formação de indivíduos críticos, participativos e preparados para o enfrentamento dos problemas ambientais, dentre eles a crise da água.

3.3 Qualidade da água

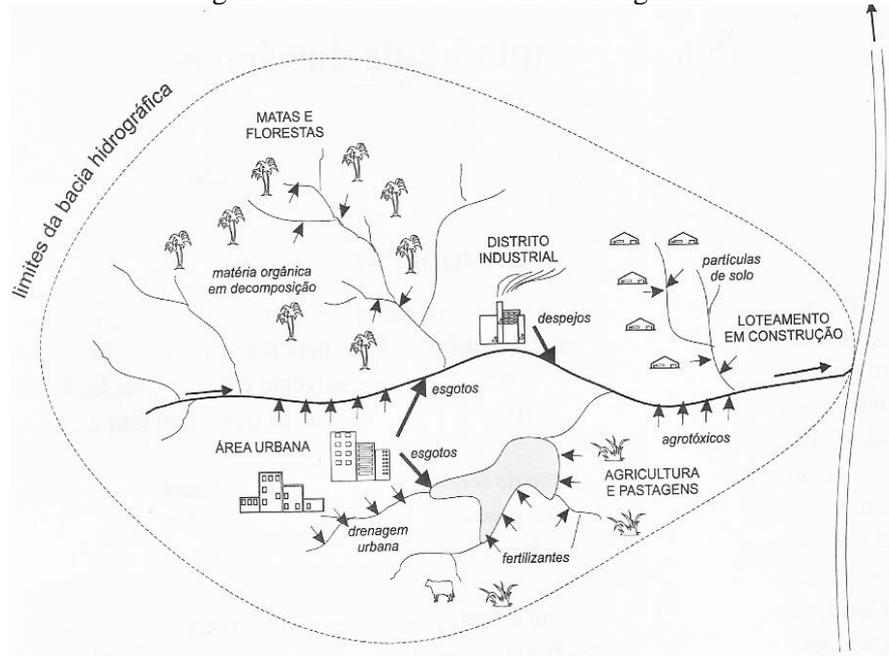
No ambiente, a água jamais estará livre de impurezas. Fatores antrópicos e naturais associados às propriedades solventes da água e sua capacidade de transportar partículas conferem vários constituintes ao elemento que, por fim, definem a sua qualidade. A cobertura vegetal presente, o tipo de solo e clima local são exemplos de fatores naturais; já as formas de uso e ocupação do solo estão entre os exemplos de fatores antrópicos. Em ambos, é necessário considerar o contexto da bacia hidrográfica, como no apresentado pela Figura 1 (VON SPERLING, 2005).

A bacia hidrográfica é definida conceitualmente como conjunto de terras drenadas por um corpo d'água e seus afluentes (PIRES *et al.*, 2002). O seu uso como unidade de gerenciamento dos recursos hídricos tem sido adotado por vários países, a exemplo do Brasil (TUNDISI, 2006) por meio da Lei 9.433/1997. A importância desse recorte territorial deve-se a sua capacidade em agregar aspectos físicos, sociais, culturais e econômicos propiciando uma gestão mais adequada aos recursos hídricos.

Na bacia, as ações antrópicas convergem para a definição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. A urbanização, a agricultura e indústrias são diferentes tipos de uso e ocupação do solo que juntos possuem potencial de degradação das águas por meio da poluição

pontual e difusa. O primeiro tipo de poluição refere-se, por exemplo, ao lançamento de esgotos não tratados em um corpo hídrico; já o segundo muitas vezes não possui uma fonte identificável, tendo como influência direta a precipitação e o consequente carreamento de poluentes ao longo da bacia hidrográfica.

Figura 1- Exemplos de inter-relações entre uso e ocupação do solo e focos alteradores de qualidade da água no contexto de uma bacia hidrográfica



Fonte: Von Sperling (2005).

Enquanto que poluição das águas é definida como “qualquer alteração nas condições naturais de um recurso hídrico de modo a torná-lo prejudicial para os seres que dele dependam ou que dificulte ou impeça um uso definido a ele” (LORANDI; CANÇADO, 2002, pág. 57), o conceito de qualidade leva em conta a adequabilidade das águas para diversos usos.

As variáveis físicas, químicas e biológicas são comumente utilizadas na avaliação da qualidade da água (MISAGHI, *et al.*, 2017). A geração dessas informações possibilita a construção de bases importantes para tomada de decisões imediatas e planejamento a longo prazo, a exemplo da recuperação e conservação efetiva de rios e lagoas, já que a compreensão do estado de qualidade do sistema aquático é necessária para tais ações (VON SPERLING, 2005).

No estado do Piauí, Medeiros *et al.* (2018) avaliaram a qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá. De acordo com os autores, as variáveis DBO e *E. coli* apresentaram-se em não conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução

CONAMA 357/2005, classe 2, nos pontos correspondente às áreas urbanas, indicando a necessidade de investimento no setor de saneamento básico.

Oliveira e Silva (2014) que analisaram a qualidade das águas do rio Poti, em Teresina-PI, também constataram redução da qualidade da água nos pontos localizados no perímetro urbano do município, tornando o rio inadequado para usos recreacionais de contato primário com a água.

Diferente dos rios e córregos (ambiente lótico), as lagoas (ambiente lêntico) possuem uma menor capacidade de assimilação de poluentes. De acordo com Almanza-Marroquin *et al.* (2016) a qualidade ambiental de lagoas urbanas reflete a da própria cidade, já que suas bacias geralmente fazem parte da área urbana e, portanto, estão sujeitas aos problemas que ocorrem nela. Estes mesmos autores avaliaram a qualidade da água de quatro lagos urbanos (Lago Redonda, Tres Pascualas, Lo Galindo e Lo Méndez) localizados na cidade Concepción, Chile. Foi constatada a presença e abundância de coliformes termotolerantes e totais que indicaram a contaminação bacteriana nos lagos, principalmente nas águas rasas. Conforme o estudo, esta situação é decorrente da poluição advinda da bacia que vem se urbanizando nos últimos anos.

Machado (2017) investigou a qualidade das águas do Complexo Açude Joana, Pedro II-PI, e identificou de fósforo total em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005, sendo estes resultados associados ao despejo de efluentes domésticos.

Akkoyunlu e Akiner (2012) investigaram a influência de córregos integrantes do sistema de drenagem na bacia hidrográfica do lago Sapanca, na Turquia, numa das regiões mais populosas do país. Os autores concluíram que existe a ameaça de eutrofização para o lago por conta da contribuição de nutrientes oriundos das atividades da bacia.

No Brasil, o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA, coordenado pela ANA, busca conhecer a qualidade das águas superficiais do país a partir de quatro estratégias principais: Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade de Água (RNQA); padronização dos parâmetros mínimos de qualidade de água; ampliação do controle de qualidade dos laboratórios e capacitação dos profissionais envolvidos no monitoramento; por fim, avaliar sistematicamente a qualidade das águas brasileiras e manter um banco de dados na internet acessível e atualizado com essas informações (ANA, 2018a).

Destacam-se também as redes de monitoramento de qualidade das águas mantidas em nível estadual. Embora alguns mantenham uma rede de monitoramento, observa-se grandes diferenças entre os estados em relação à capacidade operacional, de divulgação e disponibilização dos resultados das análises, além de problemas relacionados ao número de parâmetros analisados e frequência de coleta (ANA, 2017a; ANA, 2018a). O compartilhamento

desse tipo de informação é importante, pois a gestão das águas é um interesse em comum a múltiplos setores da sociedade, que vão desde o Poder Público, os usuários, até a comunidade (BRASIL, 1997).

Os dados de qualidade da água, no entanto, demandam por uma compreensão de sua linguagem técnica, sendo que estes resultados possuem pouco significado para público, para tal, são indicados os índices de qualidade devido a sua linguagem clara, direta e de fácil interpretação (VON SPERLING, 2005; ANDRIETTI *et al.*, 2016). Um dos mais utilizados no mundo é o Índice de Qualidade da Água (IQA_{NSF}) da *United States National Sanitation Foundation* (NSF) que foi construído considerando a opinião de especialistas em água de diversas origens. A partir do IQA_{NSF}, muitos outros foram adaptados em diferentes partes do globo para atender a contextos distintos (MISAGHI *et al.*, 2017).

Um exemplo importante da adaptação do IQA_{NSF} é o índice desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para avaliação de qualidade da água direcionada ao abastecimento público (CETESB, 2018; ANA, 2018b).

O IQA proposto pela CETESB é um dos mais utilizados no Brasil e as variáveis utilizadas para compô-lo o torna eficiente na detecção por esgotos domésticos (ANA, 2018b). Seu cálculo é realizado por meio do produtório ponderado de nove variáveis de qualidade da água, segundo as Equações 1 e 2:

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

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100; q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e , w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Onde:

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

A Tabela 1 apresenta as variáveis de qualidade da água que compõe o Índice de

Qualidade da Água e seus respectivos pesos.

Tabela 1 - Variáveis de qualidade da água referentes ao IQA e seu respectivo peso

Variável de qualidade	Peso w_i
Oxigênio dissolvido	0,17
<i>Escherichia coli</i>	0,15
Potencial hidrogeniônico – pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: ANA (2018b).

A partir do valor final do cálculo, que pode variar de 0 a 100, é determinada a qualidade das águas, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Faixa de valores de IQA e nível de qualidade da água associado

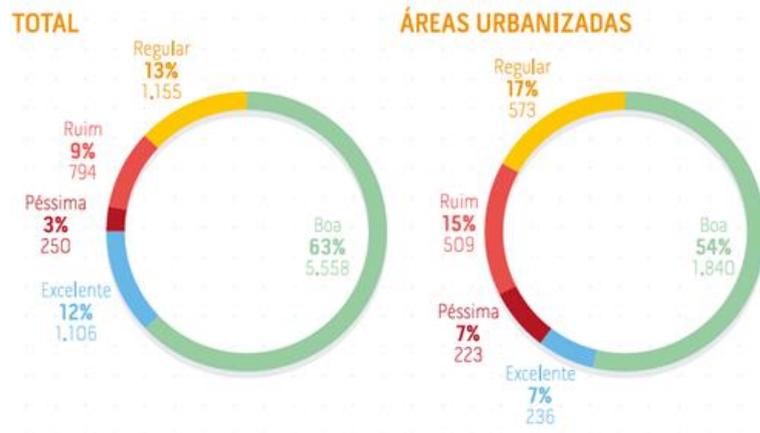
Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB, 2018.

A Agência Nacional de Água utiliza o índice para avaliação da qualidade das águas da malha hídrica brasileira em diversos pontos de monitoramento, dessa forma, demonstrando a aplicação do IQA. Segundo o estudo mais recente, apenas 12% dos pontos analisados puderam ser classificados como excelentes. A situação se agrava quando se considera as águas em áreas urbanas cujo total de águas classificadas como excelente é reduzido para apenas 7% (ANA, 2017a), como no demonstrado pela Figura 2.

Outros estudos também demonstraram a aplicabilidade do IQA como Buzelli e Cunha-Santino (2013), que avaliaram a qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, em São Paulo; Silva e Aquino (2015) e Oliveira e Silva (2014) que analisaram, respectivamente, a qualidade das águas dos rios Poti e Parnaíba, considerando o perímetro urbano de Teresina, PI; e Andrietti *et al.* (2016) que avaliaram a qualidade da água superficial do rio Caiabi, MT. Todos esses autores também identificaram no uso e ocupação do solo da bacia, bem como nas deficiências relacionadas ao saneamento básico, influências para qualidade da água dos corpos hídricos estudados.

Figura 2 – Índice de Qualidade da Água para diversos pontos de monitoramento no Brasil



Fonte: ANA (2017a).

3.4 Recuperação ambiental de corpos hídricos urbanos

A degradação ambiental dos ecossistemas aquáticos é um dos principais desafios para gestão dos recursos hídricos e se torna um problema em várias cidades pelo mundo como consequência da urbanização, do crescimento populacional, da falta de saneamento e de práticas inadequadas de uso e ocupação do solo.

A poluição das águas gera diversos prejuízos de ordem ambiental, social e econômica. Conforme Chen (2017) a desvalorização econômica de propriedades próximas a corpos d'água poluídos é uma das implicações da poluição sobre o meio. Quando degradados, rios e lagoas geram repulsa na população (LOPES; JESUS, 2017), tornando-os indisponíveis para o lazer e outros usos, além de representar um risco para a saúde pública.

Na busca pela construção de cidades sustentáveis, é essencial que as águas em seu espaço sejam consideradas, levando em conta os múltiplos serviços que estas podem oferecer à população. Para tanto, a recuperação e reabilitação ambiental de áreas degradadas tem sido adotada em muitos países como forma de reintegração dos corpos d'água com o espaço urbano e ressignificação dessas águas junto aos habitantes.

Um caso importante de recuperação ambiental de corpos hídricos urbanos é o rio Tâmis, em Londres, que já foi considerado “biologicamente morto”. A deterioração da qualidade das suas águas entre os séculos XIX e meados do século XX estava relacionada à industrialização e crescimento populacional. Além do mau odor e da perda da biodiversidade, o rio se tornou um grave problema para saúde pública quando a população passou a ser acometida por doenças transmitidas pela água (com destaque para a cólera). O tratamento dos

esgotos sanitários foi uma das principais medidas tomadas para a recuperação do corpo hídrico. Atualmente, o rio fornece dois terços da água potável da cidade de Londres e a biodiversidade local vem se recuperando (HILL *et al.* 2010; SABBION, 2016).

Angelini *et al.* (2008) comentam sobre as intervenções no lago Paranoá, em Brasília-DF, ocorridas na década de 1990, visando o controle da poluição e eutrofização do corpo hídrico. Elas consistiram na implantação e operação de novas estações de tratamento de esgoto (ETE) e, alguns anos depois, na abertura abrupta das comportas do reservatório (evento *flushing*) em 1999, o que contribuiu para redução da concentração de nutrientes na água e consequentemente para o controle da produtividade aquática. Segundo Esteves (2011), após essas intervenções, o lago Paranoá voltou a oferecer serviços ambientais importantes, como área de lazer e valorização dos imóveis no seu entorno.

Ambos os exemplos colocados anteriormente permitem concluir a importância do planejamento urbano para uma cidade. Em sua ausência, elas acumulam diversos problemas ambientais que, com o decorrer do tempo, se tornam mais complexos de serem sanados. Nesta situação, a recuperação ambiental dos corpos hídricos demandará por maiores esforços, o que para algumas cidades é praticamente inviável diante dos seus contextos econômicos e políticos.

Teresina, capital do estado do Piauí, passou por um expressivo crescimento populacional nos últimos cinquenta anos, o que contribuiu para acelerar o processo de expansão urbana, ocasionando uma maior degradação ambiental. Com a valorização de áreas seguras, a população de mais baixa renda teve de buscar outras opções para edificação de suas moradias. É notável a ocupação de áreas de risco como as Áreas de Preservação Permanente (APP) de rios e lagoas, especialmente na Zona Norte da cidade (COSTA; FERREIRA, 2011; FAÇANHA; VIANA, 2012).

Destaca-se uma região conhecida como Lagoas do Norte que chegou a apresentar trinta e quatro lagoas naturais formadas a partir do rio Parnaíba, mas que ao longo dos anos foram objetos de intervenções antrópicas variadas que as aterraram, ampliaram e unificaram. Atualmente, são contabilizadas doze lagoas, estas por sua vez integram o sistema de macrodrenagem da região (PMT, 2007).

A ocupação de APP's bem como a ineficiência da prestação de serviços de saneamento básico (esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos) contribuiu para a degradação das lagoas, tornando a área uma das áreas mais críticas da cidade de Teresina em termos de vulnerabilidade socioambiental (PMT, 2007; SANTOS; LIMA, 2015).

Diante da problemática, esta região foi escolhida como prioridade de intervenção de um importante programa de reabilitação socioambiental, o Programa de Melhoria de Vida e

Governança Municipal de Teresina, também conhecido como Programa Lagoas do Norte (PLN), sendo financiado pelo Banco Mundial e procurando agir diretamente em 13 bairros da região, onde vivem mais de 92 mil pessoas, em uma área total de 1.198 hectares (PMT, 2007; SEMPLAN, 2018a).

Dentre os componentes do programa estão o investimento em saneamento básico, despoluição de lagoas, relocação de famílias em situação de risco, ações de macrodrenagem contra risco de inundações, reestruturação do sistema viário, modernização da gestão municipal e apoio à geração de emprego e renda (PMT, 2007).

A primeira etapa do programa foi concluída em 2015 e teve como alguns de seus resultados o reassentamento involuntário de famílias de áreas de risco, a despoluição e requalificação de áreas do entorno das lagoas do Lourival, do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo. A criação do Parque Ambiental Lagoas do Norte, ao qual compreende estes corpos hídricos, foi importante para recuperação das suas Áreas de Preservação Permanente (APP), além de evitar que novas ocupações sejam realizadas no local, dessa forma, colaborando com a requalificação da área.

3.5 Percepção na avaliação ambiental

À medida que os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente se tornam mais intensos, complexos, irremediáveis e globais, a necessidade de repensar nossas relações com o meio também se tornou mais urgente. A ideia de uma natureza provedora de recursos infinitos, que até algum tempo atrás era predominante, perdeu-se frente à realidade da escassez e da poluição, e a temática “meio ambiente” se tornou uma das principais pautas dentro das discussões globais.

Ulrick Beck (2010) considera que vivemos em uma “sociedade de risco” que surge como resultado do progresso tecnológico e se caracteriza por sua abrangência global, imprevisibilidade, consequências imensuráveis e sem fronteiras sociais. A crise ecológica está presente nessa sociedade do risco e, segundo Guerra (2009), só passou a ser reconhecida a partir do momento em que se tomou consciência dos índices alarmantes da degradação ambiental e da relação entre manutenção de um ambiente sadio e a preservação da própria espécie humana.

A degradação ambiental reflete a dicotomia homem-natureza predominante na cultura ocidental contemporânea, onde o ser humano se afasta do ambiente natural ao mesmo tempo em que não se considera como parte integrante da natureza (OLIVEIRA; VARGAS, 2009;

ANTUNES *et al.*,2014). Conforme Oliveira e Vargas (2009 pág. 313), “constituímos uma sociedade que não se conhece, não conhece o outro e nem o mundo em que vive”.

No momento da história humana em que a maior parte da população vive em áreas urbanas (ONU, 2018), a promoção de cidades sustentáveis se tornou uma das prioridades dentro das agendas globais. Para tanto, é preciso que haja conciliação entre o poder público e a população por meio do processo participativo deste último (SERRÃO *et al.*, 2014). Uma das dificuldades para essa conciliação está na diferença de percepções existentes mesmo dentro de um grupo que mesmo na superfície pareça homogêneo.

A palavra “percepção” possui origem latina “*perceptione*” e pode ser entendida como “tomada de consciência de forma nítida a respeito de qualquer objeto ou circunstância” (MUCELIN; BELLINI, 2008, pág. 116). Conceitualmente, Tuan (1980, pág. 4) define percepção como:

[...] tanto a resposta dos sentidos aos estímulos externos, como a atividade proposital, na qual certos fenômenos são claramente registrados, enquanto outros retrocedem para a sombra ou são bloqueados. Muito do que percebemos tem valor para nós, para a sobrevivência biológica, e para propiciar algumas satisfações que estão enraizadas na cultura.

A percepção surge a partir dos estímulos exteriores (sensações) captados pelos órgãos dos sentidos, sendo selecionados aqueles que possuam aspectos de interesse ou que chamem atenção. Estes aspectos são então organizados de maneira que sejam interpretados pelo receptor. A percepção, portanto, sempre dependerá de um objeto externo e de suas qualidades que possam estimular os órgãos dos sentidos (OKAMOTO, 2002, MOIMAZ; VESTENA, 2017)

Conforme autores como Kanashiro (2003) e Gonçalves e Gomes (2014), a percepção está sujeita a filtros aos quais podem variar de cultura para cultura, contexto histórico e época, resultando em percepções e atitudes comuns entre grupos, embora sempre haverá variação entre os indivíduos. Não existe percepção “errada”, mas sim percepção como um reflexo do lugar e da época vivida e que servirão como justificativa para os diferentes tipos de opiniões sobre um mesmo objeto.

Ao colocar o meio ambiente como objeto de conhecimento, a percepção desempenha um papel importante ao detectar sinais específicos da qualidade ambiental, podendo valorá-la em boa ou positiva, ou má e negativa. Desse modo, é possível aferir sintomas e incômodos da poluição ou degradação ambiental que influem de modo direto na qualidade de vida e na saúde humana (MELAZO, 2005; COIMBRA, 2004). Os sentidos são, portanto, “[...] sensores (e também censores) dos efeitos indesejáveis da ação antrópica sobre o meio físico, os primeiros

a acusar o que se fez de errado no quadro do desconforto ambiental” (COIMBRA, 2004, pág. 532).

O estudo da percepção pode fundamentar avaliações técnicas, ações práticas para remoção do negativo e potencialização do positivo, conclusões científicas e medidas políticas, (COIMBRA, 2004), dessa forma, constituindo-se como um importante meio de apoio aos instrumentos e ferramentas de gestão do meio ambiente (RODRIGUES *et al.*, 2012; WHYTE, 1977).

O entendimento da relação homem-água, nesse contexto, é considerado importante devido ao valor que esse recurso possui para a sobrevivência das espécies e das atividades humanas. Ao mesmo tempo, a relação entre homem e esse recurso é marcada por conflitos na forma do desperdício e da poluição. Conforme Antunes *et al.* (2014), conhecer os fatores que ameaçam a qualidade das águas superficiais e subterrâneas em contextos específicos poderá contribuir para a preservação dos mesmos.

Silva-Sánchez e Jacobi (2012, p.122), que consideraram os rios e córregos urbanos de São Paulo, concordam que qualquer “[...] intervenção visando sua recuperação deve ser multiobjetiva, congregando objetivos de desenvolvimento econômico, de proteção ambiental, de promoção cultural e de construção de uma rede social dos atores envolvidos”. Ou seja, mais do que ações que se limitem a estrutura do local, as intervenções devem observar seus habitantes, seus anseios e receios, de modo tornar o espaço apropriável para a comunidade.

Dictoro e Hanai (2016) investigaram possíveis relações de uma comunidade ribeirinha com o rio Mogi-Guaçu, localizado em Cachoeira de Emas-SP, por meio da percepção ambiental. No estudo, foi identificado que os participantes percebem facilmente os impactos aos qual o rio está sujeito, além disso, sua relação com o corpo d’água engloba sentidos que vão além do utilitarismo, como o de respeito, religiosidade, de saúde, de sobrevivência, de conservação, lazer e outros. Diante da dependência dos moradores em relação rio, existe a compreensão da importância da sua conservação e a necessidade de inclusão desses atores no processo de gestão das águas do município.

Antunes *et al.* (2014) procuraram conhecer as percepções de moradores do entorno da nascente do rio Carahá, em Lages (SC), em relação às condições desse rio, mudanças ocorridas com o processo de urbanização e qualidade das águas. Contatou-se que, embora os moradores tenham consciência da poluição das águas na região, parece faltar informação sobre as consequências do contato com o rio poluído, pois é comum que crianças brinquem no local. A pesquisa conclui que, entre os entrevistados, existe certa aceitação em relação a essa situação vivida, denotando uma atitude passiva em relação ao problema.

O contexto socioeconômico foi um fator importante para as opiniões de residentes próximos a antigas áreas de mineração no oeste da Romênia, na Europa. Segundo Dogaru *et al.* (2009), que pesquisaram a percepção de risco desses moradores em relação à qualidade das águas da região, as condições socioeconômicas presentes na área influenciam o julgamento das pessoas em relação ao risco ambiental. Embora os moradores percebam a mineração como uma fonte importante de poluição das águas, os resultados sugerem que, em situações econômicas mais comprometidas, pode haver preferência pela produção mineral em detrimento da conservação ambiental.

A compreensão das percepções públicas, a aceitação, apoio e participação da comunidade local são fundamentais para o sucesso de programas de reabilitação ambiental de corpos d'água urbanos, pois gera bases para a concepção de planos de gestão adequados e eficientes e que aos quais dependem da cooperação e ações de uma variedade de pessoas e organizações (JOHNSON *et al.*, 2014; WALKER-SPRINGETT *et al.*, 2015).

Johnson *et al.* (2014) analisaram a percepção ambiental de moradores de uma das bacias hidrográficas mais poluídas de Buenos Aires (Argentina), a Matanza-Riachuelo (MRW), tendo em vista futuros programas de reabilitação da área. Os autores identificaram que havia o desejo de recuperação dos corpos hídricos por parte do grupo pesquisado, principalmente entre aqueles que residiam mais próximo aos rios. Os resultados podem ajudar no desenvolvimento de ações que envolvam grupos de moradores em locais específicos e que provavelmente seriam os seus apoiadores mais fortes.

Para os moradores entrevistados por Reis *et al.* (2017), a retirada dos resíduos sólidos do entorno da lagoa central do município de Lagoa Alegre-PI torna-se a principal medida a ser tomada tendo em vista a conservação deste corpo hídrico. No entanto, o estudo também demonstrou que para a maioria dos participantes entrevistados essa é uma responsabilidade exclusiva do Poder Público, denotando a necessidade de educação ambiental junto à comunidade.

4 METODOLOGIA

A seguir são apresentados aspectos relativos à área de estudo e procedimentos metodológicos adotados para a realização desta pesquisa.

4.1 Área de estudo

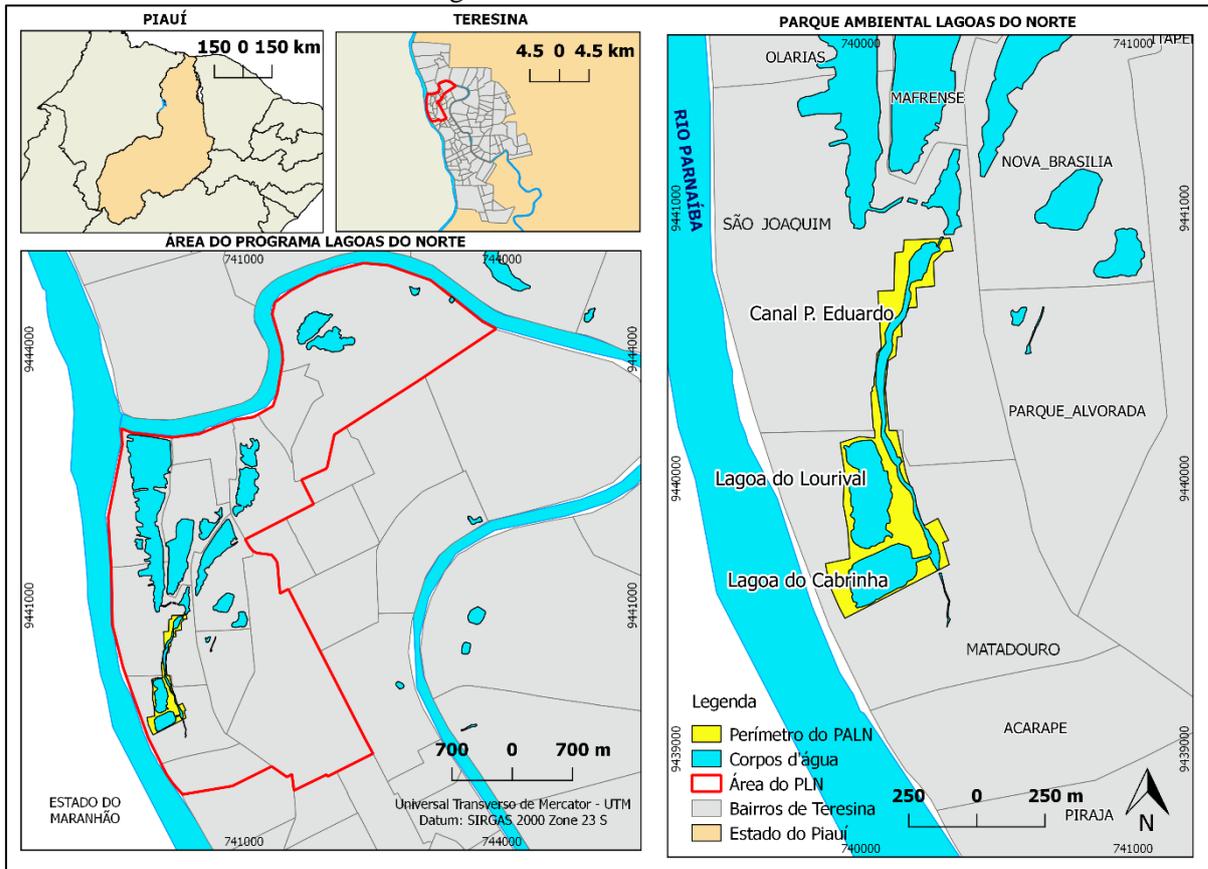
O município de Teresina se encontra na mesorregião Centro-Norte Piauiense, entre as coordenadas 5°5'20" (latitude) e 42°48'07" (longitude), possui uma área de 1.392 km² e população total de 814.230 habitantes, dos quais 94,3% residem na área urbana e 5,7% na zona rural. A densidade demográfica do município é de 584,93 hab./km (IBGE, 2010c).

Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger, Teresina está localizada sob o clima tropical subúmido (Aw) (KOTTEK, 2006). A média anual da precipitação acumulada é de 1.268,82 mm (série histórica de 1996 a 2016), com distribuição bastante irregular ao longo dos meses (IMNET, 2018a). A temperatura média anual é de 27,7°C, sendo agosto, setembro e outubro os meses mais quentes do ano, com médias máximas de 35,9 °C (SEMPLAN, 2002).

O município dispõe de uma rica hidrografia caracterizada pela presença de dois grandes rios perenes, o Parnaíba e o Poti (SEMPLAN, 2002). As lagoas também são destaque, especialmente na Zona Norte da cidade, onde está localizado o Parque Ambiental Lagoas do Norte, ao qual margeia as Lagoas do Lourival, do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo.

Este trabalho foi realizado na microbacia onde está localizado o referido parque, apresentado na Figura 3, que possui estruturas físicas e aparelhos destinados à administração pública, prática de esportes, lazer e atividades culturais.

Figura 3 - Mapa de localização do Parque Ambiental Lagoas do Norte e abrangência do Programa Lagoas do Norte em Teresina-PI



Fonte: IBGE (2015); PMT (2014). Organização: Autora (2018).

4.2 Materiais e métodos

A bacia hidrográfica onde está localizado o Parque Ambiental Lagoas do Norte foi delimitada por meio do uso dos *softwares* de geoprocessamento Qgis 2.18.16, utilizando como referência as curvas de nível, as cotas altimétricas e o traçado das ruas e avenidas a partir de uma base de dados adquirida junto a Prefeitura Municipal de Teresina. Definiu-se como exutório da microbacia a porção mais a jusante do Canal Padre Eduardo, que drena a região.

A microbacia foi caracterizada em relação aos seus aspectos físicos e sociodemográficos. Para elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens do *Google Satellite* correspondentes ao ano de 2018, também disponíveis no Qgis, em seu complemento *OpenLayers Plugin*. O uso do solo e as classes temáticas foram definidos por meio da fotointerpretação, utilizando características da imagem tais como padrão, tonalidade e cor, forma, tamanho, textura e sombra (MOREIRA, 2007).

A partir da área dos bairros contidas na microbacia foi calculada a população e densidade demográfica correspondentes, utilizando para tal dados censitários obtidos junto ao

IBGE (2010a). A cobertura da rede de esgotamento sanitário da área foi adquirida por meio de consultas à empresa Águas de Teresina, responsável pelo setor na cidade.

Ao todo foram definidos seis pontos de coleta para avaliação da qualidade das águas do parque. Dois pontos foram alocados para a Lagoa do Lourival e mais dois pontos na Lagoa do Cabrinha, nesta última a definição dos locais de amostragem considerou a proximidade com a ligação com o Canal da Vila do Padre Eduardo. Já no canal, os pontos foram definidos observando sua localização na sua área mais a jusante (exutório) e mais a montante.

Para compreensão da variação da pluviosidade foi utilizada a série histórica de precipitação com dados de 1996 e a 2016, bem como a série referente ao período da pesquisa. Os dados de precipitação foram obtidos a partir da estação meteorológica registrada sob o código OMM 82578, localizada na unidade Embrapa Meio Norte, distante cinco quilômetros do local de estudo e que estão disponíveis no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP (INMET, 2018a).

A definição das estações em seca e chuvosa se baseou na média aritmética da variação mensal de precipitação correspondente ao período histórico. Dessa forma, foram considerados como estação chuvosa os meses com valores de precipitação acima da média, e estação seca, os meses com valores abaixo da média. A variação da precipitação compreendida no período de estudo foi comparada à série histórica com intuito de verificar a ocorrência de comportamento típico.

O monitoramento da qualidade da água compreendeu os meses de agosto de 2017 a julho de 2018, sendo as coletas realizadas pela manhã. A coleta e armazenamento das amostras seguiram as recomendações da NBR 9898 (ABNT, 1987). As análises das variáveis qualidade da água foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portella, em Teresina-PI, por meio de metodologias descritas pela APHA (2005), aos quais estão sendo apresentadas na Tabela 3.

A estatística descritiva das variáveis de qualidade da água e valores de IQA foi realizada por meio do *software* Excel 2016, da Microsoft Corporation©. A normalidade dos dados foi aferida mediante o teste Shapiro-Wilk W, a partir do qual observou-se a necessidade do uso de testes não paramétricos. Assim, utilizou-se o teste de Mann-Whitney (Teste U) para aferir efeito significativo da sazonalidade sobre as variáveis. Neste processo, empregou-se o programa IBM SPSS *Statistic* 20, a um nível de significância de 5% ($\alpha < 0,05$).

A interpretação individual das variáveis de qualidade da água deu-se frente aos requisitos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas Classe 2, considerando o seu artigo 42, que trata a respeito de corpos hídricos não enquadrados (BRASIL,

2005). Para interpretação da qualidade da água foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA produtivo) adotado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2018).

Tabela 3- Metodologias para determinações analíticas das variáveis de qualidade de água

PARÂMETRO	METODOLOGIA
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Método de Winkler
Oxigênio Dissolvido (OD)	Método de Winkler
pH	Potenciométrico
Nitrogênio total	Análise espectrofotométrica
Fósforo total	Análise espectrofotométrica
Temperatura	Termométrico
Sólidos totais	Método gravimétrico
Turbidez	Método nefelométrico
Condutividade (CE)	Conduítmétrico
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	Substrato definido

Organização: Autora (2018).

Com objetivo de agrupar espacialmente os diferentes pontos de coleta quanto à similaridade dos resultados das variáveis de qualidade da água foi realizada análise de agrupamento hierárquica, com base na distância Euclidiana. Antes disso, os dados foram transformados por meio da fórmula “ $\log(x+1)$ ”, a fim de evitar o efeito das escalas e unidades sobre o resultado final. Estes procedimentos se deram por meio do *software* PAST (*PAleontological STatistics*), versão 2.17.

A análise de percepção da qualidade das águas do parque constitui-se como uma fase qualitativa desta pesquisa, uma vez que se propõe a investigar as percepções de um grupo (MINAYO, 2008) e teve a entrevista semiestruturada com gravação em áudio como ferramenta de coleta de dados.

As entrevistas abordaram as percepções dos moradores dos bairros Matadouro e São Joaquim a respeito da qualidade das águas das lagoas do Parque Ambiental Lagoas do Norte. Foram entrevistados 25 (vinte e cinco) moradores que residem próximos ao parque. O tamanho da amostra foi definido de acordo com a recomendação de Bauer e Gaskell (2002), que indicam o número de 15 a 25 entrevistas para que seja possível uma análise das entrevistas com maior profundidade. A recomendação destes autores se baseia na ideia de que as representações de um tema de interesse comum em um meio social são, em parte, compartilhadas e que em uma análise qualitativa existem limitações práticas em torno da quantidade de entrevistas a serem analisadas.

Por envolver seres humanos, esta pesquisa foi submetida à análise do Comitê de Ética e

Pesquisa da Universidade Federal do Piauí - CEP ao qual foi aprovado pelo mesmo, sob o número CAAE 87914418.8.0000.5214. O parecer aprovando o projeto se encontra no Anexo A e o roteiro de entrevista no Apêndice A.

A definição dos participantes foi realizada pelo método “bola de neve” (PITNEY; PARKER, 2009), dessa forma, o primeiro participante indicou o seguinte e assim sucessivamente, considerando os seguintes critérios de inclusão: ter idade acima de 18 anos, morar há pelo menos 10 anos no local e ter lido e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A análise de conteúdo (AC), citada por Bardin (1977), foi utilizada para a análise das respostas. Essa técnica dispõe de três fases: 1) pré-análise, 2) exploração do material e, por fim, 3) tratamento dos resultados: inferência e interpretação.

Na pré-análise, após constituição do *corpus* de análise, foi realizada a leitura flutuante, momento este em que se começa a conhecer o texto a partir de uma leitura geral do conteúdo das entrevistas. Em seguida, na fase de exploração do material, foram definidas as unidades de codificação ao qual compreende a escolha das unidades de registro, das regras de contagem e da classificação das falas por categorias.

A escolha das unidades de registro para esta pesquisa foi baseada nos temas das respostas dos participantes. As entrevistas foram transcritas para uma tabela, onde, na primeira coluna, o tema (unidade de registro) foi identificado; na segunda, foram colocadas as frequências de aparição; e, na terceira, as falas correspondentes, bem como a identificação numérica da entrevista. A categorização das respostas foi realizada de modo *posteriori* a coleta de dados.

Na terceira e última fase da AC, foi consolidado o suporte teórico ao qual apoiou a análise, inferência e discussão do material trabalhado, dessa forma, constituindo a base para interpretação final da percepção dos moradores a respeito das águas do parque.

Com o intuito de responder a outras questões levantadas durante a pesquisa, foram realizadas entrevistas informais a duas servidoras Unidade de Gerenciamento do Programa Lagoas do Norte (UGP) a respeito de questões relacionadas a própria administração do parque. A técnica de observação direta, com anotações de campo, também foi utilizada com esse intuito, além de possibilitar o registro fotográfico do local ao qual ilustra este trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados os resultados referentes à caracterização da área da microbacia hidrográfica estudada, bem como da variação da precipitação, das análises de qualidade da água, determinação do Índice de Qualidade da Água e percepções dos moradores em torno das águas do PALN.

5.1 Caracterização da microbacia estudada

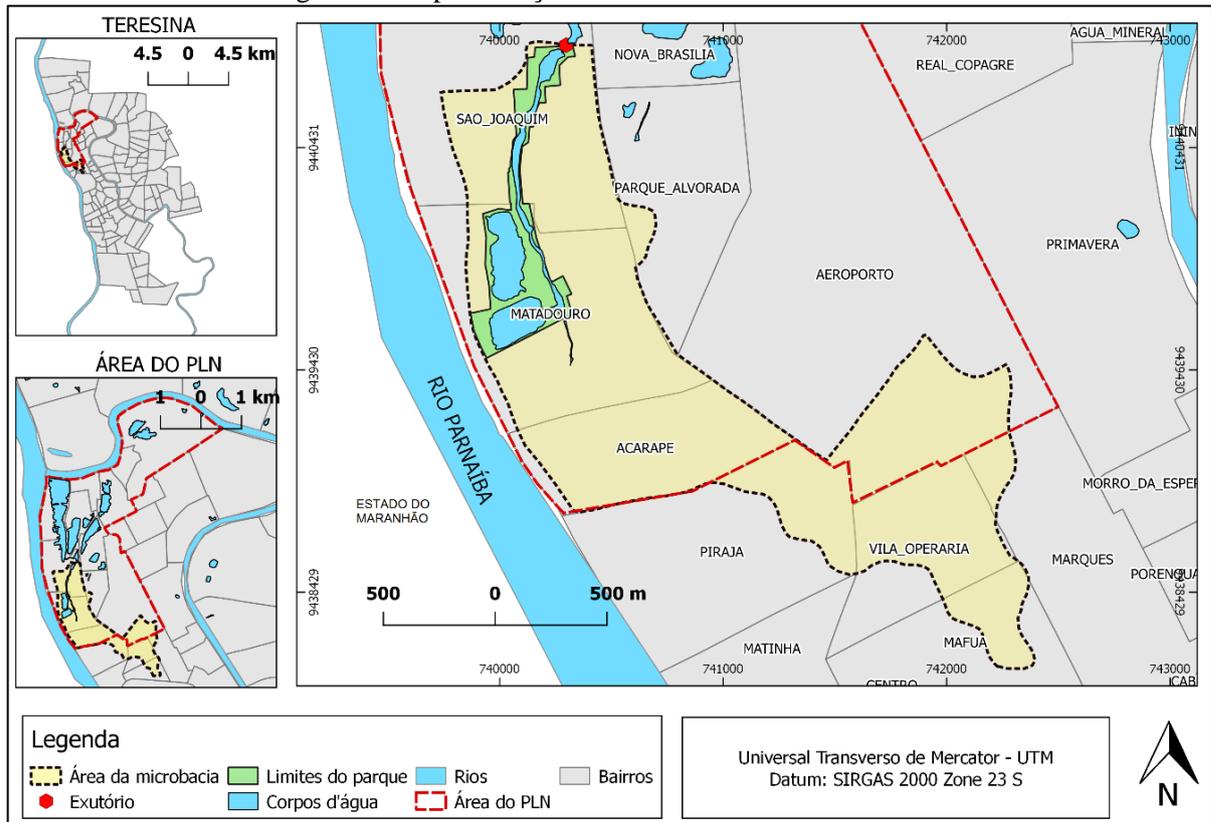
A área da microbacia hidrográfica onde está localizado o Parque Ambiental Lagoas do Norte passou por grandes intervenções decorrentes do próprio processo histórico de ocupação e mais recentemente pelo Programa Lagoas do Norte que modificou a região em relação aos seus aspectos sanitários e de drenagem. Dessa maneira, a sua delimitação considerou, além do traçado natural, os divisores de águas artificiais como o Dique Boa Esperança, o traçado das ruas e avenidas e obras de drenagem referentes ao aeroporto da cidade. A área da microbacia, localização do exutório e perímetro do parque, lagoas e canal estão sendo apresentados na Figura 4.

Com área total de 256,91 hectares (2,57 km²) e perímetro de 10.429 metros (10,5 km), a microbacia abrange nove bairros sob a administração da Superintendência de Desenvolvimento Urbano Centro-Norte de Teresina (SDU Centro-Norte).

A partir da caracterização do uso e ocupação do solo da microbacia, por meio de imagens do *Google Satellite* do ano de 2018, foram definidas quatro classes de uso: Área Construída, Vegetação, Corpos d'Água e Área Não Construída, aos quais estão sendo demonstradas na Figura 5.

A classe com maior predominância é a Área Construída, com cerca 82,57% (212,14 ha), representando as edificações, arruamento e outras áreas impermeáveis identificadas por meio da fotointerpretação. Estes resultados relacionam-se com o proposto pelo mapa de Zoneamento Urbano de Teresina (PMT, 2015), que estabelece que esta região tenha, predominantemente, uso residencial e comercial. O valor de área construída encontrado neste estudo também é superior ao diagnosticado por Feitosa *et al.* (2011) para toda a cidade de Teresina. Conforme estes autores, que analisaram imagens Landsat-5 correspondentes ao ano de 2009, cerca de 46,2% do perímetro urbano de Teresina se encontra urbanizado.

Figura 4 – Representação da área da microbacia estudada



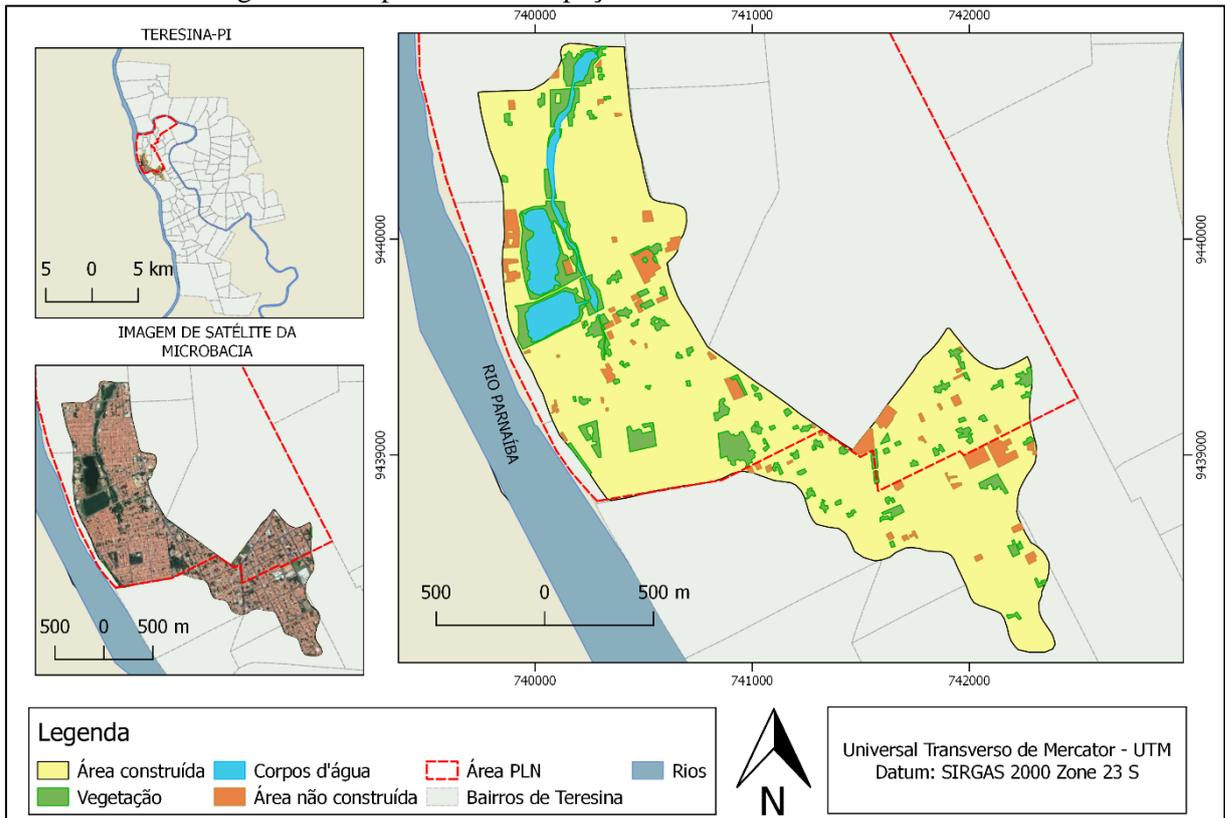
Fonte: IBGE, 2015; PMT. Elaboração: autora (2018).

No que se refere as áreas verdes, verifica-se um total de 8,55% (21,97 ha) da área da microbacia ocupada pela classe Vegetação, quando analisada a cobertura vegetal arbórea e arbustiva, localizada em praças, quintais, ruas e avenidas, como também aquela em processo de recuperação presente no perímetro do PALN.

Na análise do uso e ocupação do solo da Zona Centro-Norte de Teresina realizada por Nogueira *et al.* (2016), utilizando imagens RapidEye (ano de 2013), identificou-se o percentual de 48,72% de cobertura vegetal, que se concentram principalmente na parte periférica norte da zona, onde também ocorre a menor densidade populacional. Para estes autores, a expansão da cidade teve papel fundamental na redução das áreas verdes da região.

Os Corpos d'Água abrangem 4,85% (12,45 ha) da área da bacia e estão sendo representados pelas lagoas do Lourival, do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo, este último constituindo-se como o principal corpo de drenagem da região, com cerca de 1,5 km de extensão. Em Feitosa *et al.* (2011), no entanto, as águas ocupam uma área menor, cerca de 2,5% da zona urbana de Teresina. A região das Lagoas do Norte possui como uma de suas principais características o número expressivo de lagoas, em razão de suas características naturais e processos antrópicos de retirada de material para construção civil.

Figura 5 – Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia estudada



Fonte: IBGE, 2015; PMT; *Google Satellite*, 2018. Elaboração: autora (2018).

Neste estudo, a classe Área Não Construída representa o solo exposto, ou seja, áreas desprovidas de vegetação e construções, que podem ou não ser futuramente ocupadas. Na microbacia, esta classe corresponde a 4,03% (10,36 ha) de sua área, valor próximo ao identificado por Feitosa *et al.* (2011) para toda Teresina (cerca de 3,8%), mas inferior ao encontrado por Nogueira *et al.* (2016) para Zona Centro-Norte da cidade (cerca de 9,97%).

Em relação aos aspectos sociodemográficos, a área da microbacia possui uma população estimada em 17.370 habitantes, conforme é apresentado pela Tabela 4, o que representa 2,13% de toda população de Teresina. A sua densidade demográfica se apresenta em 67,61 hab./ha, média superior à do município de Teresina (5,84 hab./ha) (IBGE, 2010c) e de bairros que integram a Zona Centro-Norte da cidade (32,02 hab./ha) (SEMPPLAN, 2018b), o que caracteriza a região como adensada.

A distribuição populacional na zona urbana de Teresina não é homogênea e concentra-se, principalmente, em regiões periféricas da cidade (CRUZ *et al.*, 2016). As áreas centrais de Teresina são mais bem servidas de infraestrutura, enquanto que as áreas mais afastadas apresentam maior densidade populacional, menor renda e provisão de serviços urbanos (LIMA *et al.*, 2017). Este cenário de segregação socioespacial em Teresina tem como um dos principais

fatores o processo histórico de ocupação, onde famílias de baixa renda foram sendo excluídas das áreas centrais e mais valorizadas (CRUZ *et al.*, 2016).

Tabela 4 – Área, estimativa populacional e de densidade da microbacia estudada

Bairros	Área			População		
	Total (ha)	Bacia (ha)	(%)	Total (hab.)	Bacia (hab.)	Densidade (hab./ha)
Acarape	44,84	42,13	93,97	3.018	2.836	68,6
Aeroporto	233,67	34,62	14,81	7.567	1.121	32,2
Alvorada	53,81	3,06	5,68	5.387	306	101,6
Mafuá	68,7	4,67	6,8	2.861	195	71,5
Marques	39,7	10,78	27,15	3.865	1.049	56,8
Matadouro	79,5	69,06	86,87	5.530	4.804	72,7
Pirajá	79,62	18,24	22,91	2.898	664	37,2
São Joaquim	117,96	46,46	39,38	10.558	4.158	91,8
Vila Operária	39,55	27,88	70,49	3.173	2.237	81,4
Total	757,35	256,91	-	44.857	17.370	67,61

Fonte: IBGE (2010a); PMT. Organização: autora (2018).

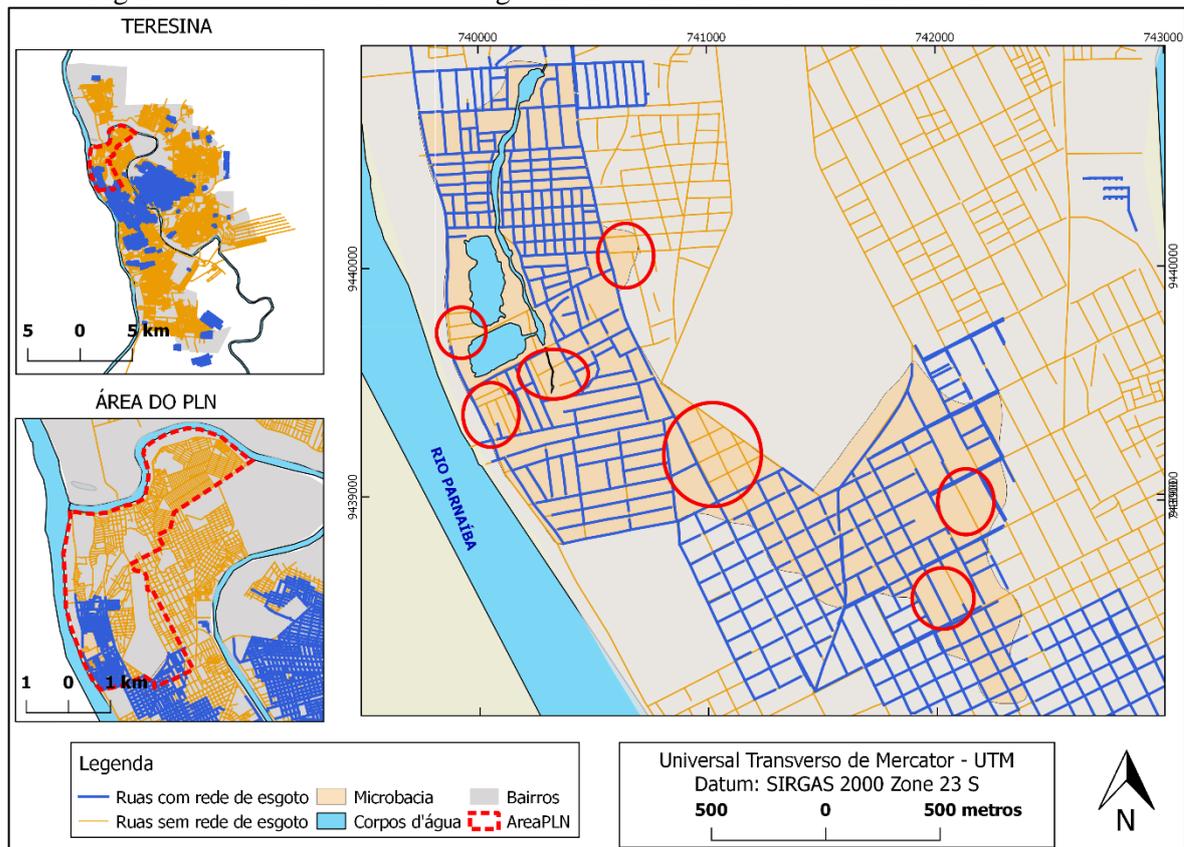
A microbacia também se encontra mais afastada da região central da cidade, no entanto, possui boa parte de sua área provida de serviços de coleta e tratamento de esgotamento sanitário, conforme pode ser observado na Figura 6.

Os locais com destaque em vermelho representam os logradouros ainda não atendidos pela rede. Cerca de 89% da área já se encontra contemplada por este serviço, enquanto que, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2018), em Teresina, este atendimento só chega a 23,5% de sua população.

O Programa Lagoas do Norte prevê, até o ano de 2025, o atendimento de 100% da população residente da região das Lagoas do Norte por rede de esgotamento sanitário (PMT, 2007). Atualmente, a rede se encontra em processo de expansão e está sob a responsabilidade da subconcessionária Águas de Teresina, que também gere o abastecimento de água e tratamento de esgotos no município. Além disso, o PLN também tem oferecido gratuitamente ligações intradomiciliares junto a rede de esgotamento sanitário à moradores inscritos no Cadastro Único para Programas Sociais (CADÚnico), dessa forma, buscando universalizar o atendimento ao serviço (PMT, 2017).

As residências que ainda não possuem ligações intradomiciliares, bem como as ruas não atendidas por rede de esgoto, com destaque para áreas próximas as lagoas e a montante do Canal da Vila do Padre Eduardo, podem representar fontes importantes de poluição pontual e difusa, contribuindo para a degradação da qualidade das águas do parque.

Figura 6 – Cobertura de rede de esgotamento sanitário na área da microbacia estudada



Fonte: IBGE, 2015; PMT; Águas de Teresina. Elaboração: Autora (2018).

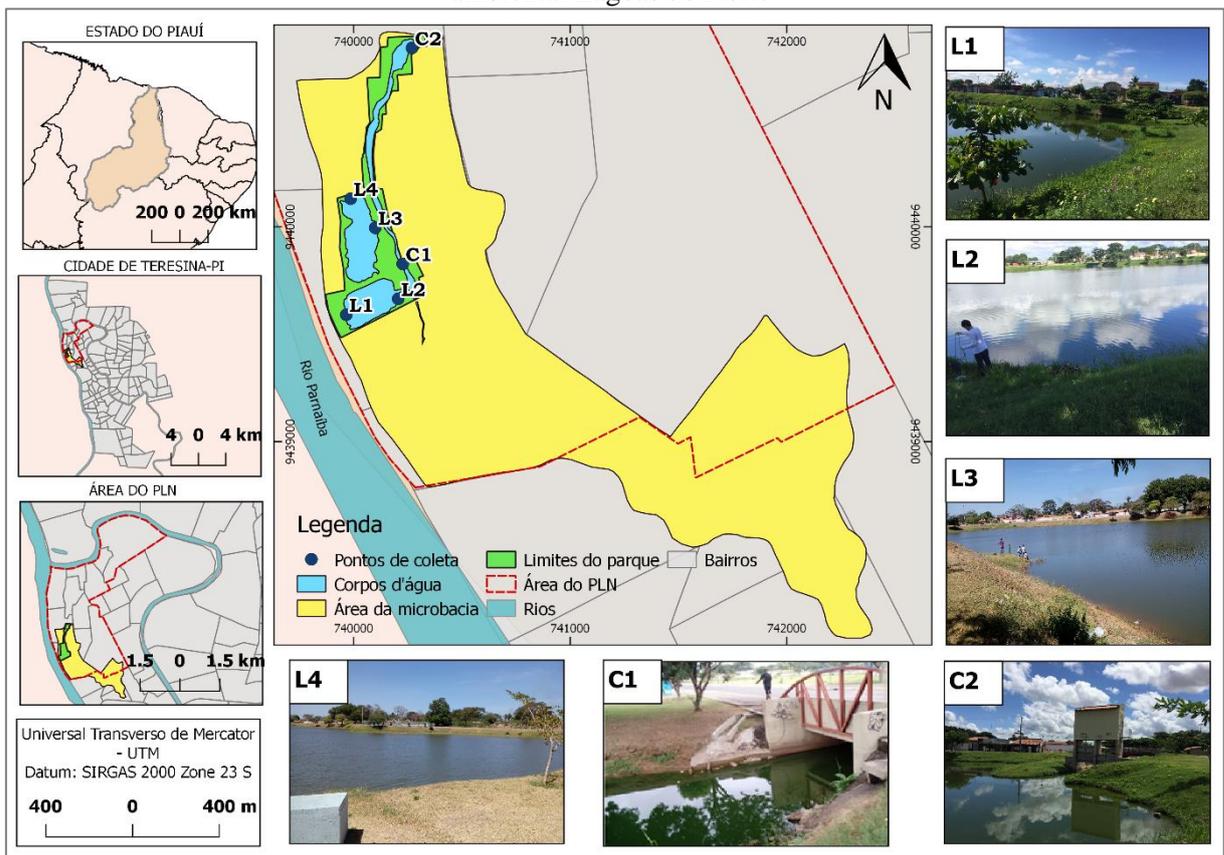
A partir da delimitação da microbacia foram definidos seis pontos de coleta conforme é apresentado na Tabela 5 e Figura 7. A determinação de dois pontos para cada corpo hídrico teve como objetivo aferir a presença de variabilidade espacial nos dados de qualidade da água. Além da representatividade espacial, a escolha de suas localizações se deu em função da facilidade de acesso aos locais de amostragem. Assim, os pontos L1 e L2 passam a representar a Lagoa do Cabrinha, L3 e L4, a Lagoa do Lourival e C1 e C2, o Canal da Vila do Padre Eduardo. Os pontos correspondentes a Lagoa do Cabrinha foram alocados em margens opostas, sendo que a localização do ponto L2 considerou a proximidade com a ligação existente entre esta lagoa e o Canal da Vila do Padre Eduardo. A referida ligação possui 60 metros de extensão e não existia antes das ações do PLN. No canal, a localização dos pontos levou em consideração a região a montante deste corpo hídrico, representada pelo ponto C1, e a jusante e exutório da microbacia, representados pelo ponto C2.

Tabela 5 - Localização geográfica dos pontos de monitoramento de qualidade das águas do Parque ambiental Lagoas do Norte

Corpo d'água	Código do ponto	Coordenadas UTM (23 S)/ Sirgas 2000
Lagoa do Cabrinha	L1	739967; 9439578
	L2	740206; 9439664
	L3	740099; 9439995
Lagoa do Lourival	L4	739986; 9440131
	L4	739986; 9440131
Canal da Vila do Padre Eduardo	C1	740225; 9439825
	C2	740269; 9440831

Fonte: Pesquisa direta (2018).

Figura 7 – Localização e imagens dos pontos de monitoramento de qualidade da água do Parque ambiental Lagoas do Norte



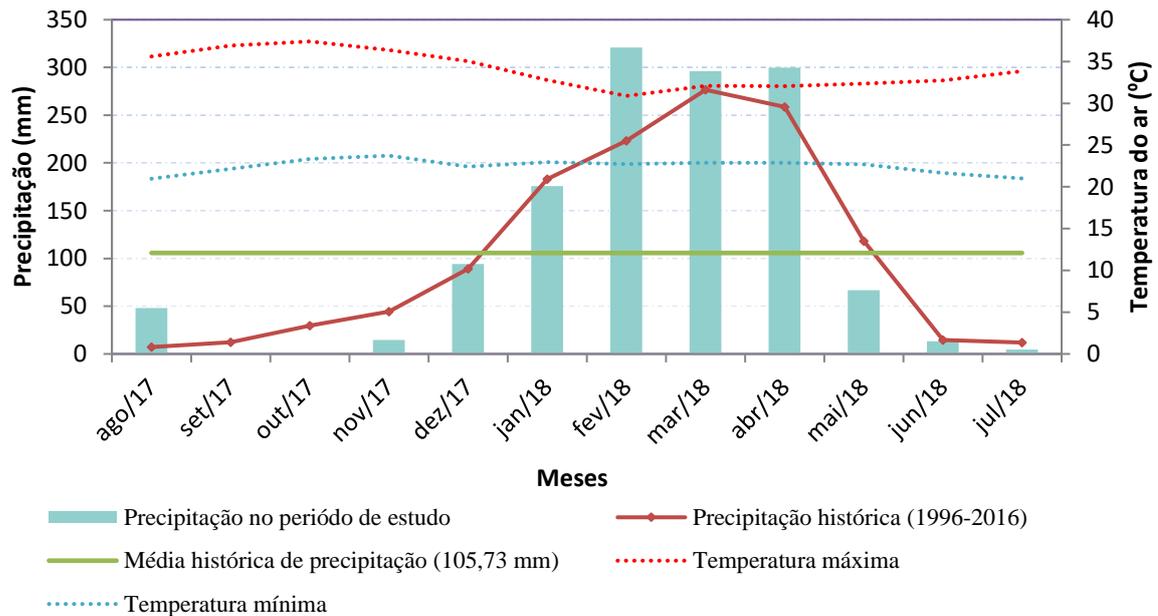
Fonte: IBGE, 2015; PMT. Elaboração: Autora (2018).

5.2 Caracterização pluviométrica

Para definição dos meses em estação seca e chuvosa considerou-se o período histórico correspondente aos anos de 1996 a 2016, cuja média mensal se deu em 105,73 mm (INMET,

2018a). Por apresentarem precipitações acima da média histórica, os meses de janeiro a maio foram definidos como estação chuvosa, enquanto que os meses de junho a dezembro, que demonstraram valores abaixo desta média, passam a representar a estação seca, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Valores médios mensais de precipitação e temperatura do ar em Teresina-PI referentes ao período histórico (1996-2016) e valores médios mensais de precipitação referentes ao período de estudo



Fonte: INMET (2018a).

Esse comportamento é condizente com o esperado para a região, onde se observa estações bem definidas, com chuvas no outono e verão e seca no inverno e primavera (SEMPPLAN, 2002). A precipitação anual acumulada para o período monitorado neste estudo foi de 1.334,20 mm, enquanto que no período histórico a média se apresentou mais baixa, com 1.268,82 mm (INMET, 2018a).

Verificou-se uma pluviosidade média de 231,78 mm/mês na estação chuvosa do período de estudo, um aumento de 8,56% em relação à média histórica (211,94 mm/mês). Este resultado pode estar associado à presença do fenômeno *La Niña* de intensidade fraca e pela aproximação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que levou ao aumento dos índices de chuva para a região Norte e Nordeste (INMET, 2017; 2018b).

Conforme Menezes *et al.* (2016) o clima do município se dá especialmente em função da variabilidade espacial e temporal do sistema meteorológico ZCIT, podendo apresentar

variações ao longo dos meses e entre os anos. Ainda, segundo esses autores, o fenômeno *La Niña* é o principal fator para ocorrência de chuvas acima da média na região.

No período de estudo, as precipitações iniciaram em meados de dezembro de 2017 e reduziram duas semanas antes do fim do mês de abril. Os meses de maiores precipitações foram fevereiro (320,7 mm), março (296,1 mm) e abril (299,9 mm) referentes ao ano de 2018. Estes meses também correspondem a estação definida como chuvosa por Medeiros *et al.* (2018), que estudaram a qualidade da água da bacia do rio Longá, Piauí.

A média de precipitação referente a estação seca histórica (29,88 mm/mês) e a do período do estudo (25,04 mm/mês) revelaram valores próximos e variação de 16,20%. Nessa estação, o período histórico revela um aumento gradual das chuvas a partir do mês de outubro, atingindo valores máximos em dezembro. No entanto, no período de estudo, a maior pluviosidade refere-se aos meses agosto e dezembro de 2018, enquanto que setembro, outubro e novembro de 2017 e julho de 2018 demonstraram precipitações abaixo da média, conforme também é apresentado no Gráfico 2.

5.3 Qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte

O monitoramento da qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte obedeceu a uma periodicidade mensal compreendida entre os meses de agosto de 2017 a julho de 2018, totalizando doze campanhas. A Tabela 5 apresenta a estatística descritiva destes resultados, sendo destacado em negrito os valores que ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2.

De maneira geral, as variáveis que apresentaram maior quantidade de valores médios em não conformidade com a legislação foram fósforo total, DBO e *E. coli*, principalmente no Canal da Vila do Padre Eduardo (C1 e C2) e Lagoa do Cabrinha (L1 e L2), enquanto que a menor quantidade foi verificada na Lagoa do Lourival (L3 e L4).

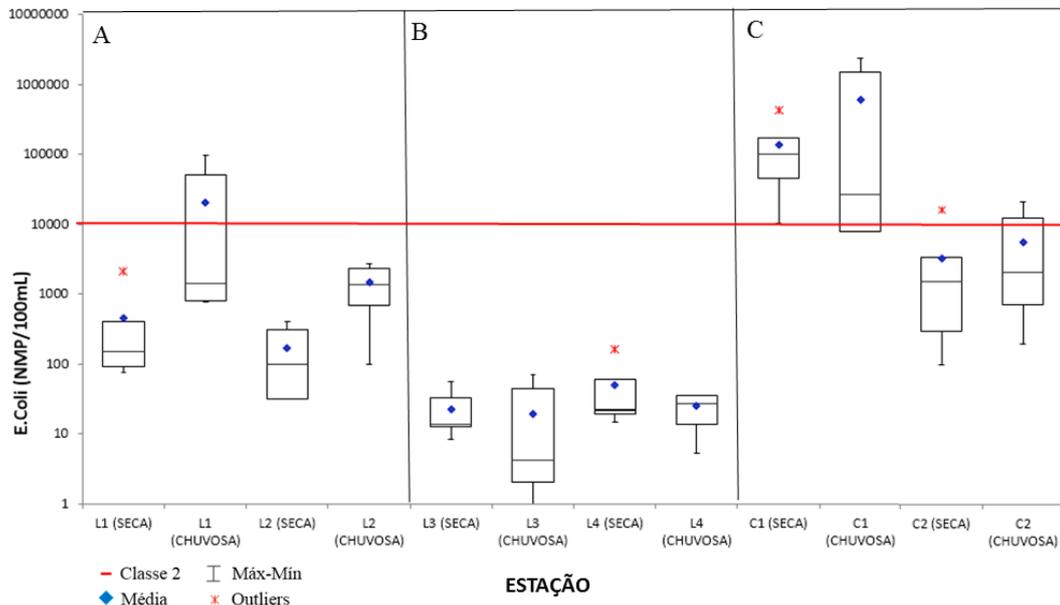
A *E. coli* demonstrou menores valores na Lagoa do Lourival, sendo que o ponto L3 apresentou o valor médio de 21 NMP/100 mL e o L4 de 40 NMP/100 mL. Nesta lagoa, todas as amostragens apresentaram-se de acordo com o limite máximo estabelecido pela legislação (1.000 NMP/100 mL). Estes resultados podem ser explicados pela influência mínima da poluição pontual e difusa observada na Lagoa do Lourival ao qual não apresenta conexões físicas com outros corpos hídricos, além de poucos sinais de despejo de efluentes domésticos. As análises também indicaram redução não significativa dos valores de *E. coli* no período chuvoso ($p > 0,05$). A variação sazonal de *E. coli* é apresentada na Figura 8.

Tabela 6 - Estatística descritiva das variáveis de qualidade da água referentes aos pontos de amostragem das lagoas e canal do Parque Ambiental Lagoas do Norte, no período de agosto de 2017 a julho de 2018

	Pontos	Valor	<i>E. coli.</i> NMP/100 mL	DBO mg/L	Fósforo total mg/L	OD mg/L	pH	Turbidez UNT	Sólidos totais mg/L	CE µS/cm	Nitrato mg/L	Temperatura °C
LAGOA DO CABRINHA	L1	Méd.	8.947	8,57	0,113	6,16	8,658	36,65	180	202,08	0,132	30,30
		Desv. P.	27.255	5,758	0,103	1,18	0,746	10,38	93	64,40	0,146	1,59
		Mín.	77	1,37	0,006	4,32	6,996	24,25	80	110,30	0,019	26,00
		Máx.	99.315	24,25	0,369	8,18	9,425	61,67	420	310,00	0,516	32,00
	L2	Méd.	725	7,60	0,132	6,54	8,934	37,87	173	203,30	0,102	30,02
		Desv. P.	876	3,74	0,138	1,62	0,616	10,50	138	63,28	0,096	1,63
		Mín.	0	2,59	0,015	3,07	7,788	24,91	20	111,20	0,022	26,00
		Máx.	2.780	17,60	0,453	8,83	9,807	62,08	540	306,00	0,310	32,00
LAGOA DO LOURIVAL	L3	Méd.	21	0,90	0,077	6,26	8,708	14,81	338	349,27	0,097	30,92
		Desv. P.	21	0,55	0,155	0,96	0,286	3,85	108	168,33	0,102	1,57
		Mín.	1	0,00	0,000	4,95	8,283	9,00	160	117,00	0,000	26,50
		Máx.	70	1,80	0,561	7,75	9,336	23,83	540	547,00	0,370	33,00
	L4	Méd.	40	1,31	0,065	6,39	8,688	14,54	282	350,75	0,082	31,19
		Desv. P.	40	0,69	0,130	1,016	0,337	4,51	96	170,96	0,086	1,66
		Mín.	5	0,68	0,000	4,82	8,061	8,17	160	109,00	0,000	27,00
		Máx.	165	3,50	0,433	8,06	9,369	23,83	480	551,00	0,230	34,00
CANAL DA V. P. EDUARDO	C1	Méd.	336.958	14,17	0,563	4,10	8,094	55,94	358	351,75	0,247	29,42
		Desv. P.	652.463	11,63	0,650	2,80	0,378	17,71	230	124,417	0,257	1,50
		Mín.	8.000	2,40	0,036	0,71	7,773	31,33	100	111,00	0,028	26,00
		Máx.	2.419.600	44,30	2,447	11,86	9,242	100,25	860	514,00	0,890	32,00
	C2	Méd.	4.316	15,42	0,378	8,11	8,489	69,89	333	360,86	0,189	31,25
		Desv. P.	6.723	9,27	0,377	3,02	0,589	21,69	202	132,75	0,163	1,702
		Mín.	100	4,96	0,024	4,08	7,643	35,42	120	161,30	0,016	27,00
		Máx.	21.760	32,04	1,282	12,46	9,451	111,50	860	586,00	0,530	34,00

Fonte: Pesquisa direta (2018).

Figura 8 – Variação sazonal dos valores de *E. coli* nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Verifica-se maiores valores de *E. coli* no Canal da Vila do Padre Eduardo em seus pontos C1 e C2 cujas médias se apresentaram, respectivamente, com valores de 336.958 e 4.316 NMP/100 mL, sendo que neste primeiro ponto observou-se não conformidade com a legislação em todas as suas amostragens, enquanto que no ponto C2 observou-se o atendimento de apenas 33% dos casos. A presença de *E. coli* em grande quantidade na água pode indicar a contaminação fecal do corpo hídrico (ALMANZA-MARROQUIN *et al.*, 2016; BASTOS *et al.* 2018), o que acusa influência do lançamento de esgoto doméstico no canal, principalmente em sua região a montante onde não há rede de coleta. A análise de variância apresentou ausência de efeito significativo da sazonalidade ($p > 0,05$). Os valores elevados de *E. coli* no canal e em ambas as estações indicam influência da poluição pontual e difusa.

Na Lagoa do Cabrinha, 67% das amostragens referentes a variável *E. coli* apresentaram-se com valores dentro do limite recomendado. Seus pontos L1 e L2 obtiveram valores médios de 8.947 e 725 NMP/100 mL, respectivamente. É preciso considerar que no ponto L1 identificou-se um valor *outlier* de 99.315 NMP/100 mL, correspondente ao mês de abril de 2018, elevando o seu valor médio. Houve o registro de precipitação 72 horas antes da coleta, além disso, observou-se durante a pesquisa a presença de animais de sangue quente circulando pela área do parque. Dessa maneira, existe a possibilidade de o valor *outlier* está associado ao

carreamento específico de excretas. Desconsiderando este resultado, o valor médio de *E. coli* para este ponto se apresenta em 732 NMP/100 mL.

A análise de variância permitiu identificar aumento significativo dos valores de *E. coli* na estação chuvosa para os pontos da Lagoa do Cabrinha ($p < 0,05$). Estes resultados são atribuídos a proximidade do ponto L1 com uma saída de drenagem e do ponto L2 com ligação existente entre o Canal da Vila do Padre Eduardo e a Lagoa do Cabrinha. Na estação chuvosa, ocorre um aumento do volume das águas do canal (mais poluídas), que transbordam para a Lagoa do Cabrinha, podendo estar influenciando nos valores de *E. coli* como também de outras variáveis.

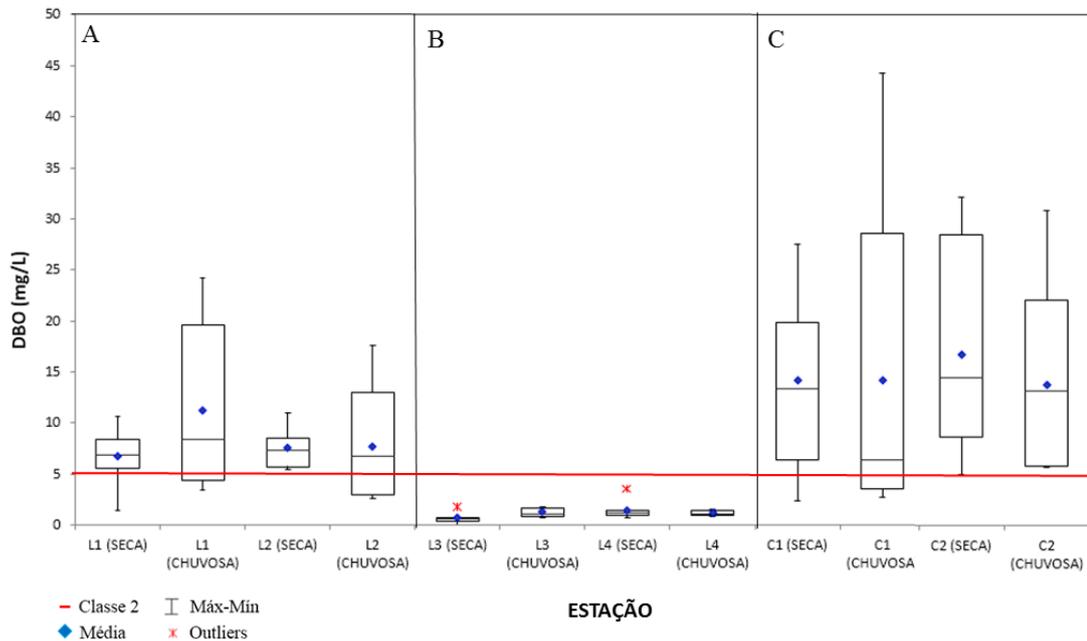
Considerando as análises de qualidade da água realizadas neste estudo, o uso das águas do parque para recreação de contato secundário é possível na Lagoa do Lourival, em qualquer época do ano. Na Lagoa do Cabrinha, no entanto, essas atividades não são indicadas na estação chuvosa, quando os níveis de *E. coli* se encontram mais elevados, podendo representar um risco a saúde dos usuários.

As maiores médias de DBO foram observadas no Canal Vila do Padre Eduardo em seus pontos C1 e C2, sendo que 75% e 92% das amostragens, respectivamente, demonstraram-se em desacordo com a legislação (máximo 5mg/L); enquanto que na Lagoa do Cabrinha 75% e 83% das amostragens, nessa ordem para os pontos L1 e L2, ultrapassaram esses limites. Em ambos os corpos hídricos a maior concentração de DBO pode ser relacionada ao despejo de efluentes domésticos (VON SPERLING, 2005; MARTINS *et al.*, 2017). A Lagoa do Lourival apresentou os menores valores médios de DBO bem como a maior conformidade com a legislação.

Observa-se o aumento do valor médio de DBO para os pontos da Lagoa do Cabrinha e no ponto L3, da Lagoa do Lourival, sendo que somente neste último a análise de variância acusou diferença significativa entre as estações ($p < 0,05$). Conforme Wu *et al.* (2014), o aumento de valores de DBO no período chuvoso tem como causa principal o arraste de matéria orgânica pelos volumes de chuva ao longo da bacia. A Figura 9 apresenta a variabilidade sazonal de DBO no período monitorado.

No Canal da Vila do Padre Eduardo e ponto L4 verificou-se uma redução não significativa ($p > 0,05$) dos valores de DBO na estação chuvosa, como também demonstrado pela Figura 10. No caso do canal, o arraste da matéria orgânica pode não ter sido o suficiente para superar as diluições proporcionadas pelas vazões, ocasionando a redução dos valores de DBO em vez do seu aumento, na estação chuvosa. Com exceção dos pontos da Lagoa do Lourival, a maior variação dos resultados também é observada nesse período.

Figura 9 – Variação sazonal dos valores de DBO nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

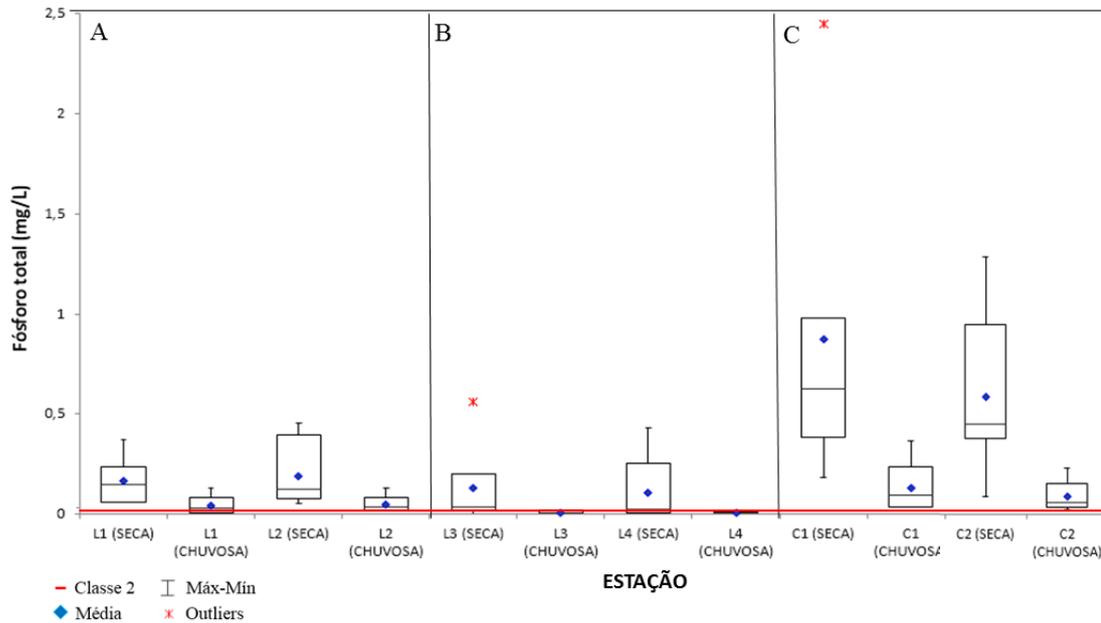
Em relação a variável fósforo total, as maiores médias também foram apresentadas pelos pontos correspondentes ao canal, bem como a maior quantidade de amostragens em não conformidade com a legislação (limite de 0,030 mg/L, para ambientes lênticos), que se deu em todos os casos nos pontos C1 (média de 0,563 mg/L) e C2 (média de 0,378 mg/L). Na Lagoa do Lourival, as amostragens dos pontos L3 e L4 atenderam aos limites preconizados pelo CONAMA em 67% e 83% dos casos para a variável fósforo total. Esta lagoa também apresentou as menores médias da variável com 0,077 mg/L, no ponto L3, e 0,065 mg/L, no ponto L4. Na Lagoa do Cabrinha, por outro lado, verifica-se apenas 17% das amostragens com valores de acordo com a legislação. Os valores médios de fósforo total nesta lagoa foram de 0,113 mg/L, no ponto L1, e 0,132 mg/L, no ponto L2.

Valores elevados de fósforo total como no caso do Canal e Lagoa do Cabrinha podem ser associados a contribuições artificiais do nutriente causados pelo despejo de efluentes domésticos *in natura*, que por sua vez possui relação direta com deficiências no setor de saneamento básico em áreas urbanas. Souza e Gastaldini (2014), que estudaram a qualidade da água do rio Vacacaí-Mirim, no município de Santa Maria-RS, identificaram valores de fósforo mais elevados na bacia Alto da Colina, onde verifica-se influência do uso urbano do solo.

Os valores médios de fósforo total diminuiriam em todos os pontos de coleta no período chuvoso, conforme pode ser verificado na Figura 10, significando uma melhora da qualidade

da água principalmente na Lagoa do Cabrinha e ponto C1, do canal, onde o teste de Mann-Whitney demonstrou efeito significativo da sazonalidade ($p < 0,05$).

Figura 10 – Variação sazonal dos valores de fósforo total nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Considerando o fósforo é apontado por vários autores como um fator importante para eutrofização (ESTEVES, 2011; WIEGAND *et al.*, 2016; WAAJEN *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2017), verifica-se potencial de ocorrência do fenômeno na Lagoa do Cabrinha e canal especialmente na estação seca. Além de prejuízos aos múltiplos usos (ESTEVES, 2011), a eutrofização pode vir a comprometer a saúde humana e comunidades biológicas por meio do aumento da população de cianobactérias responsáveis pela liberação de hepato e neurotoxinas (FRASCARELI *et al.*, 2015)

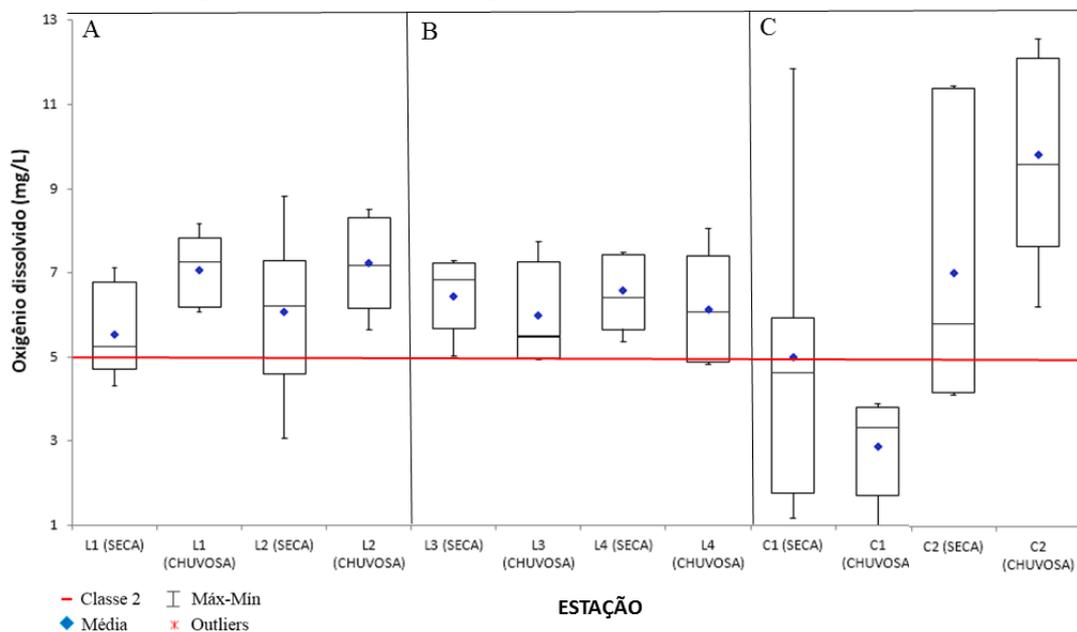
O oxigênio dissolvido variou de 6,16 a 6,54 mg/L nas lagoas do Cabrinha e do Lourival, sendo que de 75% a 83% de suas amostragens atenderam ao limite mínimo de 5 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, demonstrando boas condições para sobrevivência dos organismos aquáticos.

A maior variação de OD foi identificada no canal, sendo que o ponto C1 revelou uma média de 4,10 mg/L e atendimento de apenas 33% de suas amostras com o proposto pela legislação. Conforme Bucci e Oliveira (2014), as baixas concentrações de OD indicam indiretamente a poluição por esgotos sanitários, considerando que o oxigênio é consumido pelos microrganismos durante a decomposição da matéria orgânica. Maiores concentrações de OD

foram identificadas no C2, com média de 8,11 mg/L e conformidade com a legislação em 75% de suas amostragens. Este resultado pode ser associado ao processo de eutrofização possivelmente responsável pelas condições de supersaturação de oxigênio observadas neste ponto, elevando a média final da variável.

De maneira geral, os valores médios de OD aumentaram no período das chuvas na Lagoa do Cabrinha e ponto C2 e reduziram na Lagoa do Lourival e ponto C1. Observou-se diferença estatística significativa somente para o ponto L1 ($p < 0,05$). A Figura 11 demonstra a variação sazonal de OD durante o período de estudo.

Figura 11 – Variação sazonal dos valores de oxigênio dissolvido nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



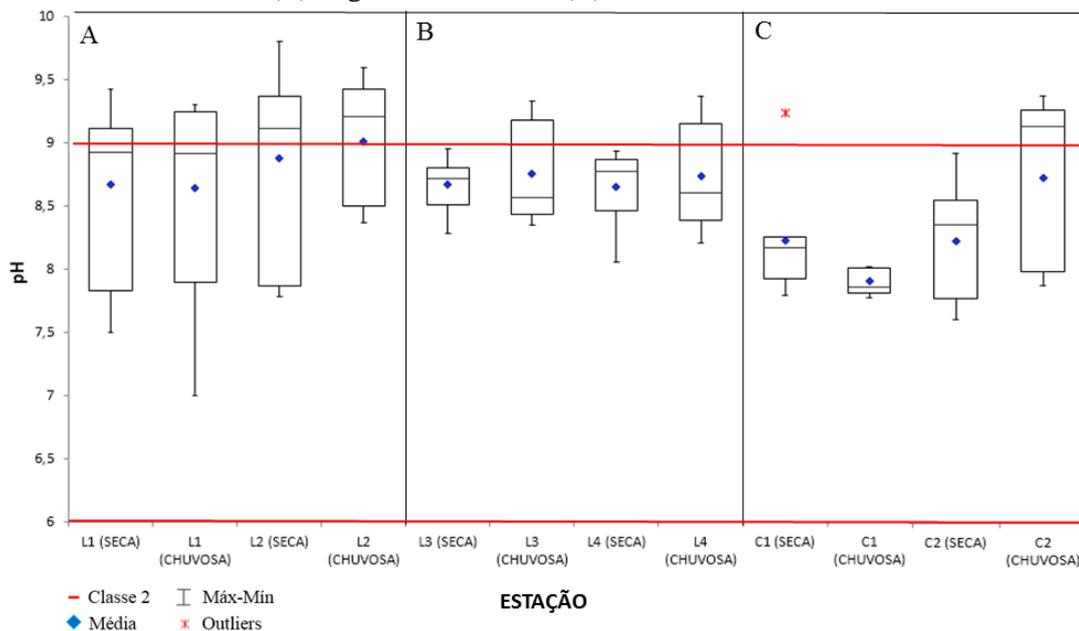
Fonte: Pesquisa direta (2018).

A variação do pH nos seis pontos de coleta e ao longo do monitoramento revelou a condição básica das águas do PALN. Os pontos L1 e L2 da lagoa do Cabrinha apresentaram, respectivamente, 42% e 58% das amostragens em não conformidade com o preconizado pela legislação (valores na faixa de 6 a 9) e valores médios de 8,658 e 8,934, sendo os piores pontos em relação a esse parâmetro de qualidade. Conforme Von Sperling (2005), embora o pH possua grande importância no controle do processo de tratamento de águas e esgotos, a variável não gera muita implicância em termos de saúde pública. Valores extremos (baixos ou elevados), no entanto, podem causar irritação na pele e olhos.

Águas mais ácidas foram identificadas no Canal da Vila do Padre Eduardo, onde verificou-se conformidade em 92% e 75% das amostragens referentes aos pontos C1 (média e de 8,094) e C2 (média de 8,489), respectivamente; enquanto que na Lagoa do Lourival o atendimento a legislação respondeu a 83% das amostragens do ponto L3 (média de 8,708) e 92%, do ponto L4 (média de 8,688).

Na estação chuvosa, L1 e C1 apresentaram uma redução dos valores de pH quando observada suas médias, diferentemente dos pontos L2, L3, L4 e C2 cujos valores aumentaram. A análise de variância identificou que não houve diferença significativa entre as estações ($p > 0,05$). A variação sazonal de pH para os pontos de monitoramento pode ser observada na Figura 12.

Figura 12 - Variação sazonal dos valores de pH nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo

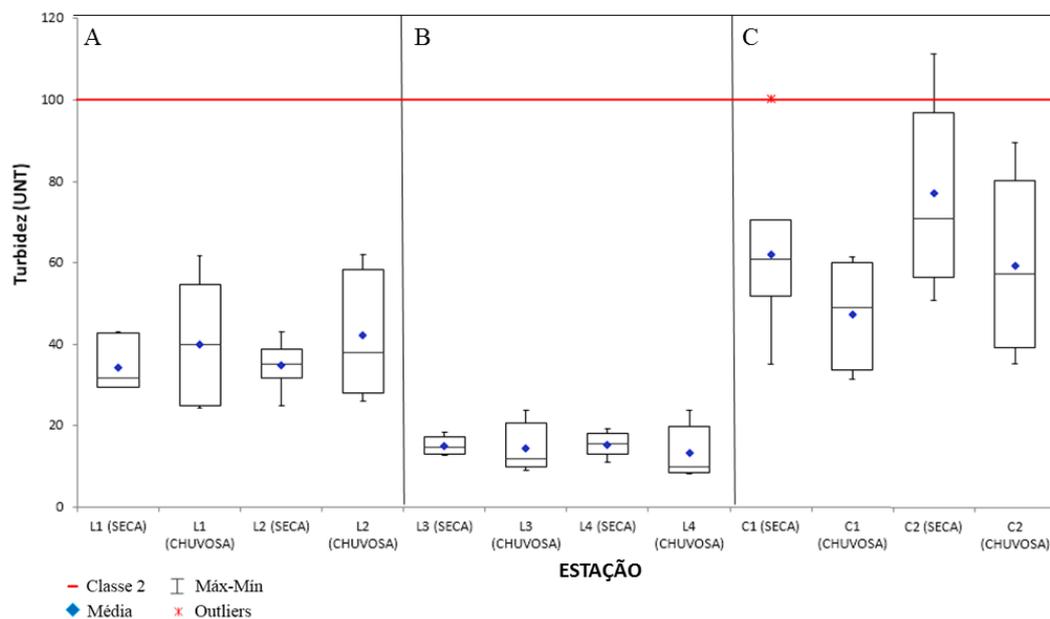


Fonte: Pesquisa direta (2018).

A turbidez apresentou-se mais elevada nos pontos C1 e C2 do canal cujas médias foram respectivamente 55,94 e 69,89 UNT. O limite máximo de 100 UNT proposto pela legislação foi atendido em 92% das amostragens do canal e em todos os casos nos demais corpos hídricos. O despejo de efluentes domésticos pode contribuir para elevação dos valores de turbidez (SARAIVA-REIS *et al.*, 2017), o que pode explicar estes resultados no canal. Menores valores de turbidez foram identificados na Lagoa do Lourival demonstrando a pouca influência da poluição difusa e pontual em seus pontos de monitoramento.

A turbidez não apresentou variação significativa entre as estações ($p > 0,05$). No período chuvoso verificou-se um aumento dos valores das lagoas e redução no canal, conforme apresentado pela Figura 13. No canal, a redução da turbidez na estação chuvosa pode estar associada a diluição das partículas proporcionada pelos volumes de chuva, sendo este fator mais significativo que o arraste de material ao longo da microbacia, principalmente se for considerado que esta última se encontra amplamente urbanizada, apresentando pouco solo exposto.

Figura 13 – Variação sazonal dos valores de turbidez nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



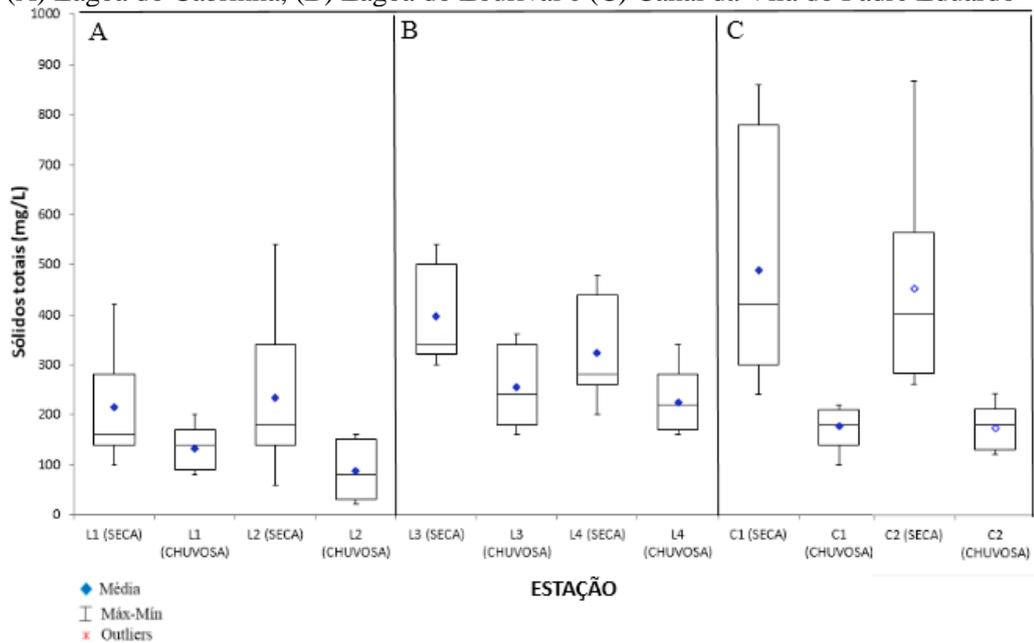
Fonte: Pesquisa direta (2018).

Em relação a variável sólidos totais, as maiores médias foram encontradas nos pontos C1 (358 mg/L) e C2 (333 mg/L), referentes ao Canal Padre Eduardo, e L3 (338 mg/L) e L4 (282 mg/L), pertencentes a Lagoa do Lourival. As menores médias de sólidos totais são atribuídas a Lagoa do Cabrinha e seus pontos L1 (180 mg/L) e L2 (173 mg/L). A partir do teste de Mann-Whitney, foram observadas variação sazonal significativa de sólidos totais somente para os pontos L2 e C1 ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram uma tendência de redução dos valores desta variável no período chuvoso em todos os pontos de monitoramento, assim como uma menor variação dos resultados, conforme a Figura 14.

A condutividade elétrica demonstrou um comportamento semelhante a variável sólidos totais com maiores médias no Canal da Vila do Padre Eduardo e menores na Lagoa do Cabrinha. As médias de CE também reduziram na estação chuvosa em todos os locais de amostragem,

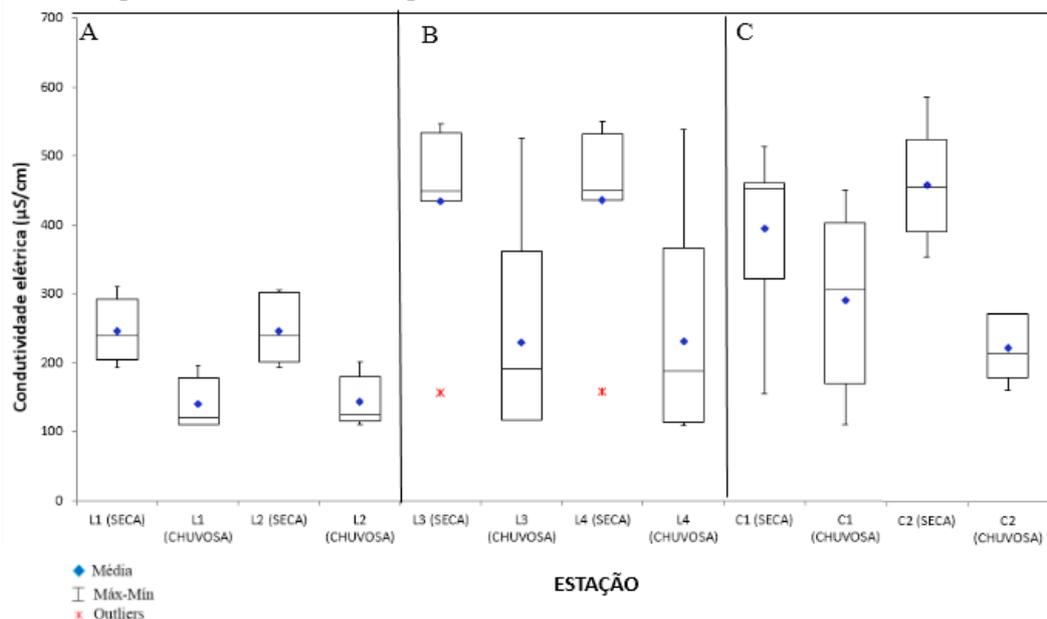
sendo verificada diferença estatística significativa nos pontos L1 e L2 ($p < 0,05$), conforme a Figura 15. Segundo Esteves (2011), a variação de CE em águas de ambientes tropicais pode ser influenciada pelas características geoquímicas da região, mudança das estações e pelas atividades antrópicas.

Figura 14 – Variação sazonal dos valores de sólidos totais nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Figura 15 – Variação sazonal dos valores de condutividade elétrica nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



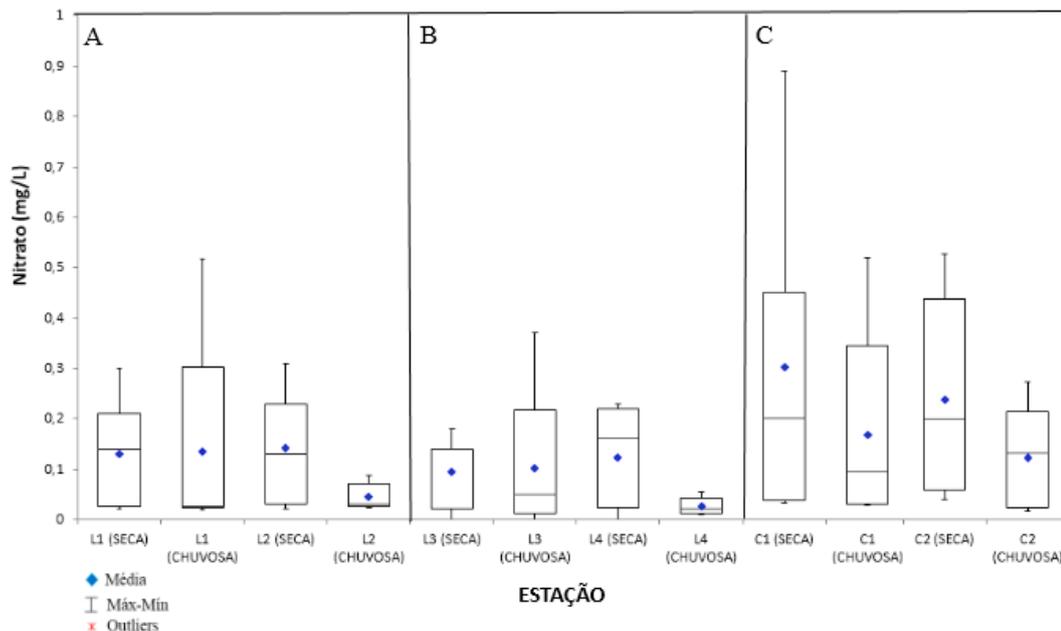
Fonte: Pesquisa direta (2018).

Os maiores valores de CE no período seco podem estar associados a diminuição do volume de água, o que ocasiona o aumento da concentração de sais na água e consequentemente das médias da variável. Lemos *et al.* (2010) encontraram resultados semelhantes na Lagoa do Apodi – RN, onde a condutividade elétrica diminuiu no período chuvoso. Estes mesmos resultados também foram verificados por Araújo *et al.* (2018), em águas de microbacias do reservatório Billings na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

A resolução estabelece valores limites de 10,0 mg/L para nitrogênio na forma de nitrato. Por meio das análises, verificou-se conformidade dessa variável em todos os pontos de coleta. As maiores médias foram observadas nos pontos do Canal da Vila do Padre Eduardo e as menores, na Lagoa do Cabrinha. Conforme Souza e Gastaldini (2014), a presença de nitrogênio na água indica poluição orgânica, o que pode explicar os valores mais elevados de nitrato nos pontos do Canal da Vila do Padre Eduardo.

Houve uma tendência de redução dos valores de nitrato no período chuvoso para a maioria dos pontos, com exceção dos pontos L1 e L3. Por meio do teste de Mann-Whitney, observou-se que não houve diferença significativa entre as estações nos pontos monitorados ($p > 0,05$). Os valores sazonais de nitrato estão sendo apresentados na Figura 16 na forma de gráfico *boxplot*.

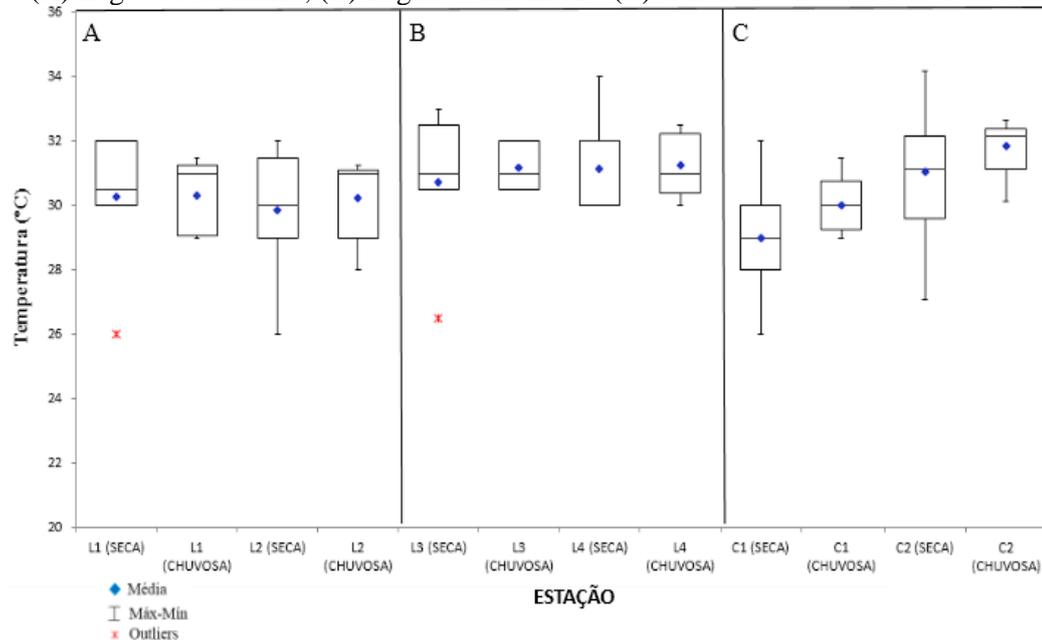
Figura 16 – Variação sazonal dos valores de nitrato nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

As diferenças de temperatura entre os pontos estão relacionadas à ordem e o horário de coletas, bem como a presença ou não de sombra nos locais de amostragem. A maior média foi apresentada pelo ponto C2 (31,3°C), o último a ser amostrado durante as coletas, enquanto que a menor, pelo ponto C1 (29,4°C), onde existe o impedimento da entrada de raios solares proporcionado pela arborização do parque. Na estação seca, verificou-se uma redução dos valores médios de temperatura em todos os pontos de coleta, embora não significativo ($p > 0,05$), bem como a maior variação entre os valores mínimos e máximos. A Figura 17 apresenta a variação de temperatura entre as estações.

Figura 17 – Variação sazonal dos valores de temperatura nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

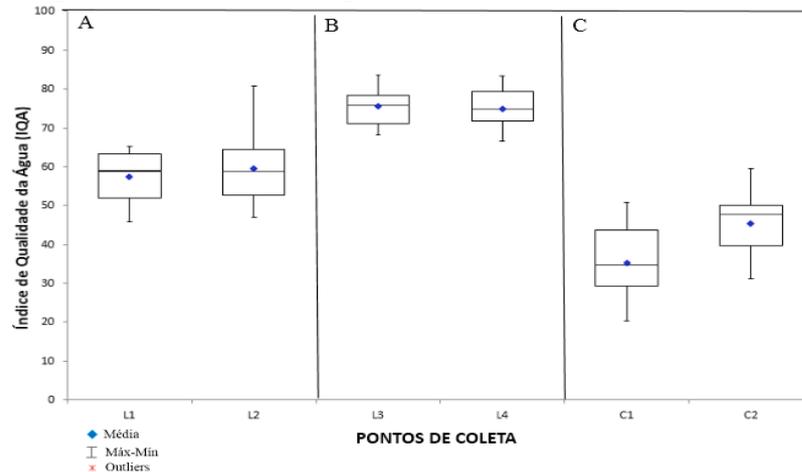
5.4 Índice de qualidade da água

As variáveis de qualidade da água gerados a partir desta pesquisa, no período de agosto de 2017 a julho de 2018, são apresentadas na Figura 18 sob a forma de valores correspondentes a escala do Índice de Qualidade da Água (IQA).

A interpretação da qualidade da água frente ao IQA permitiu identificar melhores valores nos pontos da Lagoa do Lourival (L3 e L4), coincidindo com a maior quantidade de variáveis em atendimento a Resolução CONAMA 357/2005. Esta lagoa apresentou IQA médio de 75 em ambos os pontos, classificando a qualidade de suas águas como “boa”, além de maior

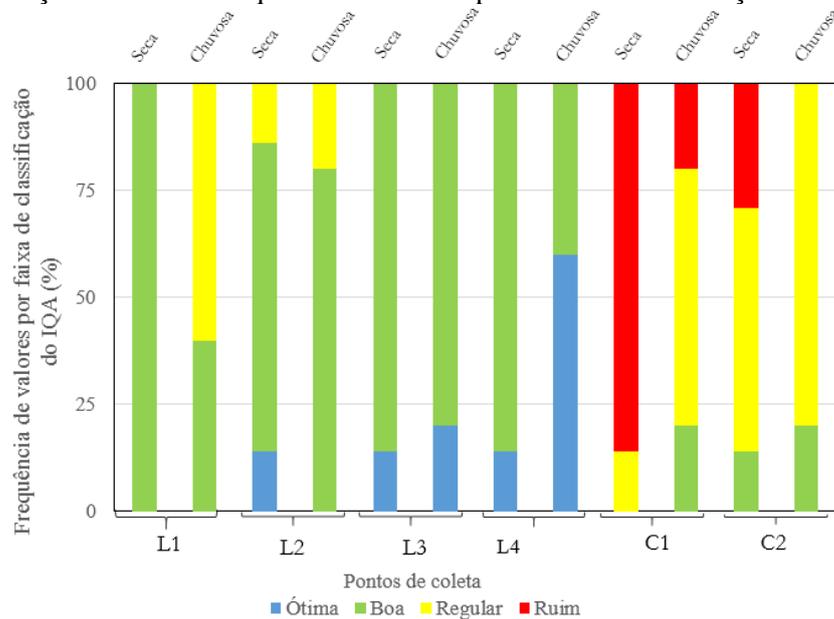
freqüência de valores de IQA categorizados como “ótimo” que se deram principalmente na estação chuvosa, conforme pode ser verificado na Figura 19.

Figura 18 – Variação dos valores de Índice de Qualidade da Água nos pontos de monitoramento referentes a (A) Lagoa do Cabrinha, (B) Lagoa do Lourival e (C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Figura 19 - Variação sazonal da freqüência de valores por faixa de classificação do IQA (%)



Fonte: Pesquisa direta (2018).

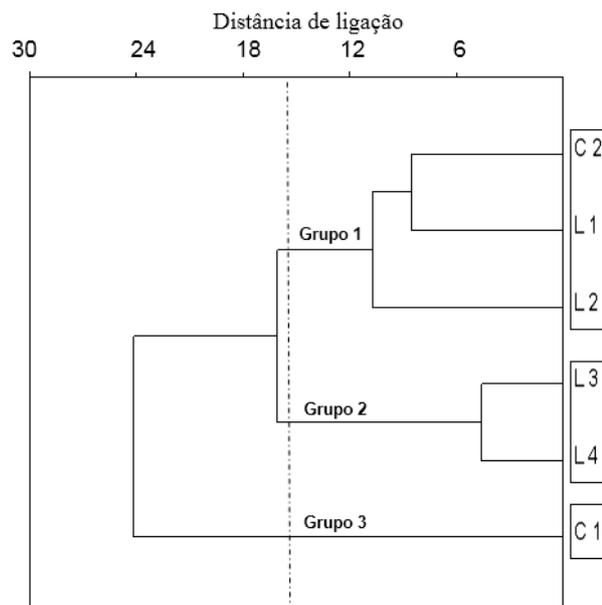
A análise de variância, no entanto, indicou que não houve diferença sazonal significativa entre as estações para a Lagoa do Lourival, fato este que se repete na Lagoa do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo ($p > 0,05$).

Embora a Lagoa do Cabrinha também possa ser classificada como “boa”, esta apresentou qualidade de água inferior a Lagoa do Lourival, conforme seus valores médios de IQA de 57, no ponto L1, e 59, no ponto L2. A presença de valores de IQA classificados como “regulares” foi detectada majoritariamente na estação chuvosa, indicando uma redução de qualidade de suas águas associada ao aumento dos valores das variáveis *E. coli*, DBO e turbidez neste mesmo período e que podem ser atribuídos a contribuições da poluição difusa e conexão existente com o Canal da Vila do Padre Eduardo.

A pior qualidade da água foi identificada no Canal da Vila do Padre Eduardo com média de IQA de 35, no ponto C1 (“ruim”), e 45, no ponto C2 (“regular”). Estes resultados foram atribuídos ao despejo de efluentes domésticos também responsável pelo aumento dos valores de *E. coli*, DBO e turbidez neste corpo hídrico. O canal foi o único a apresentar valores de IQA categorizados como “ruim”, sendo estes mais frequentes na estação seca principalmente no ponto C1. Na estação chuvosa, o aumento do IQA e, portanto, da qualidade da água foi relacionado a redução dos valores de DBO e turbidez. Damasceno *et al.* (2015) encontraram resultados semelhantes em águas do rio Amazonas na orla de Macapá aos quais foram associados à diluição dos contaminantes proporcionado pelos volumes de chuva.

Por meio da análise hierárquica dos pontos de coleta, considerando as variáveis de qualidade da água, foi possível a obtenção do dendrograma apresentado na Figura 20.

Figura 20 - Dendrograma de agrupamento dos pontos de monitoramento de qualidade da água



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Observa-se a organização dos pontos de coleta em três grupos com qualidade de água similares, aos quais coincidem com os valores de IQA e conformidade das variáveis com a Resolução CONAMA 357/2005. O Grupo 2 inclui os pontos da Lagoa do Lourival (L3 e L4) e apresenta a melhor qualidade das águas, sendo esta indicada pelos valores mais elevados de IQA e maior atendimento das variáveis à legislação. Por outro lado, o Grupo 3 formado pelo ponto C1, montante do Canal da Vila do Padre Eduardo, apresenta a pior qualidade, sendo o grupo que mais se diferenciou em relação aos demais, caracterizando-se pelos valores mais baixos de IQA e menor conformidade das variáveis com a legislação. Os valores intermediários de qualidade da água foram associados ao Grupo 1, ao qual inclui os pontos da Lagoa do Cabrinha (L1 e L2) e ponto C2 do canal.

É interessante notar que os pontos C1 e C2 foram alocados em grupos distintos, embora pertençam a um mesmo corpo hídrico. Este fato pode estar relacionado a capacidade de autodepuração observada ao longo do trecho de cerca de um quilômetro entre os dois pontos, considerando os valores mais reduzidos de *E. coli* e fósforo total e maiores concentrações de OD observadas no ponto a jusante do canal quando comparado a seu montante. A baixa profundidade do canal permite a maior penetração da luz solar em seu perfil vertical, favorecendo a ocorrência dos processos fotossintéticos que por sua vez geram mais OD. A associação entre a incidência da radiação solar, temperaturas elevadas durante todo o ano, aos quais caracterizam o clima da região, e as altas concentrações de OD na água criam condições adversas para sobrevivência dos microorganismos patogênicos, tornando este corpo d'água semelhante a uma lagoa de maturação.

5.5 Percepção de qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte

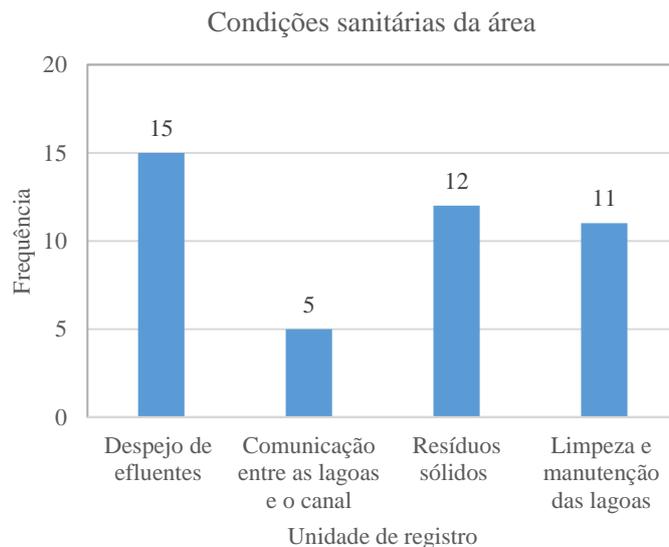
Com intuito de verificar a percepção de moradores dos bairros Matadouro e São Joaquim a respeito da qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte foram realizadas 25 entrevistas junto a residentes dos referidos bairros. Desse total, 19 (76%) pertencem ao gênero feminino e 6 (24%) ao masculino. Essa diferença está relacionada a maior presença de mulheres nas residências no horário da manhã, quando ocorreram as entrevistas. Por meio da técnica de análise de conteúdo, as falas dos participantes foram organizadas em categorias temáticas, conforme também é apresentado no Apêndice C deste documento.

Os resultados permitiram identificar que, no grupo pesquisado, existem percepções distintas a respeito da qualidade da água das lagoas e do canal. Elas se baseiam em aspectos sanitários da área (despejo de efluentes, ligação com o Canal da Vila do Padre Eduardo, manejo

dos resíduos sólidos, limpeza e manutenção das lagoas), nos bioindicadores de qualidade da água (presença de animais e sinais de eutrofização da água) e nos usos atribuídos às lagoas (pesca, banho, uso de veículos náuticos, apreciação paisagística, equilíbrio ecológico e controle climático). Estes aspectos são geralmente avaliados a partir da experiência visual e necessitam da observação direta dos participantes. Conforme Tuan (1980), embora o ser humano perceba o mundo simultaneamente com os cinco sentidos (visão, audição, olfato, paladar e tato), ele possui maior relação de dependência com a visão. Na sociedade moderna, o homem tem aprendido a confiar cada vez mais neste sentido, indicando a sua importância para estudos de percepção da qualidade ambiental.

Na categoria “Condições Sanitárias da Área”, o despejo de efluentes nas lagoas foi unidade de registro com maior quantidade de menções, conforme pode ser verificado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Frequência de menções por unidade de registro na categoria Condições Sanitárias da Área



Fonte: Pesquisa direta (2019).

Os participantes apontam para o despejo de efluentes no canal e em ambas as lagoas como um importante fator para redução da qualidade das águas do parque. Este aspecto é bem menos percebido na Lagoa do Lourival, além disso, conforme alguns relatos de moradores, esta não possui conexões com outros corpos hídricos, recebendo somente água da chuva o que contribui para a melhor classificação de sua qualidade. Machado *et al.* (2018) também identificaram no lançamento de efluentes um aspecto importante para qualificação das águas superficiais da Bacia do Rio Corrente, em Pedro II-PI, pelos moradores da região.

O Canal da Vila do Padre Eduardo é percebido como detentor de qualidade inferior pela maioria dos moradores entrevistados. Em algumas falas foi utilizada a palavra “esgoto” para se referirem ao canal, indicando a perda de identidade deste corpo d’água como recurso hídrico. A Figura 21 apresenta exemplos de pontos de despejo de efluentes nas lagoas e canal.

Figura 21 - Fontes pontuais de poluição identificados nas lagoas A) do Cabrinha, B) do Lourival e C) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Os discursos colhidos também relacionam o canal a menor qualidade das águas da Lagoa do Cabrinha em razão da existência de uma ligação entre os dois corpos hídricos. Conforme o relato de uma moradora, no período chuvoso, ocorre o aumento do volume das águas do canal, levando ao seu transbordo para a Lagoa do Cabrinha, dessa forma, contaminando-a. A ligação entre o canal e a Lagoa do Cabrinha apresentada na Figura 22 não existia até o ano de 2012 quando foi construída com o intuito de melhorar a drenagem das águas pluviais e assim diminuir a ocorrência de inundações na área.

Em relação aos resíduos sólidos, os participantes relatam que ainda existe o despejo inadequado pela área do parque, como no apresentado na Figura 23, embora tenha ocorrido uma melhora após as ações do PLN.

Inferese a partir dos discursos dos moradores que a presença ou ausência de resíduos conferem, respectivamente, uma pior ou melhor qualidade às águas das lagoas. Os resíduos contribuem para a poluição difusa e podem ser carreados pelas chuvas ao longo da bacia causando a degradação das águas urbanas. Em Macêdo-Silva *et al.* (2016), que estudaram a percepção de transeuntes de três praias da cidade de São Luís - MA, a presença de resíduos sólidos, assim como despejo de efluentes, também foi relacionada a menor qualidade das águas.

Figura 22 – Ligação entre Canal da Vila do Padre Eduardo e Lagoa do Cabrinha



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Figura 23 – Resíduos sólidos despejados de modo inadequado próximo A) a Lagoa do Cabrinha e B) Canal da Vila do Padre Eduardo



Fonte: Pesquisa direta (2018).

Segundo a Prefeitura Municipal de Teresina (2014), as condições precárias das vias da região das Lagoas Norte traziam dificuldades ao acesso de veículos de coleta de resíduos sólidos. Dessa maneira, os moradores recorriam a métodos alternativos para a disposição final de resíduos, como a sua queima ou lançamento em terrenos baldios e corpos d'água.

O despejo inadequado de resíduos no local também é relatado por Trindade Júnior *et al.* (2012), que analisaram a percepção socioambiental de residentes próximos a lagoas da Zona Norte de Teresina, incluindo as Lagoas do Lourival e Cabrinha. De acordo com estes autores, 9% dos moradores entrevistados confirmaram dispor os resíduos de maneira inadequada nas

lagoas, justificando que não eram atendidos pelo serviço de coleta pública, o que na época também foi atribuído à falta de acesso do veículo de coleta a suas ruas.

Além de ações em torno da educação ambiental, esgotamento sanitário e habitação, a melhora da mobilidade urbana foi um dos resultados das intervenções do Programa Lagoas do Norte (PMT, 2014), o que gerou o aprimoramento do serviço de coleta de resíduos na área do parque. Atualmente, o atendimento é realizado três vezes por semana na região, assim como para grande parte de Teresina (PMT, 2018). Ainda segundo a Prefeitura de Teresina (PMT, 2018), em locais cujo acesso seja mais restrito, o atendimento é realizado por carroceiros, que após a prestação do serviço, dispõem os resíduos em locais específicos e de mais fácil acesso para os veículos de coleta convencional. Estes carroceiros são integrantes da Associação de Carroceiros do município de Teresina, que possui convênio formalizado com a prefeitura por meio das Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDU's).

Em alguns discursos, a tomada de consciência por parte dos moradores é apontada como fator importante para redução do despejo inadequado de resíduos observado ao longo dos anos. Para uma participante, este processo foi condicionado pela relação de apego dos residentes às lagoas, dessa maneira, evidenciando indícios da existência de sentimento topofílico (apego ao lugar), conforme descrito por Tuan (1980).

A presença de resíduos sólidos relaciona-se com a frequência de limpeza e manutenção do parque. Vale ressaltar que o local vem sendo continuamente atendido por serviços urbanos de limpeza na forma de capina e varrição das vias e área do parque, verificado no presente estudo por meio da observação direta. Estes aspectos também foram constatados como influentes para a percepção dos moradores em relação à qualidade das águas das lagoas e canal.

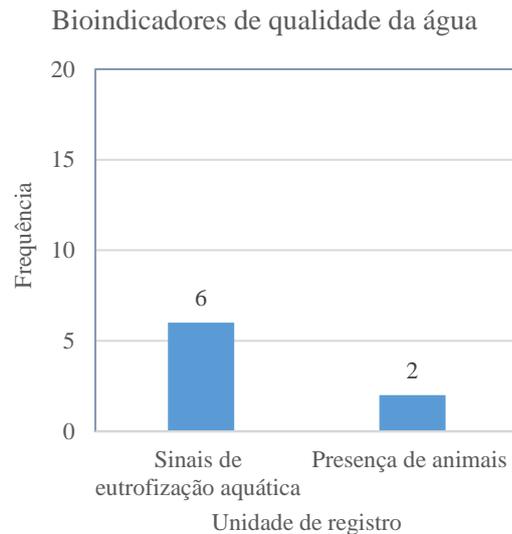
Segundo alguns participantes, a limpeza das lagoas está sendo realizada por meio da retirada mecânica dos resíduos da água e isso é o suficiente para manutenção da sua qualidade ambiental. Há, no entanto, moradores que concordam com a necessidade de soluções mais complexas para a problemática. Eles acreditam que as lagoas estão poluídas e que somente o tratamento de suas águas com o uso de produtos químicos pode trazer uma resolução para a questão. Para outras duas participantes, que entendem que houve uma melhoria da qualidade das águas, isso se deve a aplicação de “remédio”/ “medicamento” nas lagoas. Estes resultados evidenciam a possível falta de informação em relação ao processo de recuperação ambiental das lagoas.

Em entrevista informal a técnicas da Unidade de Gerenciamento do Programa Lagoas do Norte (UGP), também responsável pela administração do parque, houve a negação da adoção de métodos de recuperação com uso de agentes químicos ou semelhantes. Segundo elas,

dentre as estratégias utilizadas estão a limpeza periódica da área e a universalização dos serviços de esgotamento sanitário, ambos associados a práticas permanentes de educação ambiental.

Na categoria “Bioindicadores de Qualidade da Água”, os sinais de eutrofização registraram o maior número de menções conforme o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Frequência de menções por unidade de registro na categoria Bioindicadores de Qualidade da Água



Fonte: Pesquisa direta (2019).

Nos discursos, os participantes mencionam a “cor verde” da água (floração de fitoplâncton) e presença de “aguapés/canaranas” (macrófitas aquáticas) como indicadores de poluição das lagoas e canal. A eutrofização tem como causa o aumento excessivo de nutrientes (fósforo e nitrogênio) das águas. O fósforo total foi uma das variáveis analisadas neste estudo que se encontraram com valores acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 em várias amostragens, principalmente na Lagoa do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo.

De acordo com os moradores, os sinais de eutrofização das lagoas eram mais visíveis antes da implantação do Programa Lagoas do Norte, principalmente na Lagoa do Cabrinha, onde a floração de macrófitas chegou a cobrir completamente seu espelho d’água por alguns períodos, conforme também pode ser verificado na Figura 24.

Além do efeito estético negativo (POMPÊO, 2017), a eutrofização traz implicações aos múltiplos usos como o lazer, banho e esportes aquáticos ao reduzir a qualidade das águas e profundidade média dos corpos d’água (ESTEVES, 2011).

Figura 24 – Floração de macrófitas aquáticas sobre o espelho d'água das lagoas do Parque Ambiental Lagoas do Norte



Fonte: *Google Earth Pro* (2018).

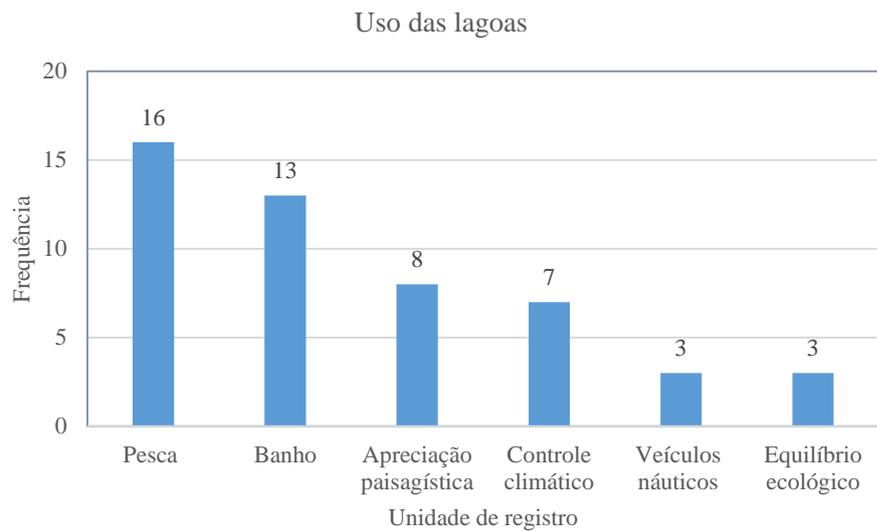
A presença de animais como peixes, jacarés e capivara foi indicada por uma participante como determinante para atribuir boa qualidade às águas das duas lagoas do parque, assim como a ausência de sinais de mortandade de peixes por outra moradora entrevistada. A poluição constitui-se como uma séria ameaça à vida aquática (WANG *et al.*, 2018). No estudo de Kochalski *et al.* (2019), habitantes de quatro países europeus entendem a poluição como o principal fator para a perda da biodiversidade de peixes. Este resultado também foi encontrado por Andrade *et al.* (2019), segundo estes autores, na percepção de pescadores artesanais do município de Ariquemes-RO, a poluição das águas é um aspecto importante para redução de algumas espécies de peixe local.

Na categoria “Uso das Lagoas” foram identificados os usos atribuídos e rejeitados para as lagoas pelos participantes. Essas atribuições foram majoritariamente influenciadas pela percepção de qualidade das lagoas e os possíveis riscos à saúde humana a partir dos usos diretos e indiretos da água. Em Abraham *et al.* (2016), o risco à saúde humana foi um fator considerado por moradores de Accra, em Gana, para adoção de determinados comportamentos em relação às águas superficiais.

A pesca foi o principal uso mencionado pelos moradores entrevistados, conforme pode ser verificado no Gráfico 5. Segundo os participantes deste estudo, esta é uma atividade antiga na região e importante do ponto de vista alimentício, principalmente como alternativa de proteína para os moradores de menor poder aquisitivo. Os entrevistados comentam que os peixes oriundos das lagoas são adequados ao consumo e utilizam o fato de desconhecerem casos

de adoecimento relacionados a prática como justificativa para suas opiniões. No entanto, a atividade é proibida no local, conforme pode ser verificado nas placas afixadas ao longo do parque, a exemplo da Figura 25.

Gráfico 5 - Frequência de menções por unidade de registro na categoria Uso das Lagoas



Fonte: Pesquisa direta (2019).

Figura 25 – Modelos de sinalização de proibição utilizada no Parque Ambiental Lagoas do Norte



Fonte: Autora (2018).

Segundo a equipe técnica da UGP, a proibição de atividades como a pesca, esportes aquáticos e o banho está relacionada a incerteza em torno da qualidade das águas das lagoas e os possíveis riscos à saúde dos usuários. Outro importante fator para a proibição da pesca é a necessidade de proteção da fauna local contra a pesca realizada de forma predatória.

Conforme outros discursos expressos pelos moradores entrevistados, os peixes de ambas lagoas são inapropriados para o consumo humano. Estes participantes também consideram o risco de prejuízos à saúde humana, principalmente do pescado oriundo da Lagoa do Cabrinha e Canal da Vila do Padre Eduardo. As placas de proibição foram percebidas como mais um sinal desta inadequação e, portanto, embasando suas opiniões sobre a qualidade das águas das lagoas.

Em relação ao uso das lagoas para o banho, assim como a pesca, as placas também foram utilizadas pelos participantes para qualificar as lagoas como inapropriadas para a atividade. No entanto, mais do que a poluição, a rejeição das águas deve-se principalmente ao temor diante do risco de afogamento.

As lagoas objeto deste estudo possuem sua origem ligada à atividade de extração de areia e cascalho (PMT, 2007). De acordo com os participantes, ao longo do tempo, a atividade tornou-as profundas e perigosas, já ocasionando alguns casos de morte por afogamento. Este foi mais um motivo que levou a proibição da atividade no local por parte da administração do parque.

Uma participante comenta ter observado o uso das lagoas para o banho e isso lhe trouxe a ideia de adequabilidade das lagoas para o uso. De maneira geral, esta atividade é tida como desejada pelos participantes e poderia ser mais uma opção de lazer para os moradores, mas que encontra empecilhos diante da proibição, dos riscos de afogamento e pelas incertezas em torno da qualidade da água, como citado anteriormente. Estes resultados são semelhantes ao encontrado por Morais (2011), que analisou a qualidade das águas e a percepção de frequentadores do balneário Curva São Paulo, no rio Poti, em Teresina-PI. As águas apresentaram condições satisfatórias de balneabilidade em 90% do período monitorado, porém, a presença dos banhistas vinha decrescendo. A ideia de perigo e poluição que o local representa estão dentre os principais fatores que levam a falta de interesse dos frequentadores em banhar-se no local.

Para os participantes que mencionaram o uso das lagoas para atividades de navegação (pedalinho, canoagem, *jet-ski*), esta seria mais uma forma de incrementar o lazer e conseqüentemente o turismo da região. A resolução CONAMA 357/2005 engloba estas atividades como recreação de contato secundário, ao mesmo tempo, as coloca como usos menos exigentes de qualidade das águas quando comparada à recreação de contato primário (banho, por exemplo) (BRASIL, 2005). Como citado anteriormente neste estudo, na Lagoa do Lourival, essas atividades são possíveis o ano todo; no entanto, contraindica-se o uso da Lagoa do

Cabrinha em períodos chuvosos, quando a água tende a diminuir de qualidade em função do aumento significativo dos valores de *E. coli*.

As lagoas também foram mencionadas como importantes para o controle climático local. Para os moradores entrevistados, a presença destes corpos d'água tem sua importância relacionada a melhoria do conforto térmico, resultado semelhante ao encontrado por Lima *et al.* (2013), que investigaram percepção de praticantes de atividades físicas neste mesmo parque.

Alguns participantes citaram a importância das lagoas para manutenção da fauna e flora presentes no parque, relacionando-as a ideia de natureza e bem-estar coletivo. O paisagismo também é mencionado como um importante uso, tendo em vista a beleza cênica das lagoas. Ressalva-se, porém, que alguns destes discursos denotam a ideia de que as lagoas são poluídas e, portanto, inviáveis para outros tipos de usos, considerando o contato direto com a água. É interessante notar que a manutenção do equilíbrio ecológico para as comunidades aquáticas é um dos usos mais exigentes em qualidade da água, conforme a Resolução CONAMA 357/2005, embora o mesmo não aconteça com o paisagismo, um dos menos exigentes.

Diante destes resultados, demonstra-se que a poluição das águas pode provocar prejuízos que vão além da esfera ambiental, ao atingir o consciente coletivo de uma população, gerando o sentimento de rejeição em torno das águas e seus possíveis usos.

Para o melhor aproveitamento das lagoas e valorização do espaço do parque será necessário o estabelecimento de um diálogo entre a sociedade e o poder público. Para tanto, é preciso considerar as múltiplas percepções dos moradores e seus desejos em relação ao local, a infraestrutura física existente e a adequabilidade da qualidade das águas em relação a diversos usos.

Embora o PLN apresente um programa de monitoramento de qualidade de água, a falta de divulgação destes resultados bem como a existência de lacunas temporais de dados pode comprometer o processo de participação da sociedade ao qual depende da provisão de informações. Evidencia-se, portanto, a importância da criação de canais de divulgação para estas informações, que também podem cumprir um importante papel junto ao processo de educação ambiental da comunidade. Com estes elementos é possível a construção de melhores condições para a participação popular e conseqüentemente para gestão democrática do parque.

6 CONCLUSÕES

A área da microbacia estudada apresenta-se urbanizada e densamente ocupada, sendo a classe de uso do solo Área Construída a que possui maior representação. Embora apresente ampla cobertura de rede de esgoto, as ruas e residências ainda não atendidas pelo serviço na microbacia podem representar fontes potenciais de poluição para os corpos d'água do parque. Assim, verifica-se pior qualidade das águas no Canal da Vila do Padre Eduardo, principalmente em seu ponto C1, ao qual recebe maior carga de poluentes. O lançamento de efluentes no canal também afeta de maneira indireta a qualidade das águas da Lagoa do Cabrinha, principalmente no período chuvoso. Demonstra-se, dessa forma, a necessidade de melhorias quanto ao esgotamento sanitário da região, tendo em vista a busca pela reabilitação integral das lagoas e canal.

Os resultados deste estudo indicam que os moradores percebem de maneiras distintas a qualidade das águas do parque, havendo geralmente correspondências entre estas percepções e os resultados do monitoramento de qualidade da água. A experiência visual demonstrou-se como um importante fator para qualificação das águas, sendo as condições sanitárias da área, os bioindicadores de qualidade da água e os usos atribuídos as lagoas os aspectos mais determinantes. Foram estes elementos que permitiram aos participantes identificarem as ações do Programa Lagoas do Norte como determinantes para melhoria da qualidade das águas do parque e a Lagoa do Lourival como detentora da melhor qualidade, coincidindo com os resultados do monitoramento. Além do paisagismo, identificou-se que as lagoas possuem grande potencial para atividades recreacionais de contato secundário, considerando a avaliação da qualidade da água, o potencial turístico da região e os desejos apresentados pelos moradores participantes deste estudo.

O processo de reabilitação urbana e ambiental do PALN está condicionado à participação popular, sendo importante considerar as múltiplas percepções, opiniões e desejos dos moradores para melhor gestão do parque. O cenário identificado por este estudo evidencia a necessidade de um maior diálogo entre o poder público e a sociedade tendo em vista o melhor aproveitamento das lagoas. Para tanto, se torna essencial a realização de um monitoramento contínuo de qualidade da água bem como a divulgação destes dados. Estas informações associadas à educação ambiental poderão apoiar a criação de condições para uma gestão democrática e participativa do parque.

Espera-se que os resultados gerados neste estudo possam contribuir para a tomada de decisões e o desenvolvimento de políticas públicas para a região.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987.

ABRAHAM, Ernest M.; MARTIN, Andrinne; RASCHID-SALLY, Liqa. Perceptions, attitudes and behaviours toward urban surface water quality in Accra, Ghana. **Management of Environmental Quality: An International Journal**. Vol. 27, Nº. 5, pp. 491-506, 2016.

AKKOYUNLU, A.; AKINER, M. E. Pollution evaluation in streams using water quality indices: A case study from Turkey's Sapanca Lake Basin. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 501-511, 2012.

ALMANZA-MARROQUIN, V.; FIGUEROA, R.; PARRA, O.; FERNANDEZ, X.; BAEZA, C.; YAÑEZ, J.. URRUTIA, R.. Bases limnológicas para la gestión de los lagos urbanos de Concepción, Chile. **Lat. Am. J. Aquat. Res.** Valparaíso, v. 44, n. 2, p. 313-326, mayo. 2016.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017a. Disponível em: http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em: 19 dez. 2018.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Cuidando das águas**: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2º ed. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Hidro Web** – Apresentação. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf#>. Acesso em: 07 mar. 2019.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Indicadores de qualidade - Índice de Qualidade Das Águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 03 mai. 2018b.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **PNQA**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>. Acesso em: 30 dez. 2018a.

ANDRADE, B.; ANDRADE, J.; BRITO, J.. Situação da pesca artesanal e condições ambientais na percepção dos pescadores do município de Ariquemes/RO. **Scientia Amazonia**, v. 8, n.1, RP1-RP12, 2019.

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, F.; ALMEIDA, F.; BONGIONANI, M.; SHENEIDER, R.. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 1, 2016.

ANGELINI, R.; BINI, L.M.; STARLING, F.L.R.M. Efeitos de diferentes intervenções no processo de eutrofização do Lago Paranoá (Brasília - DF). **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 564-571, 2008.

ANTUNES, C. M. M.; BITTENCOURT, S. C.; RECH, T. D.; OLIVEIRA, A. C. de. Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. N. 32, P.. 75-87, jul., 2014.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination Water and Wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005, 1083p.

- ARAUJO, P. L.; HAMBURGUER, D. S.; JESUS, T. de J.; BENASSI, R. F.; CICCIO, V. de. Relação entre a qualidade da água e o uso do solo em microbacias do reservatório Billings, na Região Metropolitana de São Paulo – SP. **Revista de Gestão de Água da América Latina**. V. 15, Jan/Dez, 2018.
- BACCI, D. L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.
- BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARBOSA, V. **A última gota**. 1º ed. São Paulo: Planeta, 2014.
- BARROS, M. T. L. de. Gestão de recursos hídricos. In: PHILIPPI JR. Arlindo; ALVES, Alaôr C. (ed). **Curso interdisciplinar de direito ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2005.
- BASTOS, S.; BETARELLI JUNIOR, A.; GOMES, B.; DINIZ, J. Evidências entre a Qualidade das Bacias Hidrográficas e as Características dos Municípios de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 56.1, 143-162, 2018.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. (ed.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- BECK, U.. **Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Ed. 34, 2010.
- BORGHETTI, J.; SILVA, W.; NOCKO, H.; LOYOLA, L.; CHIANCA, L.. **Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias**. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO): Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i7251o.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D. F., p. 470, 09 jan. 1997.
- BRASIL. **Resolução CONAMA 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] República Federativa do Brasil, Brasília, D. F., p. 58-63, 18 mar. 2005.
- BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, p. 67-98, 2007.
- BUCCI, M.; OLIVEIRA, L. C. Índices de qualidade da água e de estado trófico na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, 2014.
- BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo-2017**. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2018.

CHEN, W. Y. Environmental externalities of urban river pollution and restoration: A hedonic analysis in Guangzhou (China). **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 170-179, 2017.

CIRILO, J.. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**, n. 106, p. 45-58, 2015.

COIMBRA, J. A. A. Linguagem e percepção ambiental. In: PPHILLIP JR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (Org.). **Curso de gestão ambiental**. 2ª. Ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2004.

COSTA, R. S. S.; FERREIRA, D., A. de O. Riscos socioambientais e ocupação irregular em áreas de enchentes nos bairros Olarias, Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco e Mocaminho – Teresina (PI). In: PITTON, Sandra E. C.; ORTIGOZA, Silvia A. G. (orgs.) **Diferentes olhares sobre a geografia de Teresina-PI**. Rio Claro: IGCE/UNESP – Pós-Graduação em Geografia, 2011.

CRUZ, I. C.; ESPINDOLA, G. M.; CARNEIRO, E. I. Três décadas de expansão urbana e concentração populacional em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista ESPACIOS. Vol. 37 (Nº 24) Año 2016**, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n24/16372403.html>. Acesso em: 10 dez. 2018.

DAMASCENO, M.; RIBEIRO, H.; TAKIYAMA, L.; PAULA, M. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Ambiente & Água**. vol. 10 n. 3 Taubaté – Jul. / Sep. 2015

DICTORO, V. P.; HANAI, F. Y. Análise da relação Homem-água: a percepção ambiental dos moradores locais de Cachoeira de Emas – SP, bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. **Revista Ra'e Ga**. Curitiba, v.36,. p. 92 – 120. Abr/2016.

DOGARU, D.; ZOBRIST, J.; BALTEANU, D.; SIMA, M.; AMINI, M.; YAN, H.. Community perception of water quality in a mining-affected area: A case study for the Certej catchment in the Apuseni mountains in Romania. **Environmental management**, v. 43, n. 6, p. 1131-1145, 2009.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 3º Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2011.

FAÇANHA, A. C.; VIANA, B. A. da S.. Planejamento e gestão urbana em Teresina (PI): notas da Agenda 2015 como plano diretor. **Revista Equador**, v. 1, n. 1, p. 60-78, 2012. Pág. 76.

FEITOSA, S.; GOMES, J.; MOITA NETO, J.; ANDRADE, C.. Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina-Piauí. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.

FIDALGO, E. C.; PRADO, R.. B.; TURETTA, A.. P. D.; SCHULER, A.. **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos**: seleção de áreas e monitoramento. Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E). Brasília: Embrapa, 2017.

FRASCARELI, D.; BEGHELLI, F.; SILVA, S.; CARLOS, V.. Heterogeneidade espacial e temporal de variáveis limnológicas no reservatório de Itupararanga associadas com o uso do solo na Bacia do Alto Sorocaba-SP. **Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, 2015.

GANDARA, G. S.. Teresina: dreamed capital of Brazil in the nineteenth-century. **História (São Paulo)**, v. 30, n. 1, p. 90-113, 2011.

GONÇALVES, B. V.; GOMES, L. J.. Percepção ambiental de produtores rurais na recuperação florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim –Sergipe.**Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, 2014. Pág. 129.

GUERRA, S.. A crise ambiental na sociedade de risco. **Lex Humana**, nº 2, p. 177-215, 2009.

HILL, R.. Rio Tâmis: Londres, Inglaterra. In: MACHADO, Thomáz G. da M. *et al* (Org.). **Revitalização de Rios no Mundo**: América, Europa e Ásia. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010. <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas**. 2010b. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 16 dez. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases e referências**. 2015. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/. Acesso em: 04 mai. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. 2010a. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>. Acesso em: 01 dez. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Teresina**. 2010c. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/54R>. Acesso em: 01 mai. 2018.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **BDMEP** - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 29 nov. 2018a.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **O fenômeno “La Niña” está de volta**. 20 abr. 2017. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2017/SETEMBRO/LA-NINA_bra.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Prognóstico climático de outono**. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=noticia/visualizarNoticia&id=123>. Acesso em: 18 dez. 2018b.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **A obrigatoriedade legal de apresentação do plano municipal de saneamento básico**. Publicado em: 12 fev. 2016. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/a-obrigatoriedade-legal-de-apresentacao-do-plano-municipal-de-saneamento-basico>. Acesso em: 01 dez. 18.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento**. 2018. São Paulo. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

JACOBI, P. R.; GRANDISOLI, E.. **Água e sustentabilidade**: desafios, perspectivas e soluções. São Paulo: IEE-USP e Reconnecta, 2017.

JOHNSON, B.; FAGGI, A.; VOIGT, A.; SCHNELLINGER; BREUSTE, J. Environmental perception among residents of a polluted watershed in Buenos Aires. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 141, n. 3, p. A5014002, 2014.

JURY, W. A.; VAUX, H.. The role of science in solving the world's emerging water problems. **Proceedings of the national academy of sciences of the united states of america**, v. 102, n. 44, p. 15715-15720, 2005.

KANASHIRO, M.. A cidade e os sentidos: sentir a cidade. **Desenvolvimento e meio ambiente**, . Editora UFPR v. 7, p. 155-160, jan./jun. 2003.

KOCHALSKI, S.; RIEPE, C.; FUJITANI, M.; AAS, Ø.; ARLINGHAUS, R.. Public perception of river fish biodiversity in four European countries. **Conservation Biology**, v. 33, n. 1, p. 164-175, 2019.

KOTTEK, M; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; FRANZ, R.. World Map of the Koppen-Geiger climate classification update. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p 259-263, 2006.

LEMOS, M. de; NETO, M. F.; DIAS, N. da S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 14, n. 2, 2010.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L. do; OLIVEIRA, S. V. W. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LIBÂNIO, P.; CHERNICHARO, C.; NASCIMENTO, N.. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 10, n. 3, p. 219-228, Set, 2005.

LIMA, D.; SILVA, A.; SILVA, J.; SILVA, C.. Conforto térmico como influência nas práticas de atividade física em Teresina-PI: o caso do Parque Lagoas do Norte. **Anais... IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2013. Salvador/BA. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/IV-005.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2019.

LIMA, J. E. F. W.. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 3, p. 27-29, 2011.

LIMA, S.; LOPES, W.; FAÇANHA, A. C.. Urbanização e crescimento populacional: Reflexões sobre a cidade de Teresina, Piauí. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 1, 2017.

LOPES, F. W.; JESUS, C. R. de. Lazer e balneabilidade: uma abordagem histórica sobre o uso recreacional das águas na sociedade. **Caderno de Geografia**, v.27, n.50, 2017.

LOPES, A.; GOMES, L.; MARTINS, F.; CERQUEIRA, D.; MOTA FILHO, C.; VON SPERLING, E.; PÁDUA, V. Dinâmica de protozoários patogênicos e cianobactérias em um reservatório de abastecimento público de água no sudeste do Brasil. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 25-43, 2017.

LORANDI, R.; CANÇADO, C.. Parâmetros Físicos para Gerenciamento de Bacias Hidrográfica. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio FM. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Editus, 2002. Pág. 57.

MACÊDO-SILVA, W.; TCHAICKA, L.; SÁ-SILVA, J.. Representações Sociais e Percepção Ambiental: A Balneabilidade de Praias de São Luís e São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Rosa dos Ventos – Turismo e Hospitalidade**, 8(IV), pp. 405-418, out-dez, 2016.

MACHADO, J. A “invisível” diversidade de oomicetos (oomycota), usos e qualidade da água do Complexo Açude Joana em Pedro II, Piauí. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Meio Ambiente, Universidade Feral do Piauí, Teresina.

MACHADO, J.; ROCHA, J.; CARVALHO, D. A “invisibilidade” dos oomicetos e a percepção socioambiental de comunidade na bacia do rio Corrente, Pedro II, Piauí, Brasil. In: SOARES, J.; ALMEIDA, R.; DANTAS, J.; GOMES, L.; GALVÍNCIO, J. (orgs.) **Rede Prodema em ação nas Ciências Ambientais**. Aracaju: Criação Editora, 2018.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C.; SELUCHI, M.; CUARTAS, A.; ALVEZ, L.; MENDIONDO, E.. OBREGÓN, Guillermo; SAMPAIO, GILVAN. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31-44, 2015.

MARTÍNEZ-ARROYO, A.; JÁUREGUI, Ernesto. On the environmental role of urban lakes in Mexico City. **Urban ecosystems**, v. 4, n. 2, p. 145-166, 2000.

MARTINS, G.; COSTA, A.; BARROS, A.; RAMALHO, F.. Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas-MG após construção de barragem. **Ambiente & Água**, v. 12, n. 6, p. 1025-1039, 2017.

MEDEIROS, W.; SILVA, C. E. da; LINS, R. P.. **Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais** d Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 13, n. 2, 2018.

MELAZO, G. C.. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, Uberlândia, Ano VI, n. 6, p. 45-51, 2005.

MENEZES, H. E.; MEDEIROS, R.; SANTOS, J. L. G. Climatologia da pluviometria do município de Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 135-141, 2016.

MILLER, T.. **Ciência ambiental**. 11ª ed. São Paulo: CENGAGE-Learning, 2008.

MINAYO, M. C. de S.. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MISAGHI, F.; DELGOSHA F; RAZZAGHMANESH M; MYERS B. Introducing a water quality index for assessing water for irrigation purposes: A case study of the Ghezel Ozan River. **Science of the Total Environment**, v. 589, p. 107-116, 2017.

MOIMAZ, M.; VESTENA, C. L. B. Fenomenologia e percepção ambiental como objeto de construção à Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 12, n. 2, p. 67-78, 2017.

MORAIS, R. C. S.. **Diagnóstico socioambiental do balneário curva São Paulo, Teresina-PI**. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Meio Ambiente, Universidade Feral do Piauí, Teresina.

MOREIRA, M.. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. 3º Ed. 2007.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M.. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 111-124, jun. 2008.

NOGUEIRA, L. L. F.; ESPINDOLA, G.; CARNEIRO, E. L. N. da C. Análise da ocupação urbana na Zona Centro-Norte de Teresina: considerações sobre a região do Encontro dos Rios. **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 5, Nº 3 (Edição Especial 02), p.25-42, 2016.

- OKAMOTO, J.. **Percepção ambiental e comportamento**: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.
- OLIVEIRA, L. N.; SILVA, C. E.. Qualidade da água do Rio Poti e suas implicações para atividade de lazer em Teresina-PI. **Revista Equador**, v. 3, n. 1, p. 128-147, 2014.
- OLIVEIRA, T. L. de F. O.; VARGAS, I. A. de. Vivências integradas à natureza: Por uma Educação Ambiental que estimule os sentidos. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, v. 22, jan-jul, p.309-322, 2009.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Inheriting a sustainable world?** Atlas on children's health and the environment. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: apps.who.int/iris/bitstream/10665/254677/1/9789241511773-eng.pdf. Acesso em: 01 dez. 2018.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE; UNICEF – FUNDAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA INFÂNCIA. **Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene**: 2017. Update and SDG Baselines. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: <http://who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-report-jmp-water-sanitation-hygiene.pdf?ua=1>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- ONU - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). **World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables**. Working Paper No. ESA/P/WP/248. Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf. Acesso em: 26 dez. 2018.
- ONU - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN**. 2018 Revision. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PressRelease.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E.. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio FM. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Editus, 2002.
- PITNEY, W. A. PARKER, J.. **Qualitative Research in Physical Activity and the Health Professions**. Human Kinetics. 2009.
- PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. **Avaliação ambiental do programa de melhoria da qualidade ambiental de Teresina – Programa Lagoas do Norte**. Relatório de Avaliação Ambiental – RAA. Teresina, 2007.
- PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. **Lagoas do Norte: encontro mostra importância do esgotamento sanitário**. 2017. Disponível em: <http://www.portalpmt.teresina.pi.gov.br/noticia/Lagoas-do-Norte-encontro-mostra-importancia-do-esgotamento-sanitario/14724>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. **Mapa de zoneamento urbano de Teresina**. 2015. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2018/09/Teresina-Mapa-de-Zoneamento-2017.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Teresina-PI**. Produto Final. DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S LTDA. 2018. Disponível em: <http://dom.teresina.pi.gov.br/admin/upload/ANEXO%20AO%20DOM2271-27042017.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2018.

PMT - PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. **Relatório de Avaliação Ambiental e Social - volume I**. Programa Lagoas do Norte – FASE II. Technum Consultoria. Teresina, 2014. Disponível em: <http://semplan.35.193.186.134.xip.io/wp-content/uploads/sites/39/2016/01/RAAS-VERS%C3%83O-FINAL-18nov2014.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

POMPÊO, M.. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros**. São Paulo: Instituto de Bio- ciências da USP, 2017. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/portal/macrophytas/all_book.pdf. Acesso em: 30 dez. 2018.

PRADO, T.; MIAGOSTOVICH, M.. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 30(7):1367-1378, jul, 2014.

REIS, D.; SANTIAGO, A.; NASCIMENTO, L.; OLIVEIRA, E.; MARQUES, L.; ROESER, H. Influência dos fatores ambientais e antrópicos nas águas superficiais no rio Matipó, afluente do rio Doce. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 14, e2, 2017.

RIBEIRO, H.; VARGAS, H. C.. Urbanização, globalização e saúde. **Revista USP**, n. 107, p. 13-26, 2015.

RODRIGUES, M.; MALHEIROS, T.; FERNANDES, V.; DAGOSTIN DAROS, T. A Percepção Ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. **Saúde Soc.** São Paulo, v.21, supl.3, p.96-110, 2012.

SABBION, P.. River Thames, England–Strategies and Technique. In: SABBION, Paola; PERINI, Katia (orgs.). **Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure**. Wiley Blackwell, 2016.

SANTOS, L. A. dos; LIMA, I. M. de M.F. Parque ambiental Lagoas do Norte: saneamento e conservação do ambiente entre os bairros Matadouro e São Joaquim Teresina, Piauí, Brasil. **Caminhos de geografia**-revista online. Uberlândia, v. 16, n. 54, p. 224-238, 2015.

SARAIVA-REIS, A.; REJALMA, A.; MELO, I.; MOITA NETO, J.. Identificação da concepção ambiental dos moradores do entorno da lagoa central do município de Lagoa Alegre–PI. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 27, p. 62-75, 2017.

SELBORNE, L.. **A ética do uso da água doce**: um levantamento. Brasília; UNESCO, 2001.

SEMPPLAN - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. **Mapa de zoneamento urbano de Teresina**. 2015. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2018/09/Teresina-Mapa-de-Zoneamento-2017.pdf>. Acesso em 08 out. 2018.

SEMPPLAN - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. **Programa Lagoas do Norte**. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/pln-caracterizacao/>. Acesso em: 07 de dez 2018a.

SEMPPLAN - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. **SDU Centro-Norte**. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/sdu-centronorte/>. Acesso em: 17 dez. 2018b.

SEMPPLAN - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. **Teresina que temos**. 2002. Disponível em: <http://semplan.35.193.186.134.xip.io/wp-content/uploads/sites/39/2015/05/TERESINA-QUE-TEMOS.pdf>. Acesso em 11 dez. 2018.

SERRÃO, M.; ALMEIDA, A.; CARESTIATO, A.. **Sustentabilidade**: uma questão de todos nós. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2014.

SILVA, F.; DE AQUINO, C.. Análise da qualidade da água do rio Poti, entre a ponte da primavera e a ponte Leonel Brizola, Teresina, Piauí. **OKARA: Geografia em debate**, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2015.

SILVA-SÁNCHEZ, S.; JACOBI, P. R. Políticas de recuperação de rios urbanos na cidade de São Paulo. Possibilidades e Desafios. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, vol. 14, núm. 2, nov. pp.119-132, 2012.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>. Acesso em 01 dez. 2018.

SOUZA, M. M. de; GASTALDINI, M. do C. C.. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 263-274, 2014.

TRINDADE JÚNIOR, O.; CARVALHO, D.; ROCHA, J.. Percepção ambiental e relações socioambientais em lagoas de Teresina-PI. In: ROCHA, José de Ribamar; BARROS, Roseli Farias; ARAÚJO, José Luís (orgs.). **Ambiente, sociedade e desenvolvimento no trópico ecotonal do Nordeste**. Teresina: EDUFPI, 2012.

TUAN, Y.. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 1980.

TUCCI, C. E. M.. Águas urbanas. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G.. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, n. 70, p. 24-35, 2006.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, Takako. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP**, n. 106, p. 21-30, 2015.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos hídricos no século XXI**. Oficina de Textos, 2011.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. Paris, UNESCO, 2015. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2018.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - 2016**. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2018.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos-2018**. Soluções baseadas na natureza para a gestão da água. Relatório, Resumo Executivo. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261594por.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2018.

VON SPERLING, M.. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. Volume 1. 3ª edição. Editora UFMG. 2005. 452 p.

WAAJEN, G.; VAN OOSTERHOUT, F.; DOUGLAS, G.; LÜRLING, M.. Geo-engineering experiments in two urban ponds to control eutrophication. **Water Research**, 97, 69–82. 2016.

WALKER-SPRINGETT, K.; SPRINGETT, R.; JEFFERSON, R.; BÖCK, K.; BRECKWOLDT, A.; COMBY, E.; COTTET, M.; HÜBNER, G.; SHAW, S.; WYLES, K. Ways forward for aquatic conservation: Applications of environmental psychology to support management objectives. **Journal of environmental management**, v. 166, p. 525-536, 2016.

WANG, E.; LI, H.; HU, H.; PENG, F.; ZHANG, P.; LI, J.. Spatial characteristics and influencing factors of river pollution in China. **Water Environment Research**, 2018.

WHYTE, A. V. T. **Guidelines for Field Studies in Environmental Perception**. UNESCO/ Paris, (MAB Technical Notes 5), 1977.

WIEGAND, M. C.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, José. C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.21 n.2, abr/jun, 2016, 415-424.

WOLKMER, M.; PIMMEL, N.. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência; Estudos Jurídicos e Políticos**, v. 34, n. 67, p. 165, 2013.

WONG, T. H. F.; BROWN, Rebekah R. The water sensitive city: principles for practice. **Water Science and Technology**, v. 60, n. 3, p. 673-682, 2009.

WU, Q; XIA, X.; LI, X.; MOU, X. Impacts of meteorological variations on urban lake water quality: a sensitivity analysis for 12 urban lakes with different trophic states. **Aquatic sciences**, v. 76, n. 3, p. 339-351, 2014.



APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE PESQUISA

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)



Roteiro de entrevista

1. Você visita o Parque Lagoas do Norte?
2. Qual a sua opinião sobre a qualidade das águas das duas lagoas do parque?
3. Quais usos podem ser feitos com as lagoas?
4. De quem você considera ser a responsabilidade pela conservação das lagoas?
5. O que as lagoas significam para a comunidade? E para você?

APÊNDICE B – DADOS DE ANÁLISE DE ÁGUA

CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	
CÓDIGO DO PONTO:	L1
CORPO D'ÁGUA:	LAGOA DO CABRINHA
COORDENADAS UTM/ SIRGAS 2000:	739967; 9439578 - Z23 S

	ago/ 2017	set/ 2017	out/ 2017	nov/ 2017	dez/ 2017	jan/ 2018	fev/ 2018	mar/ 2018	abr/ 2018	mai/ 2018	jun/ 2018	jul/ 2018
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	93	140	76,8	401	200	1460	1795	770	99315	865	2100	150
DBO (mg/L)	6,85	1,37	6,20	7,73	10,57	24,25	14,89	8,35	5,23	3,41	5,56	8,40
Fósforo total (mg/L)	0,145	0,369	0,238	0,182	0,060	0,128	0,031	0,040	0,010	0,006	0,061	0,080
OD (mg/L)	4,32	5,62	6,78	4,71	5,24	7,26	7,50	6,29	6,07	8,18	4,89	7,11
pH	7,830	8,758	9,118	9,113	9,425	9,192	9,309	8,920	6,996	8,806	7,503	8,931
Turbidez (UNT)	29,50	34,16	31,67	43,00	42,90	61,67	47,83	39,83	24,25	25,75	29,50	29,75
Sólidos totais (mg/L)	100	140	420	280	260	80	140	200	100	140	160	140
CE (µS/cm)	240,0	249,0	237,0	292,0	310,0	196,2	119,9	110,3	112,2	159,5	193,8	205,0
Nitrato (mg/L)	0,210	0,300	0,180	0,030	0,140	0,027	0,027	0,087	0,516	0,019	0,022	0,026
Temperatura (°C)	26,0	30,5	32,0	32,0	30,5	29,0	29,1	31,0	31,5	31,00	31,00	30,00

Fonte: Pesquisa direta (2018).

CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	
CÓDIGO DO PONTO:	L2
CORPO D'ÁGUA:	LAGOA DO CABRINHA
COORDENADAS UTM/ SIRGAS 2000:	740206, 943995 - Z23 S

	ago/ 2017	set/ 2017	out/ 2017	nov/ 2017	dez/ 2017	jan/ 2018	fev/ 2018	mar/ 2018	abr/ 2018	mai/ 2018	jun/ 2018	jul/ 2018
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	256	32	77	401	100	1280	1965	100	2780	1390	0	315
DBO (mg/L)	6,35	5,72	8,50	8,31	11,01	17,60	8,33	6,69	2,59	3,30	5,47	7,27
Fósforo total (mg/L)	0,122	0,395	0,453	0,148	0,077	0,128	0,040	0,036	0,023	0,015	0,055	0,086
OD (mg/L)	3,07	6,20	7,24	8,83	4,61	8,12	5,65	7,18	6,65	8,50	5,18	7,29
pH	7,870	8,972	9,223	9,807	9,370	9,597	9,251	9,213	8,371	8,626	7,788	9,120
Turbidez (UNT)	24,91	34,50	35,25	38,80	43,10	62,08	54,50	37,92	26,17	29,75	31,75	35,67
Sólidos totais (mg/L)	160	180	340	540	220	80	140	160	40	20	60	140
CE (µS/cm)	239,0	243,0	237,0	303,0	306,0	201,0	126,2	111,2	118,6	160,0	193,6	201,0
Nitrato (mg/L)	0,230	0,310	0,230	0,030	0,130	0,027	0,031	0,087	0,023	0,054	0,022	0,045
Temperatura (°C)	26,00	29,00	32,00	31,50	30,00	30,00	28,00	31,00	31,25	31,00	31,00	29,50

Fonte: Pesquisa direta (2018).

CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	
CÓDIGO DO PONTO:	L3
CORPO D'ÁGUA:	LAGOA DO LOURIVAL
COORDENADAS UTM/ SIRGAS 2000:	740099; 943995 - Z23 S

	ago/ 2017	set/ 2017	out/ 2017	nov/ 2017	dez/ 2017	jan/ 2018	fev/ 2018	mar/ 2018	abr/ 2018	mai/ 2018	jun/ 2018	jul/ 2018
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	13	20	13	33	8	1	21	3	4	70	14	56
DBO (mg/L)	0,00	0,58	0,46	0,75	0,66	1,80	1,02	1,59	0,72	1,11	0,35	1,76
Fósforo total (mg/L)	0,038	0,561	0,199	0,056	0,015	0,00	0,016	0,004	0,013	0,003	0,000	0,018
OD (mg/L)	5,03	7,23	6,13	7,28	6,83	4,95	4,99	5,49	7,75	6,77	6,98	5,68
pH	8,640	8,780	8,801	8,958	8,721	8,568	9,336	8,352	9,032	8,519	8,283	8,511
Turbidez (UNT)	14,75	17,25	18,33	13,30	15,60	9,00	11,75	10,67	23,83	17,50	13,08	12,67
Sólidos totais (mg/L)	320	340	540	440	500	240	200	360	320	160	340	300
CE (µS/cm)	434,0	449,0	476,0	534,0	547,0	526,0	191,0	197,0	117,2	117,00	446,00	157,00
Nitrato (mg/L)	0,14	0,14	0,18	0,00	0,14	0,02	0	0,06	0,37	0,050	0,022	0,033
Temperatura (°C)	26,5	30,5	33,0	32,5	31,0	30,5	30,5	32,0	31,0	32,00	31,00	30,50

Fonte: Pesquisa direta (2018).

CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	
CÓDIGO DO PONTO:	L4
CORPO D'ÁGUA:	LAGOA DO LOURIVAL
COORDENADAS UTM/ SIRGAS 2000:	739986; 9440131 - Z23 S

	ago/ 2017	set/ 2017	out/ 2017	nov/ 2017	dez/ 2017	jan/ 2018	fev/ 2018	mar/ 2018	abr/ 2018	mai/ 2018	jun/ 2018	jul/ 2018
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	47	15	61	22	20	5	22	36	34	27	22	165
DBO (mg/L)	0,95	3,5	1,17	1,38	1,01	1,50	0,87	1,26	1,07	1,050	0,680	1,330
Fósforo total (mg/L)	0,023	0,256	0,433	0,007	0,014	0,006	0,002	0,005	0,009	0,004	0,000	0,024
OD (mg/L)	5,66	6,34	7,43	7,49	6,42	4,82	4,92	6,08	8,06	6,73	7,32	5,36
pH	8,600	8,873	8,781	8,86	8,937	8,609	9,369	8,212	8,938	8,559	8,061	8,461
Turbidez (UNT)	18,08	17,58	19,17	13,00	15,7	9,92	8,17	8,83	23,83	16,08	11,17	13,00
Sólidos totais (mg/L)	200	440	260	480	340	220	180	340	160	220	280	260
CE (µS/cm)	436	452	475	533	551	539	196	189	109	120	451	158
Nitrato (mg/L)	0,230	0,220	0,160	0,00	0,190	0,022	0,009	0,055	0,032	0,014	0,024	0,028
Temperatura (°C)	27,0	31,0	34,0	32,0	32,0	30,0	30,8	32,5	31,0	32,00	32,00	30,00

Fonte: Pesquisa direta (2018).

CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	
CÓDIGO DO PONTO:	C1
CORPO D'ÁGUA:	CANAL DA VILA DO PADRE EDUARDO
COORDENADAS UTM/ SIRGAS 2000:	740225; 9439825 - Z23 S

	ago/ 2017	set/ 2017	out/ 2017	nov/ 2017	dez/ 2017	jan/ 2018	fev/ 2018	mar/ 2018	abr/ 2018	mai/ 2018	jun/ 2018	jul/ 2018
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	433200	158500	61300	172500	101200	597400	27000	8000	2419600	8200	46200	10400
DBO (mg/L)	19,80	6,40	2,40	17,55	12,41	44,30	6,38	12,76	4,43	2,66	13,34	27,56
Fósforo total (mg/L)	0,937	0,980	2,447	0,561	0,184	0,367	0,102	0,093	0,036	0,04	0,624	0,386
OD (mg/L)	3,88	5,61	11,86	5,93	1,18	0,71	3,88	3,7	2,72	3,31	4,63	1,77
pH	7,790	8,023	9,242	8,169	7,924	8,010	7,861	8,021	7,773	7,852	8,257	8,209
Turbidez (UNT)	61,16	70,58	100,25	61,00	35,10	58,50	61,42	49,00	31,33	36,17	54,92	51,83
Sólidos totais (mg/L)	300	440	860	780	240	220	180	200	180	100	420	380
CE (µS/cm)	453	461	453	405	323	452	229	111	308	43,43	60,23	22,62
Nitrato (mg/L)	0,410	0,450	0,890	0,100	0,200	0,028	0,031	0,169	0,520	0,095	0,033	0,037
Temperatura (°C)	26,0	28,5	32,0	30,0	29,5	30,0	29,0	30,0	31,5	29,5	29	28

Fonte: Pesquisa direta (2018).

CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE MONITORAMENTO	
CÓDIGO DO PONTO:	C2
CORPO D'ÁGUA:	CANAL DA VILA DO PADRE EDUARDO
COORDENADAS UTM/ SIRGAS 2000:	740269; 9440831 - Z23 S

	ago/ 2017	set/ 2017	out/ 2017	nov/ 2017	dez/ 2017	jan/ 2018	fev/ 2018	mar/ 2018	abr/ 2018	mai/ 2018	jun/ 2018	jul/ 2018
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	296	515	16160	1580	100	1220	2100	200	21760	2955	3385	1525
DBO (mg/L)	28,30	4,96	14,50	13,69	8,64	30,70	5,94	13,16	13,12	5,63	14,36	32,04
Fósforo total (mg/L)	0,380	1,282	0,945	0,411	0,087	0,232	0,050	0,061	0,076	0,024	0,447	0,539
OD (mg/L)	11,29	5,77	11,34	4,15	4,37	6,16	8,97	12,46	9,51	11,54	7,73	4,08
pH	8,980	7,643	8,574	7,914	7,810	8,149	9,451	9,211	7,917	9,197	8,607	8,412
Turbidez (UNT)	69,91	51,00	97,08	84,00	56,80	89,83	70,92	57,58	35,42	43,33	71,25	111,5
Sólidos totais (mg/L)	260	420	560	860	360	180	140	240	180	120	280	400
CE (µS/cm)	498,0	525,0	586,0	392,0	456,0	214,0	161,3	272,0	273,0	198	356	399
Nitrato (mg/L)	0,440	0,330	0,530	0,060	0,200	0,031	0,155	0,132	0,274	0,016	0,041	0,063
Temperatura (°C)	27,0	32,0	34,0	31,0	31,0	32,5	30,0	32,0	32,0	32	32	29,5

Fonte: Pesquisa direta (2018).

APÊNDICE C – CATEGORIAS DE ANÁLISE ELABORADAS

1. Categoria Aspectos Sanitários

Tema (unidade de registro)	Frequência de aparição	Exemplos de falas correspondentes
Despejo de efluentes	15	<p>“As águas? Mais ou menos, né? Porque essa aqui mesmo (Cabrinha) está bem melhor, mas ela era muito poluída. Quando eu vim morar aqui, a maior parte das águas dessas casas, porque aqui tinha casa, né?, era pra lagoa”. Participante 12.</p> <p>“Essa primeira (Canal) é um esgoto, é péssima. As outras duas mais ou menos [...]”. Participante 13.</p>
Comunicação entre lagoas e canal	5	<p>“[...] A segunda (Lourival) ela é mais limpa porque é fechada. [...]. Essa maior, onde tem a capivara, ela é fechada. Ela não entra água de nenhuma das outras. A primeira (Cabrinha), lá em cima, ela era fechada também, só que a Prefeitura fez uma abertura e ligou com essa daqui do meio (Canal), ela se tornou só uma”. [...]. Participante 10.</p> <p>Lagoa Azul, que é essa mesmo aqui, né?, que chamavam de antiga Piçarreira... É a mesma coisa. Que uma (tem) passa pra dentro da outra. [...]. Porque quando a água da chuva vem, aí uma passa pra dentro da outra. Aí é porque tá tudo quietinho, mas no tempo do inverno você vê aquela... preto da água poluída que a chuva traz, né? Ela escorre pra dentro da outra e você consegue ver a poluição, água preta e o odor forte também. [...]</p>
Manejo dos resíduos sólidos	12	<p>“Não é porque elas sejam sujas não, que elas já... antes elas eram suja, ultimamente tá uma água limpa. Ninguém [...] joga nada dentro. Mas antes jogava, agora não”. Participante 16.</p>
Limpeza e manutenção das lagoas	11	<p>“Essas daqui são mais assim (limpas) porque já botaram remédio, fizeram tratamento [...] e melhorou muito, né?.” Participante 07.</p> <p>“Ela é feita a limpeza. Tem o período que eles fazem a limpeza, mas pra tratar... Não! Vamo trazer uma equipe de técnico, de químico pra gente fazer um tratamento na lagoa, pra que seja liberada a pesca, o banho, até mesmo o consumo, tudo bem. Mas se alguém lhe disser que tem, eu lhe garanto que não tem”. Participante 08.</p>

Fonte: Pesquisa direta (2018).

2. Categoria Bioindicadores de Qualidade da Água

Tema (unidade de registro)	Frequência de aparição	Exemplos de falas correspondentes
Sinais de eutrofização aquática	6	<p>“Antigamente juntava aquela coisa por cima da água, agora tão todas [as] duas limpinhas”. Participante 16.</p>
Presença de animais	2	<p>“Elas sempre foram bem conservada, né? É tão tal que tem peixe, tem capivara, tem jacaré. Então se não tivesse esses</p>

animais, né?, é porque a qualidade seria muito pior [...]”.
Participante 24.

Fonte: Pesquisa direta (2018).

3. Categoria Usos das Águas

Tema (unidade de registro)	Frequência de aparição	Exemplos de falas correspondentes
Pesca	16	“[...] Aí eles ficam dizendo que a água dessa lagoa é contaminada, mas se fosse contaminada a gente tinha [sido] contaminado também, porque a gente come peixe daí e graças a Deus nunca adoeceu, né? [...]” Participante 06. “[...] Se você consumir um peixe, porque aí tem peixe, você tá consumindo mas é sabendo que aquele peixe ele não tá adequado pro consumo [...]”. Participante 08.
Banho	13	“ [...] sem tratamento não tem como, até porque você se pegar uma bactéria, quem vai se responsabilizar? Porque tem as sinalizações, tem as placas avisando que é imprópria pra banho... [...]” Participante 08. “[...] Antigamente era conhecida como a Lagoa Azul, mas aí devido a draga e tudo e as pessoas vieram tomar banho lá, aí depois ficou conhecida como a Lagoa da Morte, porque sempre... vários casos de gente que já morreu aí, principalmente criança [...]”. Participante 24.
Apreciação paisagística	8	“A qualidade delas... A qualidade delas que... não serve... só pra paisagem”. Participante 16.
Veículos náuticos	3	“Podia ter canoa... [...] ter uns barquinhos, alguma coisa assim pra utilizar mais a água. Seria bom. E até melhoraria o turismo, viria mais gente. ” Participante 12.
Equilíbrio ecológico	3	“[...] mas... só a questão mesmo das árvores que tá sendo é... alimentadas, né?, pela água.” Participante 04.
Controle climático	7	“[...] E assim, é um local muito arejado, por conta da água, e é mais frio que os outros lugares. ” Participante 04.

Fonte: Pesquisa direta (2018).

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PERCEPÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE AMBIENTAL LAGOAS DO NORTE, TERESINA, PI

Pesquisador: Carlos Ernando da Silva

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 87914418.8.0000.5214

Instituição Proponente: Universidade Federal do Piauí - UFPI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.640.829

Apresentação do Projeto:

O crescimento urbano de muitas cidades brasileiras não foi acompanhado por um planejamento e provisão de infraestruturas adequadas, o que acarretou em uma série de problemas sociais e ambientais. A região conhecida como Lagoas do Norte em Teresina-PI é um exemplo de como esse fenômeno pode afetar a qualidade do ambiente urbano. Esta região é caracterizada pela baixa topografia, número expressivo de lagoas, suscetibilidade a inundações, saneamento deficiente e um processo desordenado de ocupação. Mais recentemente, o Programa Lagoas do Norte vem interferindo na região por meio da requalificação urbana e socioambiental. O Parque Ambiental Lagoas do Norte surgiu como um dos produtos dessa intervenção. Este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade das águas e a percepção dos moradores em relação às Lagoas Piçarreira do Lourival e Piçarreira do Cabrinha contidas no parque. Para tanto, serão realizadas coletas e análises das águas das lagoas e seus resultados serão interpretados por meio do Índice de Qualidade da Água – IQA (CETESB), Índice de Estado Trófico e frente aos padrões de qualidade da água estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Serão realizadas vinte e cinco entrevistas semiestruturadas com moradores dos bairros Matadouro e São Joaquim, utilizando uma abordagem qualitativa para verificar a percepção em relação às lagoas. A seleção dos participantes se dará pelo método Bola de Neve e a análise dos resultados será feita por meio da técnica de Análise de Conteúdo.

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
Bairro: Ininga **CEP:** 64.049-550
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 2.640.829

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar a qualidade das águas e a percepção dos moradores em relação às lagoas do Parque Ambiental Lagoas do Norte.

Objetivo Secundário:

1. Caracterizar a bacia hidrográfica contribuinte às águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte;
2. Analisar a qualidade das águas da bacia, interpretando os resultados por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA), Índice de Estado Trófico (IET) e Resolução CONAMA 357/2005;
3. Avaliar a percepção dos moradores sobre qualidade das águas do Parque Ambiental Lagoas do Norte.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Entre os benefícios dessa pesquisa está a oportunidade de contribuir com ações de educação ambiental e políticas públicas para a região. Caso se sinta constrangido (a), você tem total liberdade de se recusar a responder às questões e retirar-se do estudo a qualquer momento, sem perder os benefícios gerados pela pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os Termos de apresentação obrigatória foram anexados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto de pesquisa apto a ser desenvolvido.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1110064.pdf	16/04/2018 17:01:18		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	3_projeto_de_pesquisa.pdf	12/04/2018 09:43:29	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
Bairro: Ininga **CEP:** 64.049-550
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 2.640.829

Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	12/04/2018 09:42:24	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	12/04/2018 09:41:56	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Outros	termo_de_confici.pdf	12/04/2018 09:34:35	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Outros	carta_de_encaminhamento.pdf	12/04/2018 09:26:50	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Outros	8_instrumento_de_coleta_de_dados.pdf	12/04/2018 09:25:18	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP.pdf	12/04/2018 09:15:51	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_dos_pesquisadores.pdf	12/04/2018 09:13:00	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Outros	9_curriculo_Carlos.pdf	12/04/2018 09:12:21	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Outros	9_curriculo_Hileane.pdf	12/04/2018 09:11:51	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Outros	9_Curriculo_Elaine.pdf	12/04/2018 09:11:23	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folha_derostoDigita.pdf	12/04/2018 09:09:46	HILEANE BARBOSA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 08 de Maio de 2018

Assinado por:
Herbert de Sousa Barbosa
(Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Ministro Petronio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa
Bairro: Ininga **CEP:** 64.049-550
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br