



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

BRENDA MENDES PEREIRA DE ASSUNÇÃO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO ENTORNO DO AÇUDE SANTO
ANASTÁCIO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO**

FORTALEZA

2017

BRENDA MENDES PEREIRA DE ASSUNÇÃO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO ENTORNO DO AÇUDE SANTO
ANASTÁCIO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheira Ambiental.

Orientadora: Profa. Cely Martins Santos de Alencar

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A873d Assunção, Brenda Mendes Pereira de.

Diagnóstico ambiental da área do entorno do açude Santo Anastácio utilizando ferramentas de geoprocessamento / Brenda Mendes Pereira de Assunção. – 2017.
65 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2017.

Orientação: Profa. Dra. Cely Martins Santos de Alencar.

1. Mapeamento Sistemático. 2. Degradação. 3. Uso e Ocupação. 4. Matinha do Pici. I. Título.

CDD 628

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO ENTORNO DO AÇUDE SANTO
ANASTÁCIO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenharia Ambiental.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Cely Martins Santos de Alencar (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ronaldo Stefanutti
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus.

À minha mãe e avó, Neyriland e Zuleica.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Neyriland Mendes Pereira, por cada segundo da sua vida dedicado a minha criação e formação, por todo amor e carinho dedicados a mim, por ser minha melhor amiga e estar ao meu lado em cada passo que dei até hoje.

Aos meus avós, Zuleica Mendes Pereira e Antônio Rodrigues Pereira, por todo o suporte, carinho e atenção que disponibilizaram em toda a minha vida, por terem sido e ainda serem essenciais na construção da minha personalidade e caráter.

À Lidiand Mendes, Thamiris Mendes, Romário Mendes, Bruce Mendes, Larousse Mendes, Wenner Mendes, Maria Vitória, Maria Clara, Ana Lara e Alexandre Mendes por serem minha grande família e estarem presentes em toda a minha vida.

À Profa. Cely Martins Santos de Alencar, pela oportunidade de ser sua orientanda, pelos ensinamentos concedidos e pelo apoio durante minha trajetória até a concepção final deste trabalho, dispondo de seu tempo e dedicação.

Aos professores Dr. Fernando José e Dr. Ronaldo Stefanutti, participantes da banca examinadora, pelo tempo dedicado, pela atenção e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À Universidade Federal do Ceará e a todos os professores que tive o prazer de conhecer e absorver conhecimentos, por terem proporcionado ferramentas para meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal. Saio com a certeza de que me tornei uma pessoa mais madura e com uma visão mais clara da vida.

Ao Yuri Vasconcelos, por todo auxílio e paciência dedicados a mim durante a elaboração deste trabalho, e, principalmente, pelo amor, carinho e amizade que sempre foram dados.

Aos grandes e amados amigos que fiz durante todos os anos de graduação, Ewerlane Castro, Heitor Pereira, Carol Urzedo, Ana Luiza Castro, Isabela Vieira, Amanda Góis, Lia Zíngara, Mariana Magalhães, Manuel Rodrigues, Elismar Neto, Lysle Márjory, Pedro Rios, e a todos os colegas queridos que conheci que foram de grande importância em toda minha trajetória, sendo companheiros de noites mal dormidas, horas de estudos e muitos desabafos. À vocês, toda sorte do mundo.

Às minhas amigas da infância para a vida toda, Jéssica da Costa e Geisiane Rufino, por proporcionarem as melhores histórias e por estarem presentes em cada etapa da minha vida.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário
que você veja toda a escada. Apenas dê o
primeiro passo.”

(Martin Luther King)

RESUMO

Nas últimas décadas as preocupações com relação à qualidade de vida nas cidades têm se intensificado, principalmente com aumento do adensamento populacional, sem o devido planejamento, tem gerado uma série de consequências negativas à vida urbana, tais como ocupações irregulares, enchentes, assoreamento, degradação da mata ciliar e todo o tipo de poluição (ar, água e visual). O Açude Santo Anastácio, localizado no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, ao longo dos anos, vem sofrendo um contínuo processo de poluição e degradação no seu corpo hídrico. O presente trabalho tem como objetivo analisar geoambientalmente a área do entorno do Açude Santo Anastácio, com implementação de tecnologias de Geoprocessamento, através do mapeamento sistemático georreferenciado, dando subsídios para uma gestão mais sustentável do mesmo. Assim, o trabalho consiste em revisão da literatura, na qual será feito o levantamento histórico do açude. Posteriormente, será realizado o estudo técnico, auxiliado por os softwares QGIS e Google Earth Pro. Também serão analisados os aspectos legislativos, levando em consideração a lei nº 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a lei nº 12651/2012, que reformula o Código Florestal, a Constituição Federal de 1988, entre outras jurisprudências. A área de estudo deste trabalho pode ser inserida em duas determinações: como APP (Área de Proteção Permanente) e como ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico), onde se localiza a “matinha do pici”, em que esta é instituída por meio da lei municipal nº 10463/2016. Posteriormente, será realizado o levantamento de dados, por meio de uma pesquisa de caráter bibliográfico, visando levantar dados qualitativos que caracterizem o perfil socioeconômico da comunidade do entorno, com destaque para avaliação do grau de educação ambiental. A pesquisa também incluirá levantamento dos pontos em que há despejo de resíduos e efluentes, dando ênfase aos pontos críticos. Após o levantamento dessas informações, serão expostos os resultados para que assim seja possível mapear o estado de conservação do Recurso Hídrico e contribuir com as discussões sobre o uso e ocupação racional do local, sem comprometer sua integridade, dando subsídios ao planejamento com vista à preservação e manutenção da área.

Palavras-chave: Mapeamento Sistemático. Degradação. Uso e Ocupação. Matinha do Pici.

ABSTRACT

In recent decades, concerns about the quality of life in cities have intensified, especially with increasing population density, without proper planning, has generated a series of negative consequences for urban life, such as irregular occupations, floods, sedimentation, degradation of riparian forest and all types of pollution (air, water and visual). The Santo Anastácio water reservoir, located in the Pici Campus of the Federal University of Ceará, over the years, has undergone a continuous process of pollution and degradation in its water body. The present work aims to analyze geoenvironmentally the area around the Santo Anastácio water reservoir, with the implementation of Geoprocessing technologies, through the systematic mapping georeferenced, giving subsidies for a more sustainable management of the same. Thus, the work consists of a review of the literature, in which the historical survey of the reservoir will be done. Subsequently, the technical study will be carried out, assisted by the QGIS and Google Earth Pro software. Legislative aspects will also be analyzed, taking into account law nº 9985/2000, which establishes the National System of Conservation Units, law nº 12651 / 2012, which reformulates the Forest Code, the Federal Constitution of 1988, among other jurisprudence. The area of study of this work can be inserted in two determinations: as APP (Permanent Protection Area) and as ARIE (Area of Relevant Ecological Interest), where the "matinha do Pici" is located, where it is established through the municipal law nº 10463/2016. Subsequently, a data survey will be carried out, through a bibliographical research, aiming to collect qualitative data that characterize the socioeconomic profile of the surrounding community, with emphasis on the evaluation of the degree of environmental education. The survey will also include surveys of waste and effluent dump points, with emphasis on critical points. After collecting this information, the results will be presented so that it is possible to map the state of conservation of the Water Resource and contribute to the discussions about the rational use and occupation of the site, without compromising its integrity, giving subsidies to the planning for the preservation and maintenance of the area.

Keywords: Systematic Mapping. Degradation. Use and Occupation. Matinha do Pici.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do ASA.....	17
Figura 2 – Mortandade dos Peixes Devido ao Desequilíbrio do ASA.....	19
Figura 3 – Surgimento de Plantas Aquáticas no ASA.....	23
Figura 4 – Extensão da Mata Ciliar Inserida em APP.....	28
Figura 5 – Poligonal da APP do Açude Santo Anastácio.....	31
Figura 6 – APP do Corpo Hídrico à Montante do Açude Santo Anastácio 1.....	31
Figura 7 – APP do Corpo Hídrico à Montante do Açude Santo Anastácio 2.....	32
Figura 8 – APP do Corpo Hídrico à Montante do Açude Santo Anastácio 3.....	32
Figura 9 – Ausência do Curso Natural do Corpo Hídrico Devido a Urbanização 1.....	33
Figura 10 – Ausência do Curso Natural do Corpo Hídrico Devido a Urbanização 2.....	33
Figura 11 – Poligonal da ARIE da Matinha do Pici.....	36
Figura 12 – Limites Regionais de Fortaleza.....	39
Figura 13 – % de Domicílios Ligados à Rede Geral de Esgoto Segundo Bairros de Fortaleza.....	43
Figura 14 – % de domicílios Ligados à Rede Geral de Água Segundo Bairros de Fortaleza.....	43
Figura 15 – % de Domicílios com Coleta de Lixo Realizada por Serviço de Limpeza Segundo Bairros de Fortaleza.....	44
Figura 16 – Favelas Parcialmente em Áreas de Risco.....	45
Figura 17 – Favelas Parcialmente em APP.....	46
Figura 18 – Entrada no ASA.....	48
Figura 19 – Ponto de Lixo 1.....	48
Figura 20 – Ponto de Lixo 2.....	48
Figura 21 – Ponto de Lixo 3.....	49
Figura 22 – Ponto de Lixo 4.....	49

Figura 23 – Despejo de Esgoto 1.....	49
Figura 24 – Despejo de Esgoto 2.....	50
Figura 25 – Local próximo a Lagoa da Parangaba.....	50
Figura 26 – Saída da Lagoa da Parangaba.....	50
Figura 27 – Localização dos Pontos de Verificação 1.....	51
Figura 28 – Localização dos Pontos de Verificação 2.....	51
Figura 29 – Divisão do ASA por Largura de Acordo com o Código Florestal Vigente.....	55
Figura 30 – Perímetro dos Blocos Dentro da APP.....	57
Figura 31 – Identificação dos Blocos Dentro da APP.....	57
Figura 32 – Rede de Esgoto da UFC.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Parâmetros de Qualidade da Água 1.....	20
Tabela 2	– Índice do Estado Trófico (IET).....	20
Tabela 3	– Parâmetros de Qualidade da Água 2.....	21
Tabela 4	– Classificação Hipereutrófica e Suas Principais Características..	22
Tabela 5	– Índice de Qualidade das Águas pelo CETESB.....	24
Tabela 6	– Coordenadas UTM da ARIE da Matinha do Pici.....	35
Tabela 7	– Extrema Pobreza por Regionais.....	40
Tabela 8	– Distribuição da Renda e da População por Regionais.....	41
Tabela 9	– Distribuição da Renda por Bairros de Fortaleza.....	41
Tabela 10	– População Total, % e N°. Da População Extremamente Pobre por Bairros.....	42
Tabela 11	– Indicadores de Infraestrutura Domiciliar Segundo os Bairros de Fortaleza.....	42
Tabela 12	– % População Alfabetizada 10 Anos ou Mais Total	47
Tabela 13	– Atividades Permitidas na Interseção das Áreas.....	52
Tabela 14	– Atividades e Programas a serem desenvolvidos na ARIE.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Proteção Permanente
ASA	Açude Santo Anastácio
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
GIS	Geographic Information System
IET	Índice do Estado Trófico
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IQA	Índice de Qualidade da Água
OD	Oxigênio Dissolvido
QGIS	Quantum GIS
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UC	Unidade de Conservação
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	METODOLOGIA	15
4	REVISÃO DA LITERATURA	16
4.1	Reconhecimento da Área de Estudo	16
4.1.1	<i>Histórico</i>	16
4.1.2	<i>Qualidade da Água</i>	18
4.1.2.1	<i>IET – Índice do Estado Trófico</i>	20
4.1.2.2	<i>Fósforo Total</i>	23
4.1.2.3	<i>IQA – Índice de Qualidade da Água</i>	23
4.2	Importância do Geoprocessamento na Engenharia Ambiental	24
4.3	Área de Preservação Permanente – APP	25
4.3.1	<i>Ocupação em Área de Proteção Permanente</i>	28
4.4	Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC	34
5	CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO DA COMUNIDADE	39
5.1	Parâmetros de Caracterização	40
5.1.1	<i>Extrema Pobreza e Distribuição de Renda por Regionais</i>	40
5.1.2	<i>Extrema Pobreza e Distribuição de Renda por Bairros</i>	41
5.1.3	<i>Indicadores de Infraestrutura de Saneamento Básico por Bairros</i>	42
5.1.4	<i>Áreas Consideradas de Risco pelo Município</i>	45
5.1.5	<i>Taxa de Alfabetização por Bairros</i>	46
5.2	Principais Pontos de Poluição à Montante do ASA	47
6	RESULTADOS	52
7	CONCLUSÃO	60
8	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o êxodo da área rural para a área urbana estão diretamente ligados a urbanização acelerada e desordenada, que é um grande fator de contribuição para a degradação da qualidade ambiental de corpos hídricos. A proximidade das ocupações irregulares aos cursos d'água acarreta problemas ambientais como erosão de margens, assoreamento, e a diminuição da qualidade da água.

A lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, cita que entende-se por:

- II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;
- III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
 - a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
 - c) afetem desfavoravelmente a biota;
 - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
 - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

Parte do desordenamento urbano ocorre por conta da tardia elaboração de políticas públicas, atrelada a falta de fiscalização e execução de melhorias dos órgãos competentes. Outro fator que gera consequências danosas ao ambiente é a falta de instrução da população, que, por falta de orientação ou conscientização, utilizam a margem e o próprio curso d'água como depósitos de resíduos, assim como de detritos provenientes de suas residências. Esse é um problema considerável que não se encontra apenas em um caso isolado, mas também está presente em grande parte de recursos hídricos presentes em áreas urbanas.

A busca de compreender melhor o processo de produção do espaço urbano no Pici, especificamente no entorno do açude Santo Anastácio, no que tange aos impactos ambientais ocasionados por essas invasões. O açude representa um risco de inundação e cabe estudos da área de influência, principalmente a jusante de sua localização, a fim de se evitar ou mitigar os possíveis danos à população e ao meio ambiente

É evidente a necessidade de recuperação e manutenção da qualidade dos recursos hídricos no atual cenário e, para isso, há a necessidade de um estudo técnico e social, para que se compreenda a deficiência que existe e, assim, possa ser traçada uma melhor estratégia de depuração. Para isso, é necessário compreender não só os aspectos físicos e químicos do

açude, mas também a situação da população do entorno, a fim de identificar as fragilidades que influenciam em sua degradação.

Este trabalho apresenta o atual cenário do Açude Santo Anastácio (ASA), localizado na Universidade Federal do Ceará, em relação aos fatores de poluição do reservatório, sua extensão, na qual tem seu curso nas comunidades dos bairros Pici, Bela Vista, Panamericano e Demócrito Rocha. O açude recebe ainda influência de bairros do entorno como Parquelândia, Amadeu Furtado e Couto Fernandes. Os processos de degradação e poluição do açude afetam o meio ambiente e a saúde da comunidade no entorno, pois devido a baixa qualidade da água, o curso hídrico se torna um vetor de doenças, assim como de proliferação de vetores, além do constante mau cheiro e poluição visual devido ao surgimento de algas e macrófitas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o atual cenário do Açude Santo Anastácio (ASA), localizado na Universidade Federal do Ceará, com uso de ferramentas de Geoprocessamento em relação aos fatores de poluição do reservatório, assim como o curso d'água que o alimenta, com origem desde o vertedouro da lagoa da Parangaba. Investigar as causas dos processos de degradação e poluição através de imagens georreferenciadas, revisão da legislação vigente e análise do perfil socioambiental da comunidade do entorno.

2.2 Objetivos Específicos

Objetivando atingir a proposta principal deste trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento de dados primários e secundários do açude;
- Estudo técnico do corpo hídrico e de sua extensão, por meio de mapeamento georreferenciado;
- Análise da situação do açude em relação aos aspectos legislativos;
- Caracterização do perfil socioeconômico da comunidade do entorno da área de estudo, com destaque para avaliação do grau de educação ambiental;
- Comparação de dados dos açude com o de outros corpos hídricos de características semelhantes.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada a este estudo tem caráter exploratório com dados de natureza quantitativo e qualitativo. Para Fonseca (2002, p. 20), “a pesquisa qualitativa se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. Sobre a pesquisa quantitativa, esclarece Fonseca (2002, p.20), Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental. A princípio, buscou-se o histórico do açude, como se deu seu processo de poluição e degradação, assim como a ocupação de sua extensão nos bairros Pici, Bela Vista, Panamericano e Demócrito Rocha.

Em seguida foi elaborado um estudo técnico da área em foco através da revisão da literatura, com a intenção de pautar as áreas protegidas, assim como as atividades legalizadas que poderiam ser exercidas. Foi elucidado também as irregularidades que estão presentes ao longo do açude e sua extensão.

Foi feito um levantamento de dados a fim de visualizar a conjuntura da comunidade do entorno, através de pesquisa bibliográfica, com intuito de caracterizar o perfil socioeconômico dos moradores da região, com destaque para avaliação do grau de educação ambiental.

Por fim, foram expostos os resultados do estudo, identificando os fatores que fragilizam e tornam as áreas avaliadas vulneráveis a poluição. Com isso, se torna viável o correto direcionamento de recursos para promover a preservação dos corpos hídricos.

Assim, este trabalho apresenta a seguinte estruturação: introdução, que dispõe de modo conciso e prático o tema em estudo; os objetivos; a justificativa do trabalho, composta por pesquisa teórica para fundamentar a origem da poluição do Açude Santo Anastácio, com interpretação de dados disponíveis na literatura; por fim, são expostos os resultados e as conclusões sobre as análises realizadas ao longo do estudo.

4 REVISÃO DA LITERATURA

A legislação ambiental brasileira, muitas vezes, apresenta várias normas que versam sobre um mesmo tema, o que pode complementar a jurisprudência ou, em muitos casos, apresentar divergências. Isso dificulta a abordagem, por parte de órgãos ambientais, sejam nas esferas federal, estadual ou municipal de como tratar diversos aspectos, tal como o objeto de estudo deste trabalho.

A Lei nº 12.651/2012, que institui o Código Florestal no Brasil e dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, traz em seus dois primeiros artigos:

Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos [...];

Art. 2º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem [...];

O Açude Santo Anastácio tem em seu entorno duas áreas protegidas por lei, Área de Preservação Permanente e Área de Relevante Interesse Ecológico, cada uma instituída por uma determinada legislação, que serão analisadas adiante.

4.1 Reconhecimento da Área de Estudo

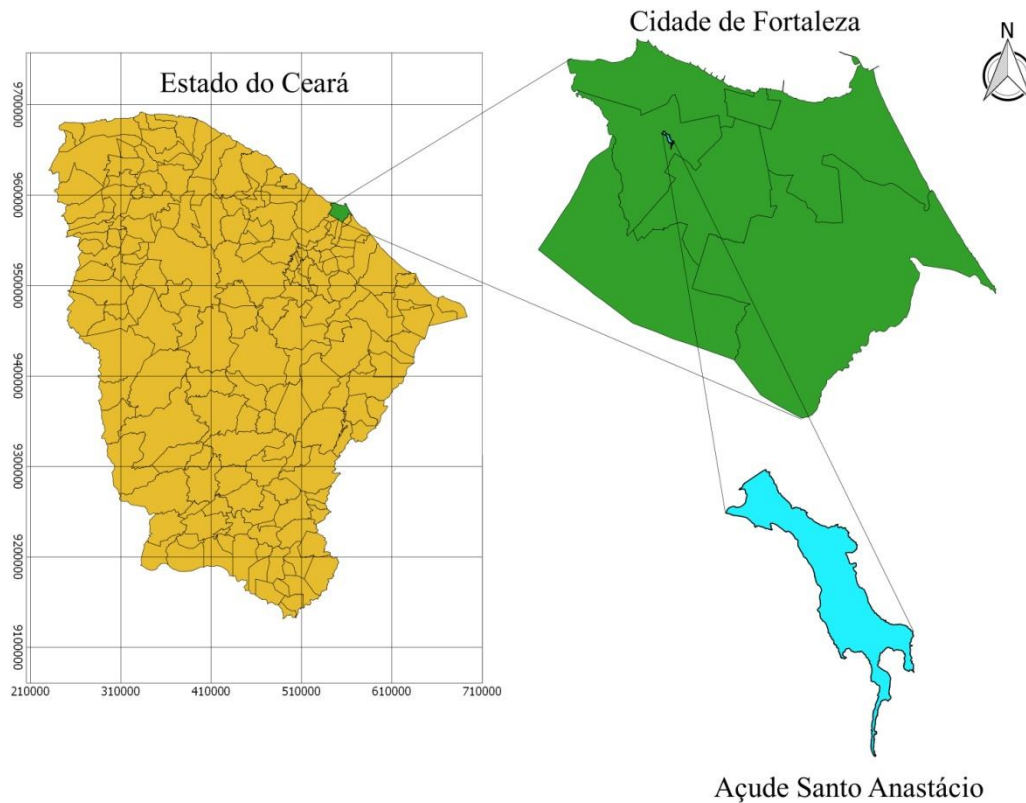
4.1.1 Histórico

O Açude Santo Anastácio (ASA) está localizado, parcialmente, no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, na zona 24 M, com coordenadas UTM 547568 E e 9586418 S. Este reservatório envolve uma bacia hidráulica com cerca de 12,8 hectares e uma bacia hidrográfica com aproximadamente 143.400 m². Sua barragem possui 182 m de comprimento (Oliveira, 1975).

Sua capacidade original de armazenamento d'água era de 500.000 m³ distribuídos entre as profundidades de 1,4 m e 3,5 m mas, em face do intenso assoreamento resultante da mistura de sedimentos e resíduos sólidos, bem como da deposição de matéria orgânica originada da grande quantidade de macrófitas aquáticas, encontra-se bastante reduzida para

um volume em torno de 192.000 m³ na sua cota de sangria (BORGES, 1978).

Figura 1 – Localização do ASA



Fonte: Da Autora

O ASA foi construído em 1918, pelo represamento do riacho da sangria da lagoa de Parangaba, sendo parte da bacia do rio Maranguapinho. Esse açude está localizado, parcialmente, no Campus do Pici, em Fortaleza, Ceará, Brasil. De acordo com Oliveira (2001), a estrutura do represamento do ASA foi feita com a construção de uma barragem de terra compactada, protegida por material rochoso à montante, ocupando aproximadamente 182 m de comprimento. Seu sangradouro foi feito de concreto em sua ombreira esquerda, na qual posteriormente foi construída uma ponte de acesso ao Campus Universitário do Pici.

O curso d'água que chega ao ASA recebe os efluentes domésticos da população ribeirinha e lançamentos diretos de lixo doméstico desde a lagoa da Parangaba, passando pelos bairros Pici, Bela Vista, Panamericano e Demócrito Rocha. O reservatório também é impactado por bairros do entorno como Parquelândia, Amadeu Furtado e Couto Fernandes. O reservatório que se encontra na delimitação da UFC pode ser inserido em duas determinações: como APP (Área de Proteção Permanente) e como ARIE (Área de Relevante Interesse

Ecológico), onde se localiza a “matinha do Pici”, em que esta é instituída por meio da lei municipal nº 10463/2016. Já o curso d’água que abastece o açude tem em toda sua extensão áreas de APP, não ultrapassando a largura de 10 metros.

Ao longo dos anos, o açude vem sofrendo um contínuo processo de poluição e degradação no seu corpo hídrico. Conforme Becker (2010) relata, esse corpo d’água apresenta alto índice de poluição devido ao descarte indevido de resíduos, tanto de efluentes como lixo doméstico, provocando também assoreamento, eutrofização e contaminação.

4.1.2 Qualidade da água

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, que versa 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, as águas devem ser classificadas em águas doces, salobras ou salinas.

O Art. 2º da resolução supracitada define os valores do parâmetro salinidade em igual ou inferior a 0,5% para águas doces, superior a 0,5% e inferior a 30% para águas salobras e igual ou superior a 30% para águas salinas. De acordo com (Oliveira, 2013) o açude Santo Anastácio pode ser classificado como um corpo receptor de água doce, em função da sua salinidade abaixo de 0,5%.

As águas doces são subdivididas em cinco classificações, nas quais são especificadas no Art. 4º desta resolução:

I - classe especial: águas destinadas:

- 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.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- 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 [...];
- 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.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- 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 [...];

- 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.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- 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.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

De acordo com a pesquisa de Oliveira (2013) o ASA foi enquadrado na classe 3 da lei supracitada na classificação das águas do ASA, enquadrado segundo seus usos preponderantes, como a pesca amadora, a recreação de contato secundário e a dessedentação de animais. Ainda não existe classificação oficial das águas do açude pelos órgãos ambientais.

A contaminação das águas do reservatório afeta diretamente os moradores do entorno que utilizam a pesca como subsistência, pois a degradação do reservatório pode acarretar na mortandade das espécies de peixes que habitam o local, o que é possível ser verificado na Figura 2. No Estado do Ceará, o problema da eutrofização tem sido atribuído a fatores como a erosão intensa, aumento do assoreamento dos reservatórios, altas cargas poluidoras e baixas profundidades dos lagos e reservatórios (Figueiredo *et al.*, 2007).

Figura 2 – Mortandade dos Peixes Devido ao Desequilíbrio Ambiental do ASA



Fonte: Jornal Tribuna do Ceará (2016).

O problema da eutrofização tem se demonstrado ainda mais grave em lagoas e reservatórios localizados em áreas urbanas da cidade de Fortaleza/CE, por exemplo, os quais recebem, muitas vezes, contribuições significativas de esgoto bruto e de resíduos sólidos carregados durante a estação chuvosa (Becker *et al.*, 2010).

4.1.2.1 IET – Índice de Estado Trófico

A análise do grau de eutrofização ou da tipologia trófica de um corpo aquático pode ser avaliada através de classificações tróficas, que se expressam em Índices de Estado Trófico (IET), para facilitar a comunicação ao público sobre o estado de trofia de um determinado ecossistema aquático (Tavares *et al.* 2014). De acordo com um estudo realizado por Araújo *et al* (2016), a aplicação do IET (médio) possibilitou a classificação do reservatório na categoria de hipereutrófico (Tabela 2), sendo utilizado nesse estudo o Índice de Estado Trófico de Carlson (1977) modificado por Lamparelli (2004). A Tabela 1 mostra que o açude Santo Anastácio apresentou concentração de Fósforo Total elevada na amostra de localização próxima a entrada do ASA. Esse valor é atribuído ao lançamento de esgotos e resíduos sólidos que são carregados por um canal de drenagem que é interligado ao reservatório.

Tabela 1 – Parâmetros de Qualidade da Água 1

	Legislação Classe 2	Médias do ensaio no ponto 1
Fósforo Total	a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos	3,25 mg/L
Clorofila A	Até 30 µg/L	14,6 µg/L
Ph	6 a 9	7,4

Fonte: Adaptada de Araújo *et al* (2016).

Tabela 2 – Índice do Estado Trófico (IET)

Nível Trófico	IET
Ultraoligotrófico	≤ 47
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$
Hipereutrófico	> 67

Fonte: Lamparelli (2004).

Em contrapartida, o estudo realizado por Oliveira (2013) mostrou, próximo às habitações da comunidade que vive às margens do ASA e de sua entrada, que o índice de Clorofila *a* está de acordo com a legislação na maioria das amostras, assim como a média das amostras do dia 21/11 no ponto 1. No entanto, o Fósforo Total está de acordo com a pesquisa supracitada, no qual os valores da maioria das amostras, assim como a média do dia 21/11, está em desacordo com a legislação CONAMA 357/2005, como pode ser observado na Tabela 3. A diferença de diagnóstico em algum parâmetro pode ter ocorrido devido a fatores climáticos, como períodos chuvosos ou estiagem, que influenciam diretamente na concentração de nutrientes no reservatório.

O valor do IET neste caso também foi calculada de acordo com o método de Carlson (1977) modificado por Lamparelli (2004). O resultado IET para as amostras do dia 21/11/2012 no ponto 1 foi de 74,6, o que corrobora com o proposto no primeiro estudo, indicando hipereutrofização, de acordo com a Tabela 2, e tendo suas características definidas na Tabela 4.

Tabela 3 – Parâmetros de Qualidade da Água 2

	Legislação	Ensaio do dia 21/11/2012 no ponto 1
<i>Parâmetros para poluição orgânica</i>		
cloreto total	250mg/L	236,5
DBO	10 mg de O ₂ /L	16,78
DQO	-	90,47
OD	não inferior a 4 mg/L O ₂ ;	0,4
<i>Parâmetros para poluição bacteriana</i>		
Coliformes Termotolerantes	**	Em todas as amostras o resultado do teste foi de no mínimo 9.800 e máximo de 25.000 NMP/100 mL.
Nitrogênio Amoniacal	5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0	0,34 mg de N-NH ₃ /L
Nitrito	1,0 mg/L N	0,23 mg de N-NO ₂ -/L
Nitrato	10,0 mg/L N	1,15 mg de N- NO ₃ - /L
Nitrogênio Total	-	1,65 mg de N/L

Fósforo Total (lêntico)	0,05 mg/L P	2,13 mg de P/L
Ortofosfato	-	0,2 mg de PO ₄ -/L
Clorofila A	60 µg/L	32,96 µg/L
Parâmetros para o IQA		
Temperatura	-	28,22°C
PH	6 a 9	7,51
Sólidos Totais	500 mg/L	640 mg/L
Turbidez	100 UNT	23,2 UNT

Fonte: Adaptada de Oliveira (2013).

Conforme a CONAMA 357/2005, o padrão de coliformes termotolerantes se enquadra na seguinte interpretação:

**coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; Como é classe 3, o parâmetro para dessedentação não se encaixa.

Tabela 4 – Classificação Hipereutrófica e Suas Principais Características

Classe	Características
Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Adaptado de CETESB (2007); Lamparelli (2004).

Considerando que a maior contribuição para o processo de eutrofização é a quantidade exacerbada de nutrientes, pode-se inferir que o maior causador desse encadeamento, ao longo dos anos, é o fósforo, no qual aparece como principal parâmetro fora dos padrões, fato que pode ser verificado nas Tabelas 1 e 3. Esta abundância de nutrientes se dá pelo contínuo despejo de esgoto no curso hídrico que alimenta o reservatório.

4.1.2.2 Fósforo Total

De acordo com Libânio (2010), o fósforo é um nutriente essencial ao crescimento de algas, cianobacterias e plantas aquáticas, que podem ser verificadas na figura 3. As formas mais comuns nos corpos d'água, ortofosfatos e polifosfatos, resultam também do lançamento de despejos domésticos e industriais e fertilizantes. Esta informação confirma o que pode ser observado no Açude em estudo, no qual, em determinadas épocas do ano, perde parte de sua superfície aquática devido ao proliferação de macrófitas.

Figura 3 – Surgimento de Plantas Aquáticas no ASA



Fonte: Jornal Diário do Nordeste (2015).

4.1.2.3 IQA – Índice de Qualidade da Água

O Índice de Qualidade da Águas foi adaptado e desenvolvido pela CETESB, a partir de um estudo elaborado pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos. Esse parâmetro incorpora nove variáveis, sendo elas OD, DBO, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (CETESB, 2017). O Índice de Qualidade da Água (IQA) é bastante útil para dar uma ideia de tendência de evolução da qualidade da água ao longo do tempo, além de permitir a comparação entre diferentes mananciais (Heller e Pádua, 2006). Seus índices são verificados na Tabela 5.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água (ANA, 2017).

Tabela 5 - Índice de Qualidade das Águas pelo CETESB

IQA	Qualidade da água
80 a 100	Ótima
52 a 79	Boa
37 a 51	Aceitável
20 a 36	Ruim
0 a 19	Péssima

Fonte: Heller e Pádua (2006).

Segundo Oliveira (2013), o IQA mostrou-se ruim na região que fica nos limites da comunidade que vive no entorno do ASA, onde foi determinado o mais baixo IQA em todas as coletas. Esse fato reflete os efeitos relacionados com a estagnação da água nesse ponto, onde foi detectado o mais baixo teor de OD.

4.2 Importância do Geoprocessamento na Engenharia Ambiental

O planejamento urbano, assim como o zoneamento, são essenciais para o crescimento e desenvolvimento dos municípios, assim como são importantes para manutenção dos recursos hídricos que interceptam as cidades, pois a delimitação é o reconhecimento da área que necessita ser protegida e mantida.

Nesse aspecto, o Geoprocessamento é largamente utilizado em ações de monitoramento por parte de instituições públicas como, por exemplo, no auxílio de monitoramento, fiscalizações, nas verificações de construções irregulares em áreas protegidas sem as devidas licenças ambientais emitidas pelos órgãos competentes, na apuração de áreas desmatadas e cobertura vegetal. Além das especificações anteriores, os softwares utilizados no Geoprocessamento podem auxiliar na melhoria de atividades como controle urbano, monitoramento de disposição irregular de lixo, qualidade da água, estudos censitários e áreas potencialmente poluidoras e de risco, os quais serão explorados nos subcapítulos adiante.

A utilização de um SIG torna-se uma ferramenta importante a ser usada na gestão ambiental, visto que pode proporcionar, além do armazenamento de imagens e informações, o cruzamento destes, permitindo assim uma visão mais ampla e precisa do local em estudo (Oliveira et al, 2008). Isso pode ser comprovado quando feitas análises das regiões ocupadas que estão irregularmente inseridas dentro das áreas de proteção permanente.

Os mapas digitalizados que serão apresentados neste trabalho estão representados como raster e/ou vetor e foram alimentados a partir de análise e identificação dos aspectos

ambientais, sociais e físicos presentes na região em estudo. À princípio, as imagens base foram retiradas do software Google Earth Pro, que utiliza uma projeção simplificada de Datum WGS84, sendo enviadas posteriormente para o QGIS, convertidas para SIRGAS 2000 e passando por um processo de georreferenciamento, com a criação de shapefiles e buffers representando as áreas legalmente protegidas. Após esse processo de criação, os mapas foram analisadas de acordo com as legislações atualmente vigentes.

A Prefeitura de Fortaleza disponibiliza, através de um mapa interativo, alguns shapefiles e dados referentes ao município e região metropolitana; porém, para uma cidade de grande porte, o conteúdo disponível deveria ser mais completo, visto que há tecnologias disponíveis para a realização de um mapeamento amplo e detalhado. Outra fonte de dados utilizada nesta pesquisa foi o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), que disponibiliza um minucioso levantamento socioeconômico e de saneamento, separado por bairros e regiões. Essas informações foram de essencial relevância para a alimentação e análise dos mapas elaborados.

4.3 Área de Preservação Permanente – APP

A definição de APP pode ser verificada no Art. 3º do Código Florestal vigente:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por [...]:

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

O Art. 4º do Código Florestal estabelece limites para APP, em zonas rurais ou urbanas, em relação as faixas marginais, de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

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

Também são estabelecidos limites para as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros e 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

Em complemento, tem-se a lei nº 16.064/2016, que estabelece em âmbito estadual os Limites determinados no art.4º do Código Florestal vigente.

Art.1º [...] no âmbito do Estado do Ceará, deverá adotar o critério da média das cheias dos últimos 30 (trinta) anos de lagos e lagoas localizados em perímetros urbanos, com o objetivo de determinar as Áreas de Preservação Permanente – APP [...];

Art.2º Nos processos de licenciamento ambiental e de emissão de autorizações ambientais, os órgãos da Administração Pública Estadual direta e indireta observarão o disposto nesta Lei no que se refere às limitações incidentes sobre as margens das lagoas localizadas em perímetros urbanos no âmbito do Estado do Ceará.

Cada estado detém de um órgão ambiental qualificado para cumprir as legislações vigentes naquela região, assim como cada município deve ter seu órgão competente. No Ceará, quem possui essa competência é a SEMACE – Superintendência Estadual do Meio ambiente, já em Fortaleza, é a SEUMA – Secretaria Municipal de Urbanismo de Meio Ambiente. Dentro de cada órgão existem diferentes departamentos, podendo ter funções semelhantes, como, por exemplo, emissão de licenças ambientais.

Diante disto, é importante ressaltar que, como os órgãos tem autonomia para exercer suas atividades, podem existir divergências entre as partes em relação a pareceres técnicos. Assim como também pode existir essa divergência dentro do próprio órgão devido a independência dos departamentos. É necessário, no mínimo, dentro de cada organização, haver homogeneidade na tomada de decisões, já que a legislação estadual, no estado em questão, é mais restritiva.

Um exemplo do que pode ocorrer é um departamento, dentro de uma instituição, determinar uma APP baseada no Código Florestal, que apenas especifica a largura do corpo hídrico. Supõe-se que a área em questão se encontra próxima a uma obra e, devido a esse parecer técnico, o empreendimento fica localizado fora da APP. Em contrapartida outro departamento determina a mesma APP em relação a média de cheias do curso d'água e, nesse parecer, a obra se encontra dentro da APP.

Este estudo tem como premissa, para a construção da APP do ASA e do corpo hídrico à montante que o abastece, o que dispõe a lei do Código Florestal vigente. Isto ocorre devido a falta de informações sobre as cheias dos últimos 30 anos do local. As imagens

utilizadas são da ferramenta Google Earth Pro, que disponibiliza imagens a partir do ano 2003.

Sobre o regime de proteção da APP, o Código Florestal estabelece as atividades que podem ser executadas no local, sem prejuízo ambiental ou do cumprimento da legislação ambiental. Também responsabiliza o proprietário da área por qualquer supressão vegetal que ocorra no local.

Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei;

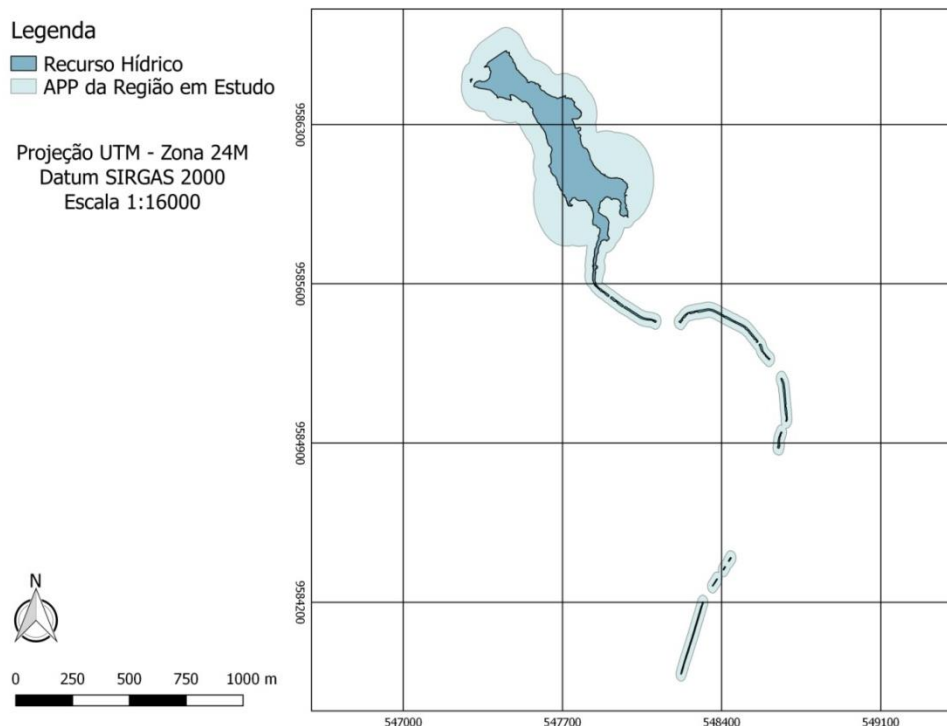
§ 2º A obrigação prevista no § 1º tem natureza real e é transmitida ao sucessor no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural;

§ 3º No caso de supressão não autorizada de vegetação realizada após 22 de julho de 2008, é vedada a concessão de novas autorizações de supressão de vegetação enquanto não cumpridas as obrigações previstas no § 1º.

O Açude Santo Anastácio se encontra dentro de uma área pública e jurídica, Universidade Federal do Ceará, sua APP abrange uma grande área de vegetação em sua margem, o que torna essa área de responsabilidade da instituição educacional, que deve zelar e colaborar para sua preservação. A extensão do curso d'água, da Lagoa da Parangaba até o Açude em estudo recebe influência de sete bairros do município, estando inserido em quatro deles, o que torna a manutenção desse corpo hídrico de responsabilidade da prefeitura de Fortaleza.

É possível observar que houve supressão e ocupação urbana desordenada dentro de área de APP ao longo de toda a extensão do açude, nos bairros citados anteriormente. A Figura 4 mostra a extensão de mata ciliar protegida por lei.

Figura 4 – Extensão da Mata Ciliar Inserida em APP



Fonte: Da Autora

4.3.1 Ocupação em Área de Proteção Permanente

Em relação a ocupação em APP, segundo o Art. 8º do Código Florestal, a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei. No mesmo artigo são citadas os seguintes parágrafos:

§ 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública;

§ 2º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente de que tratam os incisos VI e VII do caput do art. 4º poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida, para execução de obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda;

§ 3º É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em áreas urbanas [...];

§ 4º Não haverá, em qualquer hipótese, direito à regularização de futuras intervenções ou supressões de vegetação nativa, além das previstas nesta Lei.

No Art. 3º do Código Florestal, também é possível verificar quais atividades se encaixam em utilidade pública, interesse social e baixo impacto ambiental:

Art. 3o Para os efeitos desta Lei, entende-se por [...]

VIII - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovado pelos Municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho;
- c) atividades e obras de defesa civil;
- d) atividades que comprovadamente proporcionem melhorias na proteção das funções ambientais referidas no inciso II deste artigo;
- e) outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo federal.

IX - interesse social:

- a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas;
- b) a exploração agroflorestal sustentável praticada na pequena propriedade ou posse rural familiar ou por povos e comunidades tradicionais, desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área;
- c) a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre em áreas urbanas e rurais consolidadas, observadas as condições estabelecidas nesta Lei;
- d) a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009;
- e) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos cujos recursos hídricos são partes integrantes e essenciais da atividade;
- f) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;
- g) outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional à atividade proposta, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo federal.

X - atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental:

- a) abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessárias à travessia de um curso d'água, ao acesso de pessoas e animais para a obtenção de água ou à retirada de produtos oriundos das atividades de manejo agroflorestal sustentável;
- b) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber;
- c) implantação de trilhas para o desenvolvimento do ecoturismo;
- d) construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro;
- e) construção de moradia de agricultores familiares, remanescentes de comunidades quilombolas e outras populações extrativistas e tradicionais em áreas rurais, onde o

- abastecimento de água se dê pelo esforço próprio dos moradores;
- f) construção e manutenção de cercas na propriedade;
- g) pesquisa científica relativa a recursos ambientais, respeitados outros requisitos previstos na legislação aplicável;
- h) coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas, como sementes, castanhas e frutos, respeitada a legislação específica de acesso a recursos genéticos;
- i) plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais, desde que não implique supressão da vegetação existente nem prejudique a função ambiental da área;
- j) exploração agroflorestal e manejo florestal sustentável, comunitário e familiar, incluindo a extração de produtos florestais não madeireiros, desde que não descaracterizem a cobertura vegetal nativa existente nem prejudiquem a função ambiental da área;
- k) outras ações ou atividades similares, reconhecidas como eventuais e de baixo impacto ambiental em ato do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA ou dos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente.

Segundo o Art. 9º da seguinte lei, é permitido o acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental. No açude em estudo, há, eventualmente, a presença de alguns animais da própria fazenda da Universidade, assim como também há a presença de docentes e estudantes, nos quais exercem atividades de pesquisa.

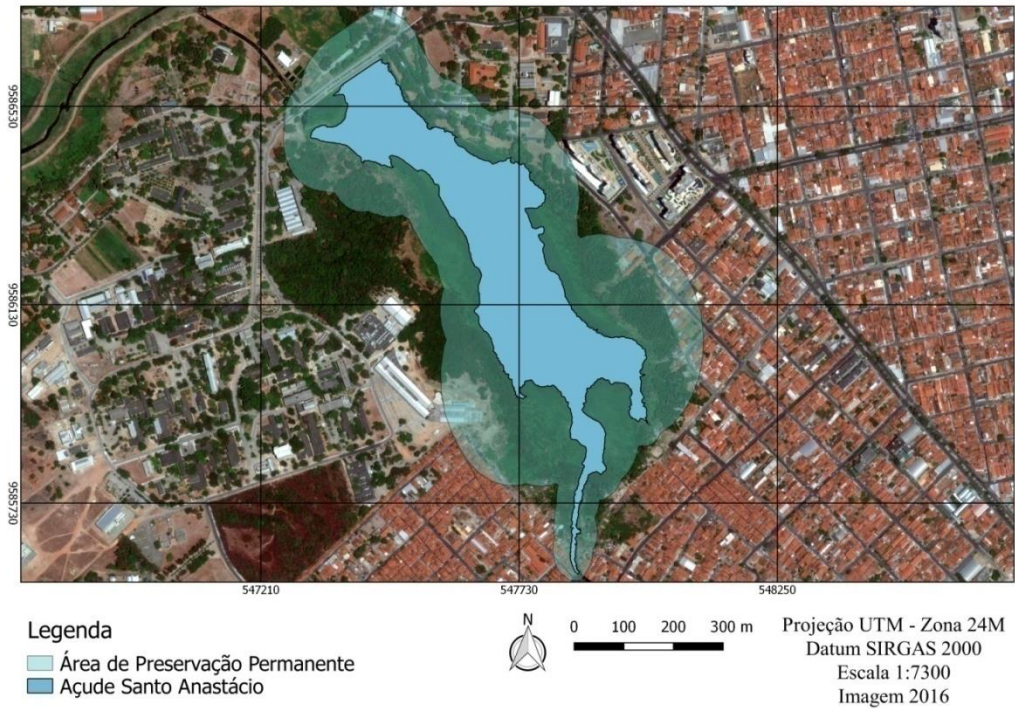
Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 pode-se observar, através de imagens georreferenciadas, que em todo o percurso da extensão do Açude em direção a lagoa da Parangaba as áreas que deveriam ser protegidas se encontram ocupadas, seja por casas e casebres habitacionais ou por pavimentação, o que causa obstrução do curso hídrico em alguns pontos. Uma grande parcela da população que se encontra na margem da extensão é economicamente carente e está em uma situação de risco sanitário.

Segundo o Código Florestal, a área de APP pode ser ocupada quando houver, por interesse social, a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei nº 11.977/2009. Porém, apesar da característica econômica carente, a comunidade em questão não se enquadra na lei citada, que dispõe sobre o programa Minha Casa Minha Vida.

As imagens georreferenciadas presentes neste estudo foram confeccionadas em função do Código Florestal, não levando em consideração a Lei nº 16.064/2016, que versa sobre a adoção do critério da média das cheias dos últimos 30 (trinta) anos de lagos e lagoas localizados em perímetros urbanos para a adoção de APP, devido a não disponibilidade de imagens disponíveis no software Google Earth. No entanto, não foi verificado uma grande disparidade entre as imagens disponíveis, o que não prejudica o estudo. As imagens retiradas

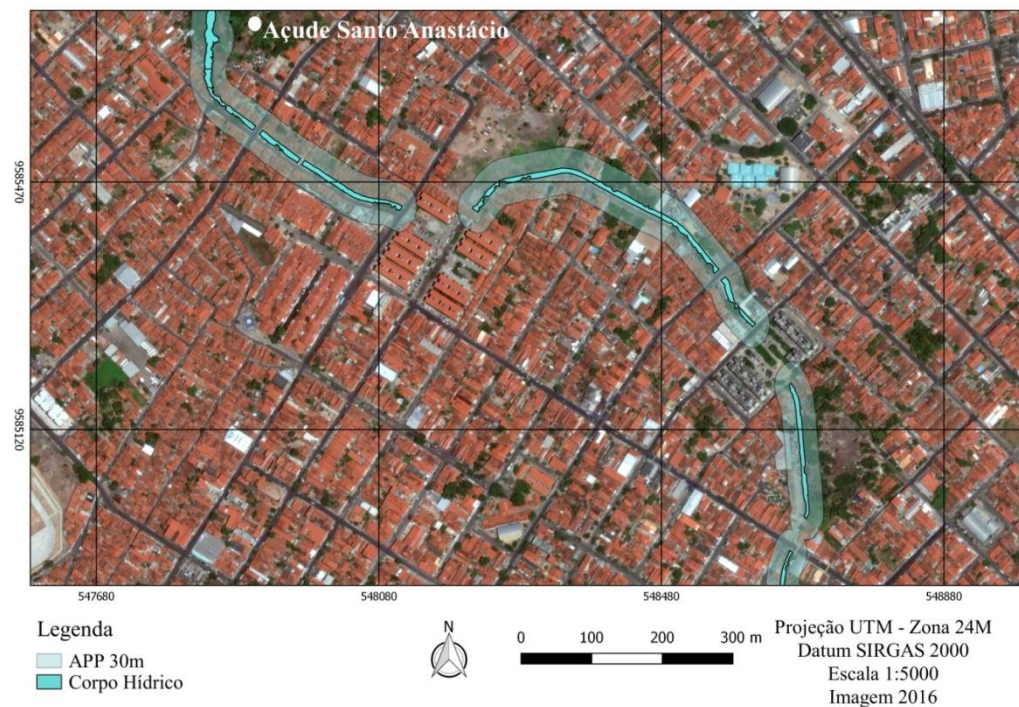
do Software supracitado foram do ano de 2016. Nas figuras a seguir é possível verificar a área em APP do Açude, assim como a APP de toda a extensão do corpo hídrico que sai da Lagoa da Parangaba até o Açude e parte da APP da Lagoa da Parangaba:

Figura 5 – Poligonal da APP do Açude Santo Anastácio



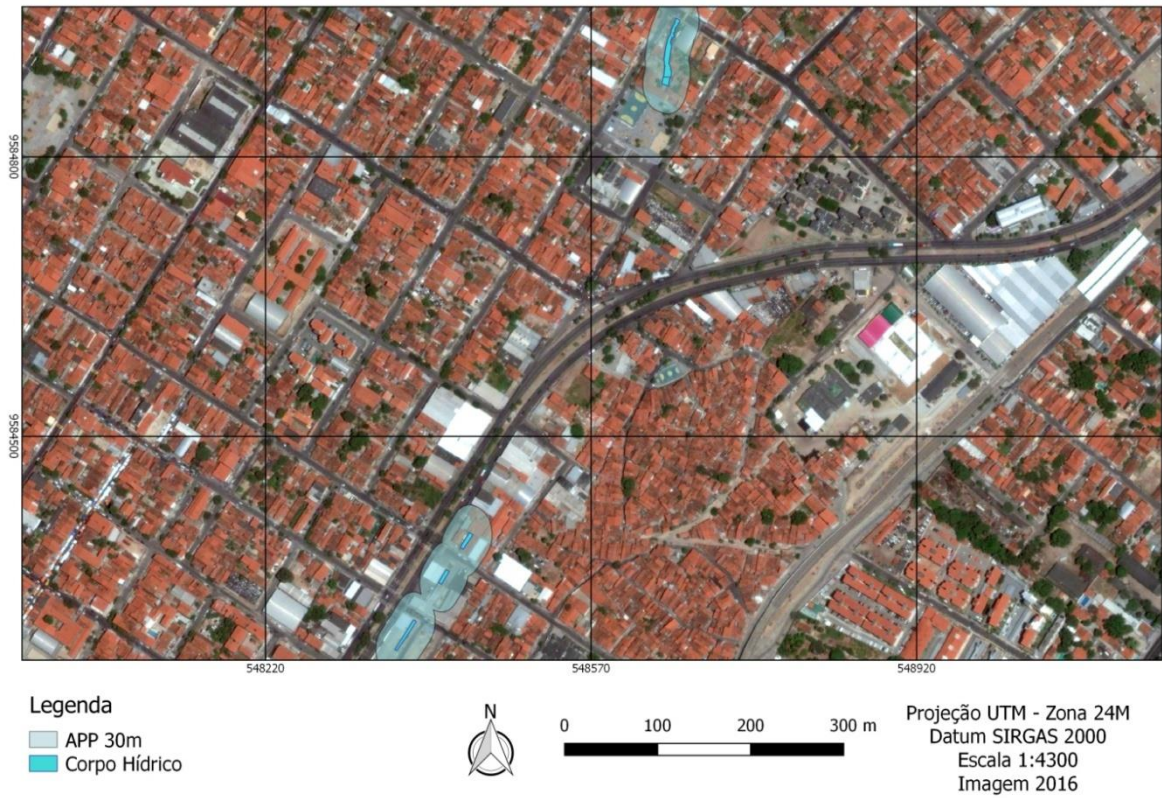
Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 6 – APP do Corpo Hídrico à Montante do Açude Santo Anastácio 1



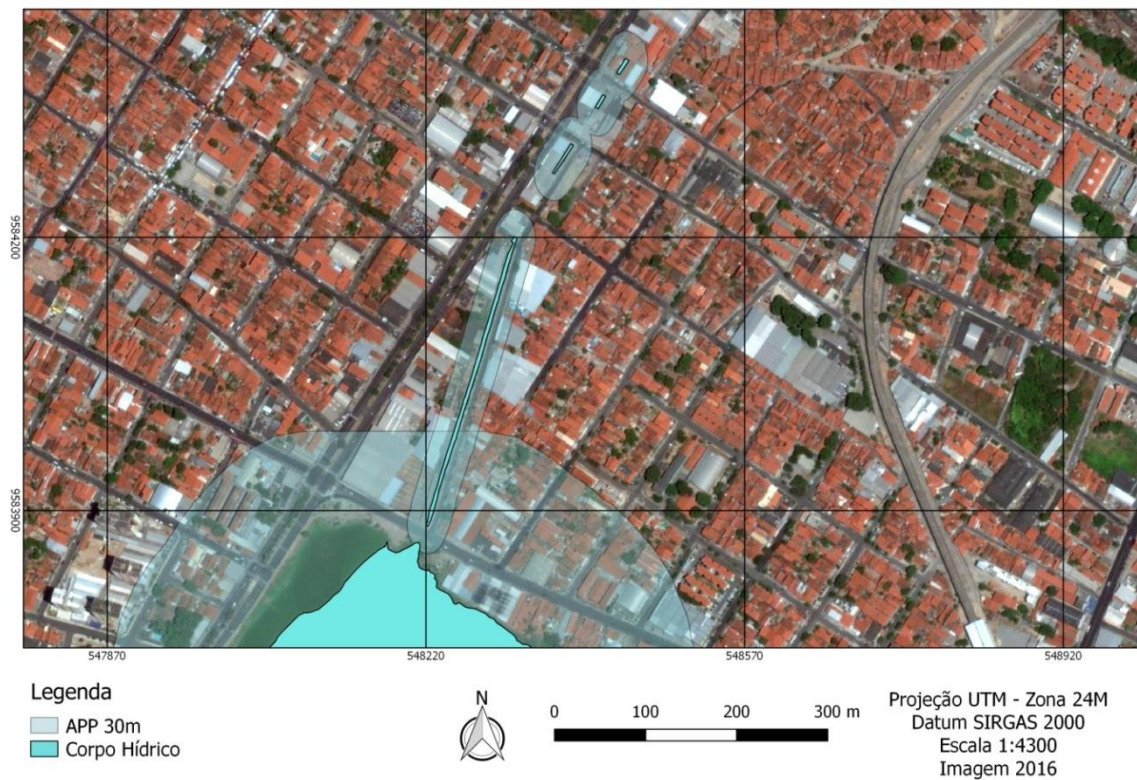
Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 7 – APP do Corpo Hídrico à Montante do Açude Santo Anastácio 2



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 8 – APP do Corpo Hídrico à Montante do Açude Santo Anastácio 3



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Como dito anteriormente, pode ser conferido, através de imagens, as áreas que deveriam estar desocupadas. A pavimentação e a inadequada ocupação afetam o curso natural do corpo hídrico, o que em alguns pontos, causa o seu desaparecimento. As figuras a seguir evidenciam a ausência do curso d'água.

Figura 9 – Ausência do Curso Natural do Corpo Hídrico Devido a Urbanização 1



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 10 – Ausência do Curso Natural do Corpo Hídrico Devido a Urbanização 2



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

4.4 Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC

O SNUC é instituído pela Lei nº 9.985/2000 e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. A lei traz em seu Art. 2º as seguintes definições:

- I - unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção [...];
- V - preservação: conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais [...];
- XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;
- XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original [...];
- XVI - zoneamento: definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz.

O Sistema é composto por dois grupos, Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, nos quais se separam as Unidades de Conservação (UC). A Lei nº 10.463/2016 regulamenta a Matinha do Pici, que se encontra às margens do Açude Santo Anastácio, e está inserida no grupo de Uso Sustentável, sendo uma Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE). O objetivo básico desse grupo é “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais”.

De acordo com o Art. 16 da Lei nº 9.985/2000:

A Área de Relevante Interesse Ecológico é uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

§ 1º A Área de Relevante Interesse Ecológico é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Relevante Interesse Ecológico.

A ARIE da Matinha do Pici foi criada com finalidade de manter o geocossistema que ali ocorre, bem como regular as atividades que podem ser exercidas nesta área, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos da respectiva Unidade de Conservação. O Art. 2º da Lei nº 10.463/2016 traz os objetivos a serem obtidos:

- I – garantir a permeabilidade do solo no respectivo setor da microbacia do açude Santo Anastácio, contribuindo para manutenção do sistema natural de drenagem e oferecendo resiliência geocológica e urbanística contra eventos extremos de precipitação pluviométrica;
- II – preservar espécimes de flora e de fauna presentes no remanescente de Mata de Tabuleiro conhecido como Matinha do Pici – um dos poucos fragmentos testemunhos da vegetação original do Município de Fortaleza;
- III – subsidiar atividades didáticas e científicas da Universidade Federal do Ceará, bem como atividades de lazer e ecoturismo para a sociedade fortalezense;
- IV – mitigar os efeitos das “ilhas de calor” e do aquecimento gerado pela impermeabilização e adensamento urbano indiscriminados no Município de Fortaleza;
- V – manter os meios de subsistência das pessoas que vivem da pesca artesanal no açude Santo Anastácio.

A ARIE supracitada tem a seguinte delimitação geográfica, com coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 24 M, Datum SIRGAS 2000, ilustradas pela Tabela 6 e pela Figura 11:

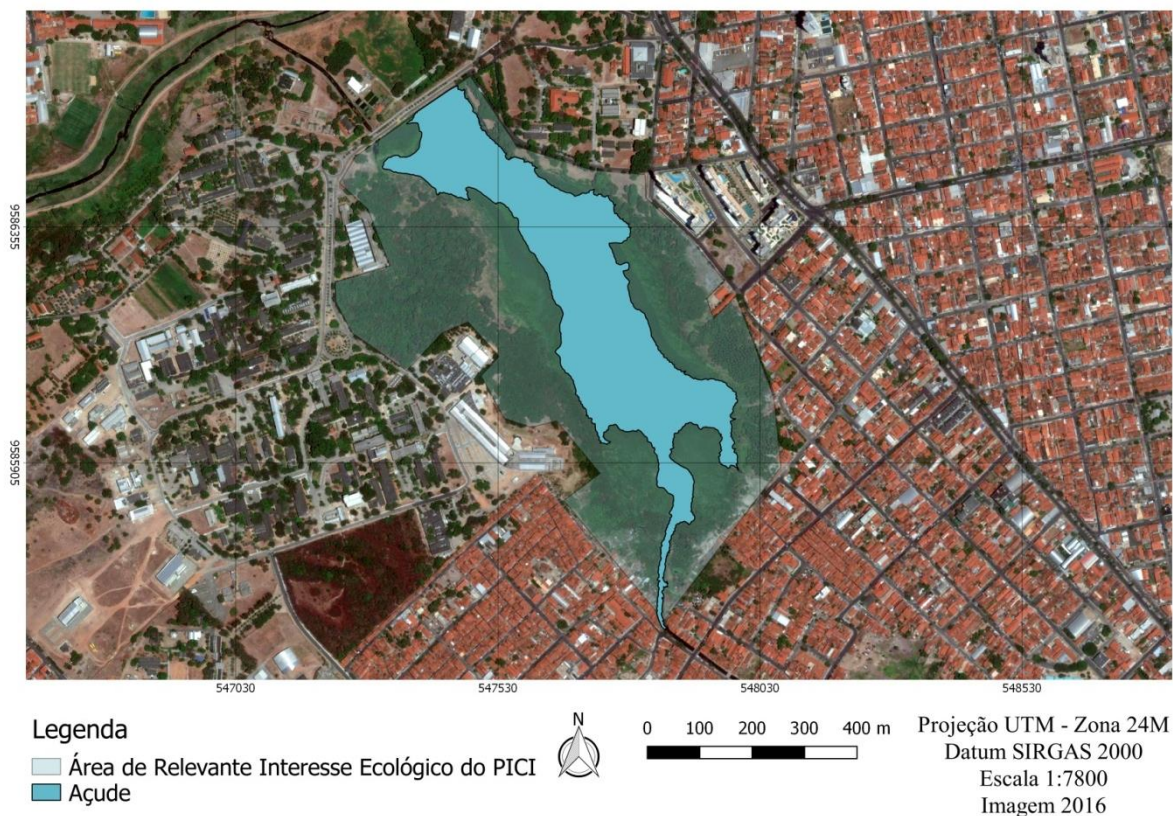
Tabela 6 – Coordenadas UTM da ARIE da Matinha do Pici

Pontos	N	E	Distância (m)
1	547477.39	9588643.99	161.78
2	547566.64	9586509.06	148.5
3	547708.48	9586464.97	102.97
4	547811.01	9586455.40	44.11
5	547812.07	9586411.31	122.93
6	547902.38	9586327.91	95.33
7	547961.35	9586253.00	47.72
8	547928.41	9586218.47	40.30
9	547942.75	9586180.76	60.43
10	547984.72	9586224.32	205.74
11	548056.44	9586031.48	134.76
12	548070.36	9585897.44	368.45
13	547847.13	9585604.36	298.06
14	547656.95	9585833.86	86.37
15	547725.85	9585885.93	130.09
16	547642.22	9585985.58	50.36
17	547593.27	9585973.87	53.18

18	547542.68	9585990.13	92.27
19	547498.37	9586071.06	50.23
20	547532.33	9586108.06	88.65
21	547473.42	9586174.30	53.93
22	547423.54	9586153.73	98.76
23	547356.27	9586081.41	126.73
24	547252.15	9586153.66	66.06
25	547221.33	9586212.10	38.26
26	547220.27	9586250.35	108.59
27	547324.39	9586281.16	116.02
28	547282.96	9586389.53	73.69
29	547228.77	9586439.47	58.13
30	547258.52	9586489.40	267.96

Fonte: Adaptada da Lei nº 10.463/2016

Figura 11 – Poligonal da ARIE da Matinha do Pici



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

O Art. 4º da lei que dispõe sobre a ARIE da Matinha do Pici especifica de forma clara os usos, ocupações e atividades que são proibidas de serem exercidas na região delimitada pelas coordenadas supraditas:

- I — impermeabilização do solo ou qualquer outro procedimento que prejudique de modo significativo a permeabilidade do solo ou a rede de drenagem superficial;
- II — desmatamento ou alteração das características naturais do fragmento de Mata de Tabuleiro, conhecido como Matinha do Pici;
- III — riscos ou ameaças a espécies de biota localmente raras;
- IV — alteração da harmonia natural da paisagem natural (...).

No Art. 5º, ficam estabelecidas as atividades com permissão para serem exercidas no local, que devem ser direcionadas para o uso sustentável da área e serão definidas em seu Plano de Manejo:

§ 1º - Tais usos podem compreender atividades científicas, didáticas e experimentais da Universidade Federal do Ceará ou instituições parceiras, bem como o turismo ecológico, o lazer sustentável, e a atividade contemplativa, bem como ainda a colheita limitada de produtos naturais, desde que devidamente controlados pelos órgãos supervisores e fiscalizadores.

§ 2º - O Plano de Manejo deve abranger toda a área da ARIE e sua zona de amortecimento, devendo ser assegurada a mais ampla participação popular quando de sua elaboração, atualização e implementação.

Estas atividades foram criadas com a intenção de manter a perenidade dos recursos ambientais renováveis, dos processos geomorfológicos, hídricos, sedimentológicos, assim como manter a biodiversidade e os atributos naturais adicionais, considerando aspectos sociais e econômicos.

Quando da implantação e gestão da ARIE da Matinha do Pici, de acordo com o Art. 6º, serão adotadas, entre outras, as seguintes medidas:

- I — elaboração do Plano de Manejo, com zoneamento ecológico-econômico, definindo as atividades a serem permitidas, incentivadas ou proibidas em cada zona da ARIE;
- II — utilização dos instrumentos legais e dos incentivos financeiros governamentais para assegurar a proteção da biota, a recuperação dos corpos hídricos, o uso racional do solo, e outras medidas referentes à salvaguarda dos recursos ambientais da ARIE da Matinha do Pici;
- III — aplicação de medidas legais destinadas a impedir ou evitar o exercício de atividades causadoras de degradação da qualidade ambiental;
- VI — divulgação das medidas previstas nesta Lei, objetivando o esclarecimento da comunidade local sobre a ARIE e suas finalidades;
- V — promoção de programas específicos de educação ambiental.

Art. 7º - A ARIE da Matinha do Pici disporá de um conselho gestor de composição paritária, com representação de diferentes departamentos e pró-reitorias da Universidade Federal do Ceará, bem como representantes da sociedade civil organizada, para elaboração e execução do Plano de Manejo, do zoneamento ecológico-ecológico e apoiar a implementação das atividades de administração da referida ARIE.

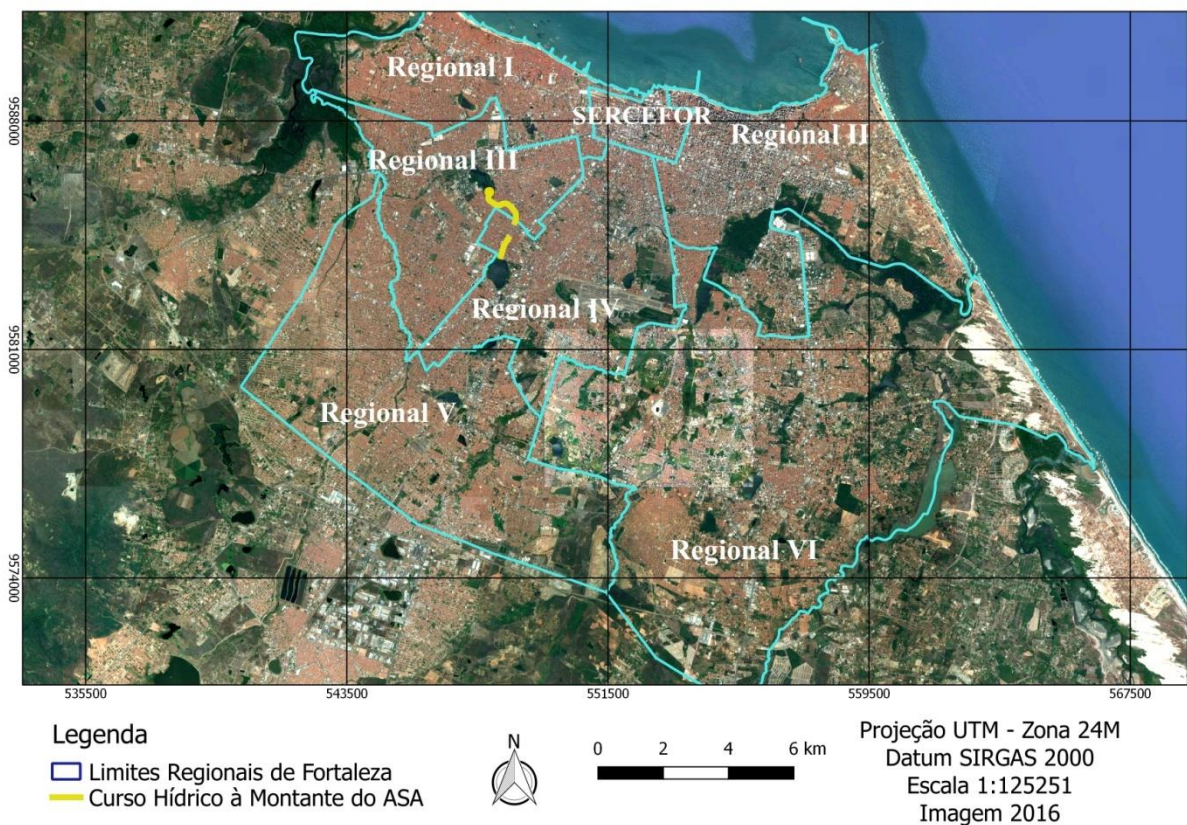
A lei supracitada que se refere à criação da ARIE no Campus do Pici, por ser uma lei de esfera municipal, torna a Prefeitura de Fortaleza a principal responsável pela manutenção do ASA, o que inclui sua limpeza e a busca de meios para que a poluição não chegue até o corpo hídrico. Porém, na mesma localidade há uma APP que, na hierarquia de leis, prevalece por ser uma lei federal mais restritiva. Isto significa que a preservação e o monitoramento do açude devem ser feitos pela UFC. Porém, a responsabilidade da manutenção nos aspectos legislativos ambientais do recurso hídrico que abastece o ASA é do município de Fortaleza.

De acordo com o setor de infraestrutura da instituição de ensino, a limpeza do açude é feita, periodicamente, através de uma empresa terceirizada contratada pela UFC para ações emergenciais. Essas ações são necessárias devido a episódios como a mortandade dos peixes em abril de 2016, ou como o comum surgimento de considerável número de plantas aquáticas impedindo o curso natural das águas e acumulando grandes quantidades de resíduos em épocas mais chuvosas devido a eutrofização.

5 CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO DA COMUNIDADE

Os bairros que influenciam diretamente a área em estudo são Pici, Bela Vista, Panamericano, Couto Fernandes e Demócrito Rocha, no qual possuem em seu território o curso d'água que alimenta o açude. Os bairros Amadeu Furtado e Parquelância são circunvizinhos do reservatório Santo Anastácio. Estes bairros estão limitados em duas regionais, III e IV, o que pode ser verificado por meio da figura 10, que delimita em vermelho o recurso hídrico saindo da lagoa da Parangaba, na regional IV, até o ASA no Campus do Pici, regional III.

Figura 12 – Limites Regionais de Fortaleza



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

As ações antrópicas geradas pelo crescimento populacional, reforçadas pela urbanização descontrolada, impactam diretamente os corpos hídricos e cursos d'água nas cidades. A região do entorno do ASA e sua extensão sofrem as consequências deste cenário, visto que o açude se encontra em constante processo de degradação e poluição por parte da comunidade circunvizinha, que joga diretamente resíduos sólidos e esgoto em suas águas.

Sabe-se que uma pessoa elimina, através das próprias ações fisiológicas, cerca de

5 kg de nitratos anualmente, acarretando um grande risco ambiental se não houver uma correta disposição dos esgotos domésticos (GUEDES JR.,1999). Foi elucidado, no entanto, que o nutriente principal que desencadeia a hipereutrofização do meio em estudo é a alta concentração de fósforo.

5.1 Parâmetros de Caracterização

5.1.1 Extrema Pobreza e Distribuição de Renda por Regionais

Através das Tabelas 7 e 8, é possível identificar o perfil das comunidades inseridas nas regionais que estão no entorno do açude, em relação a sua população, no qual pode-se observar a porcentagem de pessoas que vivem em extrema pobreza. A Tabela 7 expõe a porcentagem da população extremamente pobre por regionais. A regional III, na qual estão inseridos os bairros mais próximos ao reservatório e que mais influenciam em sua qualidade, contém 13% de toda a população extremamente pobre de Fortaleza. Em contrapeso, a menor porcentagem se encontra na regional IV, com 6,41% e abrange os bairros mais afastados do ASA, sendo mais próximos à saída do recurso da Lagoa da Parangaba. A Tabela 8 propõe a distribuição de renda da população por regional, em que mostra a regional III como a terceira pior renda e a regional IV como a segunda melhor renda.

Tabela 7 - Extrema Pobreza por Regionais

Regionais	Extrema pobreza		% sobre o número total de extremamente pobres
	%	nº	
I	5,42	19730	14,72
II	3,48	12634	9,43
III	4,83	17417	13
IV	3,05	8583	6,41
V	7,12	38554	28,77
VI	6,85	37074	27,67
Total		133992	100

Fonte: Adaptada de IPECE (2012).

Tabela 8 - Distribuição da Renda e da População por Regionais

SER	População	Renda média	Ranking
I	363912	587.7	5
II	363406	1850.1	1
III	360551	658.0	4
IV	281645	845.2	2
V	541511	471.7	6
VI	541160	715.4	3

Fonte: Adaptada de IPECE (2012).

5.1.2 Extrema Pobreza e Distribuição de Renda por Bairros

Nas Tabelas a seguir são avaliados os perfis de acordo com cada bairro que influenciam nas características qualitativas do ASA. A Tabela 9 mostra que os bairros que impactam diretamente o corpo hídrico tem os menores valores de renda, os quais não chegam a um salário mínimo. Os bairros circunvizinhos tem as maiores rendas e estão bastante além da média da regional da qual pertecem. A Tabela 10 apresenta os bairros mais próximos e de influência direta no ASA com os piores cenários, em especial o bairro Pici, que abrange o limite de entrada do recurso na UFC, e tem mais de três mil pessoas vivendo em extrema pobreza.

Tabela 9 - Distribuição da Renda por Bairros de Fortaleza

Bairros	SER	Renda média	
		R\$	Ranking
Panamericano	4	564.22	66
Bela vista	3	636.82	55
Couto Fernandes	4	622.4	58
Demócrito rocha	4	572.76	65
Amadeo Furtado	3	1065.93	27
Pici	3	424.62	99
Parquelândia	3	1170,29	24

Fonte: Adaptada de IPECE (2012).

Tabela 10 - População Total, % e N.º da População Extremamente Pobre por Bairros

Bairros	SER	População total	Extrema Pobreza		
			%	Ranking	Nº
Panamericano	4	8.815	4,57	54	403
Bela vista	3	16.754	4,15	60	696
Couto Fernandes	4	5.260	4,43	55	233
Demócrito rocha	4	10.994	3,68	72	405
Amadeo Furtado	3	11.703	1,89	96	221
Pici	3	42.494	7,47	18	3.175,00
Parquelândia	3	14.432	1,67	99	241

Fonte: Adaptada de IPECE (2012).

5.1.3 Indicadores de Infraestrutura de Saneamento Básico por Bairros

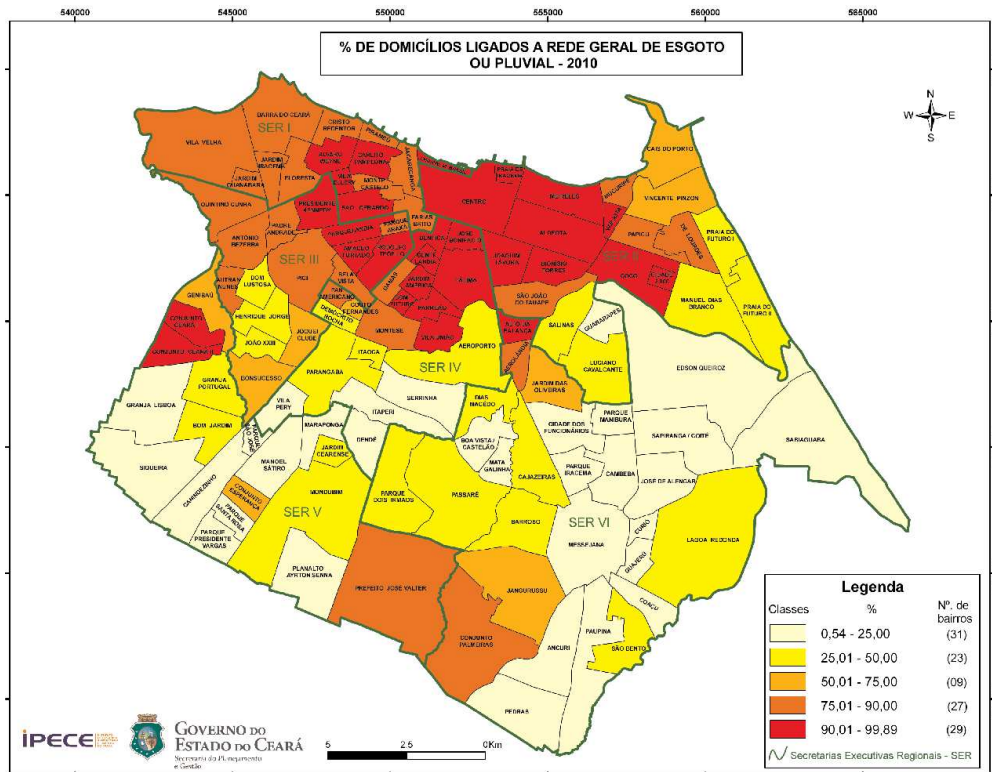
Em relação aos indicadores de infraestrutura domiciliar, a tabela 11 mostra, por bairros, que a taxa de coleta de lixo realizada pela prefeitura é quase que 100% em todos os bairros. A porcentagem de domicílios ligados a rede geral de água é boa, pois atinge a maioria das residências, fato que difere da taxa de ligações a rede de esgoto ou pluvial, tendo índices mais baixos. Nas figuras 13, 14 e 15 é possível verificar a distribuição das porcentagens da tabela 11 por toda Fortaleza.

Tabela 11 - Indicadores de Infraestrutura domiciliar Segundo os Bairros de Fortaleza

Bairros	SER	% de domicílios com serviço de coleta de lixo realizada por serviço de limpeza	% de domicílios ligados a rede geral de água	% de domicílios ligados a rede geral de esgoto ou pluvial
Panamericano	4	100	93,29	82,64
Bela vista	3	99,78	95,14	98,98
Couto Fernandes	4	99,94	88,81	68,42
Demócrito rocha	4	99,85	97,13	47,57
Amadeo Furtado	3	100	91,08	95,79
Pici	3	99,78	96,94	81,22
Parquelândia	3	99,98	94,29	94,38

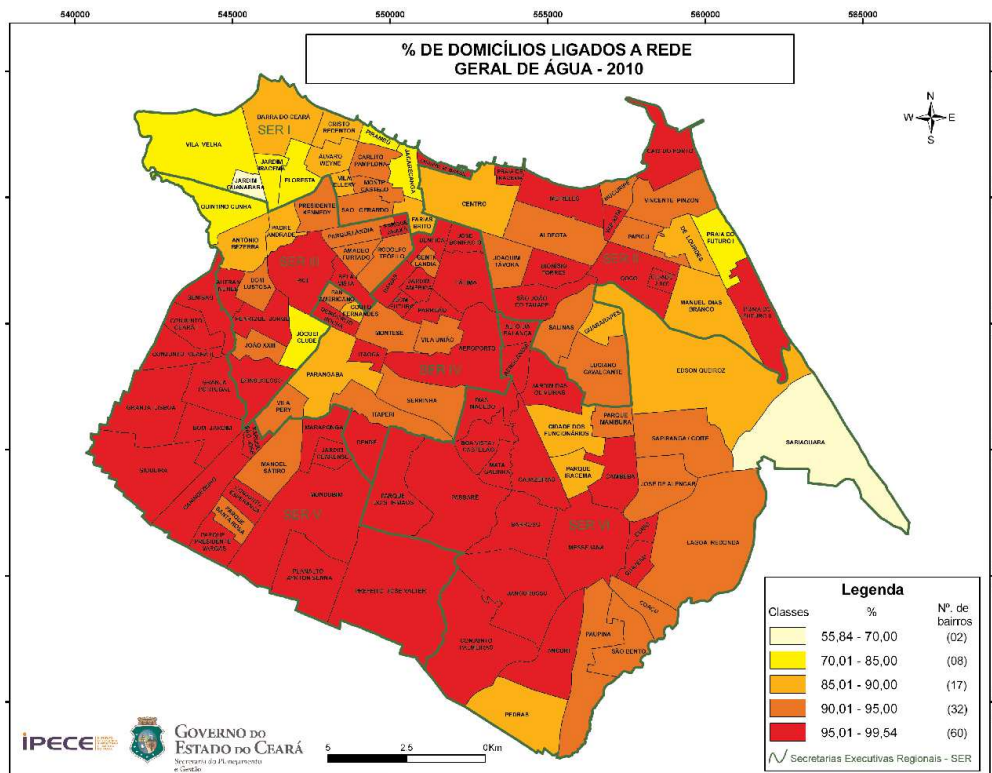
Fonte: Adaptada de IPECE (2012).

Figura 13 - % de domicílios Ligados à Rede Geral de Esgoto Segundo Bairros de Fortaleza



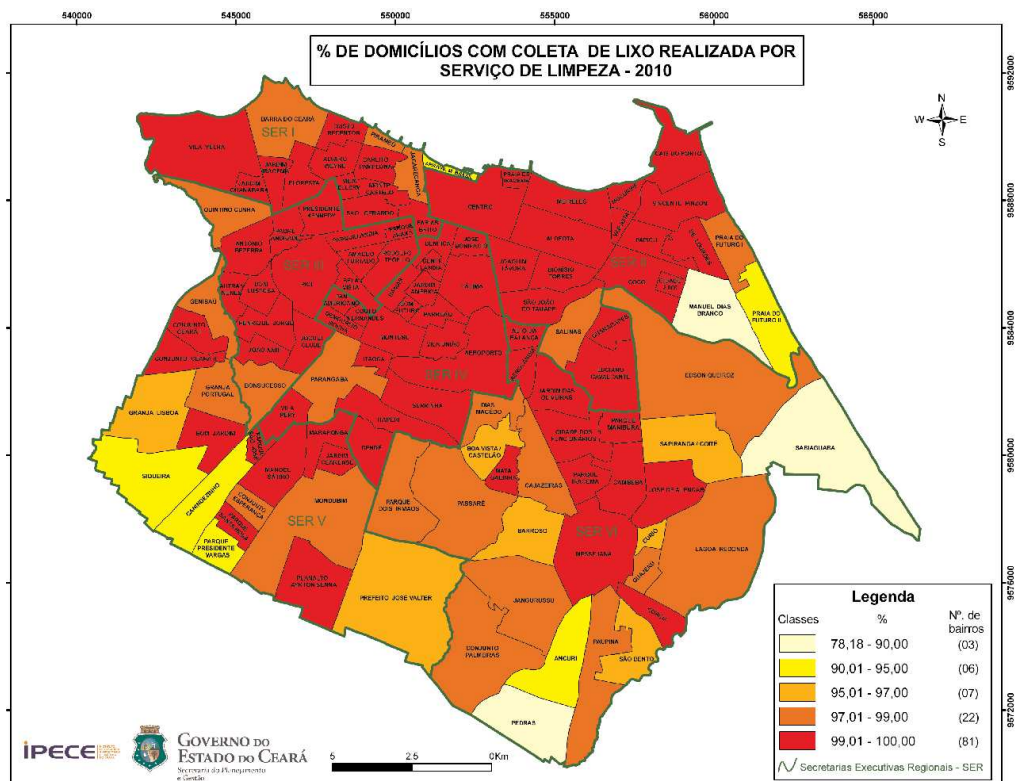
Fonte: IPECE (2012).

Figura 14 - % de domicílios Ligados à Rede Geral de Água Segundo Bairros de Fortaleza.



Fonte: IPECE (2012).

Figura 15 - % de Domicílios com Coleta de Lixo Realizada por Serviço de Limpeza Segundo Bairros de Fortaleza



Fonte: IPECE (2012).

Os resultados expostos, de acordo com o IPECE (2012), na Tabela 11, não caracterizam toda a população dos bairros, pois os valores expostos contradizem com o que pode ser verificado nas imagens por satélite, que serão apresentadas posteriormente. É possível averiguar que a comunidade que vive à margem do recurso hídrico não é contemplada com os recursos de esgotamento sanitário e coleta de lixo, pois o volume de resíduo acumulado é bastante significativa, tanto nas ruas, como no canal que leva a parcela hídrica até o açude.

Uma possível causa da falha na estrutura sanitária pode ser a dificuldade de inserção de medidas socioeducativas e de estruturas de saneamento em algumas partes da comunidade ribeirinha devido ao risco de segurança, o que torna a coleta pública de resíduos ineficaz. A quantidade de tubulação que despeja o esgoto doméstico diretamente no curso d'água também é preocupante, pois existe em número elevado, indicando a presença de casas sem esgotamento sanitário na região.

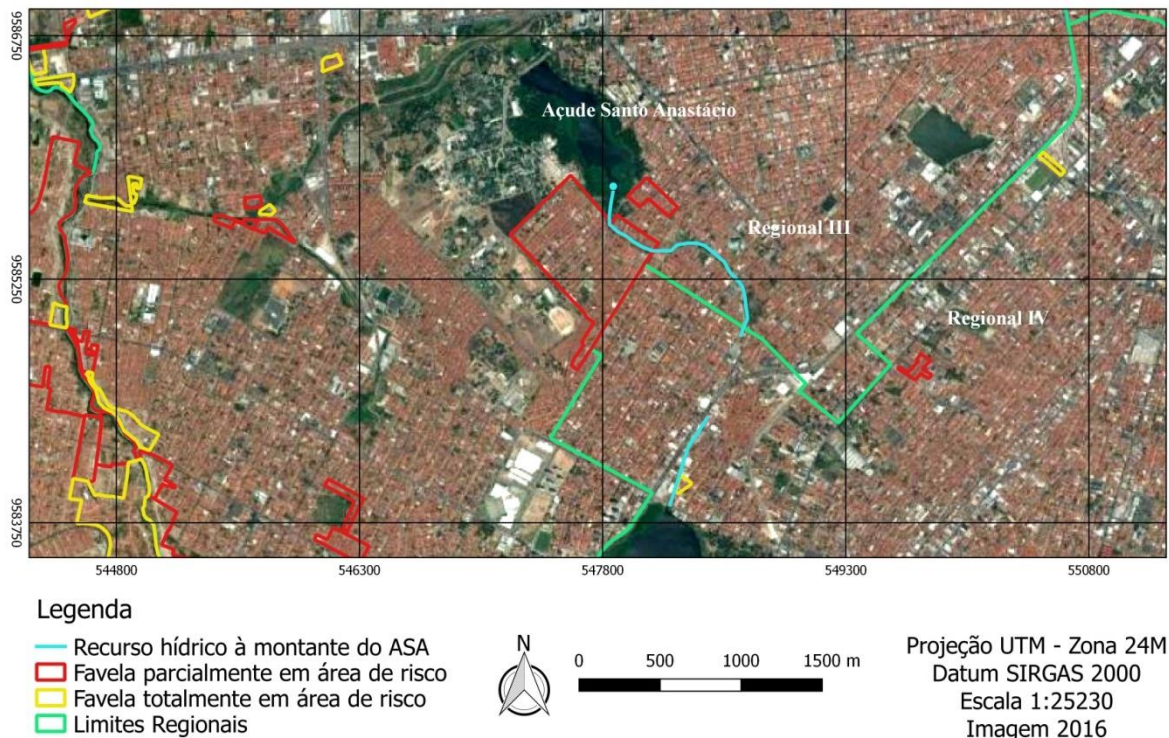
5.1.4 Áreas Consideradas de Risco pelo Município

O Art. 13 da lei nº 7987/1996, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo no Município de Fortaleza, versa que todas as atividades a serem desenvolvidas no Município devem ocorrer sem riscos de causar poluição sonora e visual, poluição do ar, da água, do solo e do subsolo. Ainda de acordo com a lei referida, considera-se poluição:

O lançamento e a liberação de toda e qualquer forma de matéria ou energia, capaz de tornar ou vir a tornar, as águas, o ar, o solo e o subsolo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde, inconvenientes ao bem estar público, danosos à fauna e à flora e prejudiciais à segurança, ao uso e ao gozo da propriedade e, às atividades normais da comunidade.

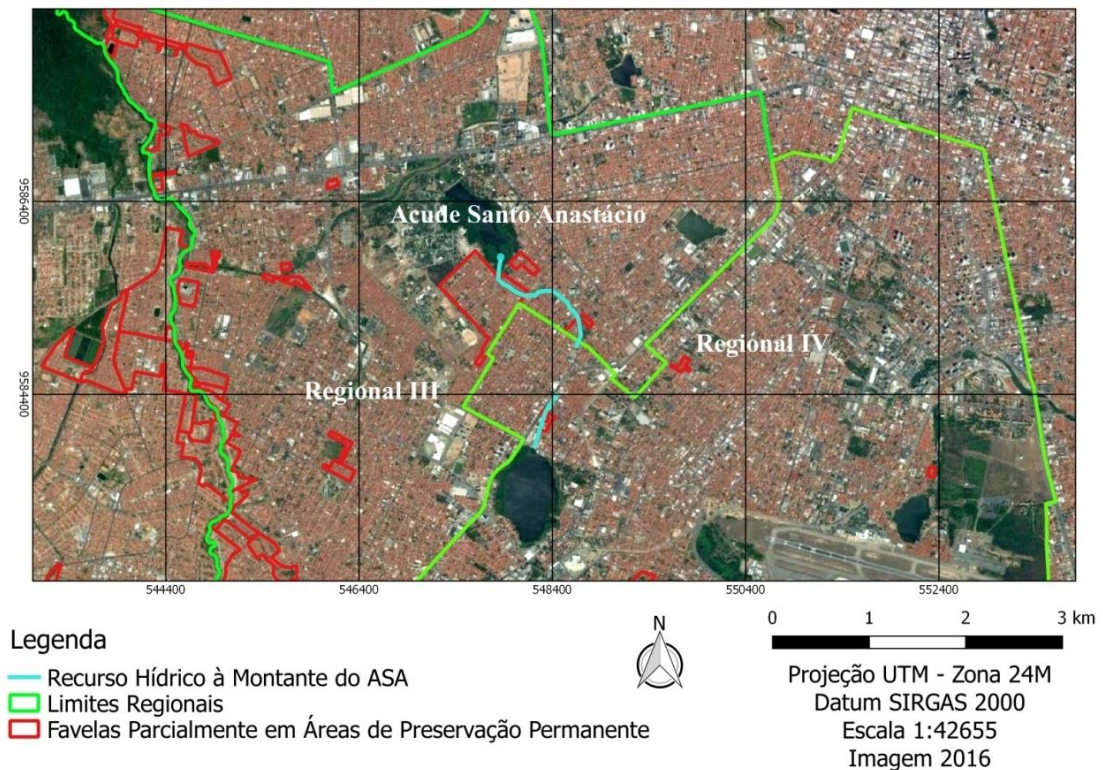
A construção dessas residências na margem do recurso é irregular, tanto por estar em área de APP, como por infringir a lei mencionada anteriormente. Uma parte considerável desta região urbanizada que influencia o meio é definida pela prefeitura como área de favela, fato que pode ser comprovado pelas Figuras 16 e 17, nas quais estão contornadas de vermelho e amarelo. Os dados utilizados para alimentar os mapas mostrados nas figuras 16 e 17 foram fornecidos pela Prefeitura de Fortaleza através do site “<http://mapas.fortaleza.ce.gov.br>”.

Figura 16 – Favelas Parcialmente em Áreas de Risco



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 17 – Favelas Parcialmente em APP



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Observando a Figura 17 é possível comprovar que grande parcela da população ribeirinha à montante do ASA, que vive em área de risco, está inserida em APP, com pouca ou nenhuma infraestrutura sanitária, principalmente na parcela que está imediatamente antes do reservatório. Infelizmente esse cenário corrobora com as imagens coletadas dos pontos de maior incidência de poluição, as quais mostram um grande acúmulo de resíduos sólidos na beira do córrego, assim como diversas canalizações irregulares.

5.1.5 Taxa de Alfabetização por Bairros

O Art. 225 da Constituição Federal versa que todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e designa ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:
I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; [...]

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; [...]

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

A taxa de alfabetização total de pessoas com mais de 10 anos nos bairros em análise é mostrado na tabela 12 com valores elevados, porém, um dos motivos pelo qual bairros de pessoas com bons níveis de educação continuarem com a tendência de degradação do Meio Ambiente é a carência de abordagem sobre o tema por parte das instituições de ensino. De acordo com a Constituição, é dever do poder público inserir e promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino. Outro fator que pode ser considerado é que os dados não caracterizam toda a população presente nos bairros em questão.

Tabela 12 - % População Alfabetizada 10 Anos ou Mais Total

Bairros	SER	%
Panamericano	4	94,5
Bela vista	3	94,5
Couto Fernandes	4	91,9
Demócrito rocha	4	95,1
Amadeo Furtado	3	96,1
Pici	3	91,8
Parquelândia	3	97,8

Fonte: Adaptada de IPECE (2012).

5.2 Principais Pontos de Poluição à Montante do ASA

As margens do ASA e do recurso hídrico que o alimenta se encontram em grande parte habitada por comunidades de baixa renda, em áreas de risco, com estruturas residenciais precárias, sem acesso a educação ambiental e saneamento, tendo seus esgotos e resíduos sólidos jogados diretamente no curso d'água, como pode ser observado nas figuras 13 a 21. Segundo Oliveira (2013) a fonte de poluição é proveniente principalmente do aglomerado urbano existente na área de preservação desse corpo de água e não existe o monitoramento da água desse açude, apesar dele ser usado regularmente pela população circunvizinha, para pesca e lazer.

Figura 18 – Entrada no ASA



Fonte: Google Earth

Figura 19 – Ponto de Lixo 1



Fonte: Google Earth

Figura 20 – Ponto de Lixo 2



Fonte: Google Earth

Figura 21 – Ponto de Lixo 3



Fonte: Google Earth

Figura 22 – Ponto de Lixo 4



Fonte: Google Earth

Figura 23 – Despejo de Esgoto 1



Fonte: Google Earth

Figura 24 – Despejo de Esgoto 2



Fonte: Google Earth

Figura 25 – Local próximo a Lagoa da Parangaba



Fonte: Google Earth

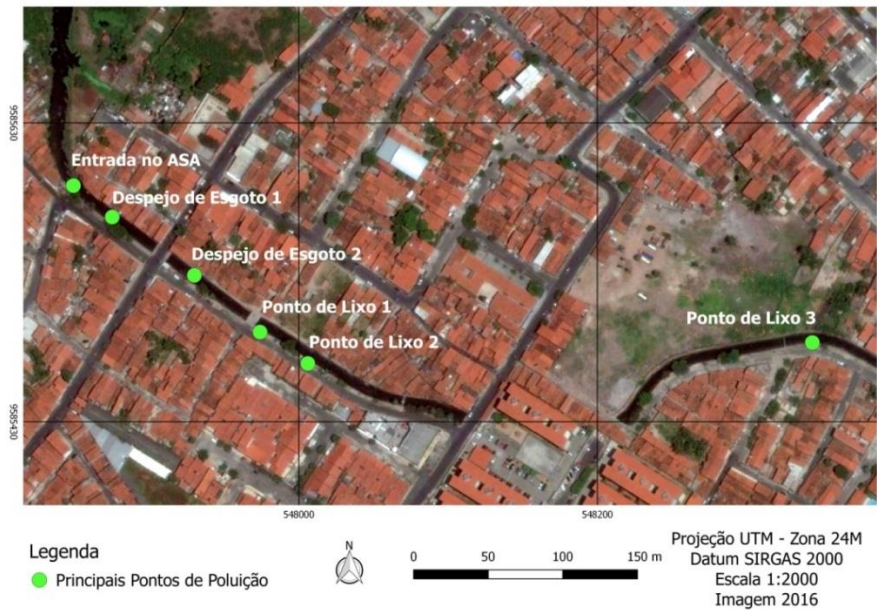
Figura 26 – Saída da Lagoa da Parangaba



Fonte: Google Earth Pro

Pode-se notar com as fotos inseridas anteriormente que os pontos irregulares de resíduos estão presentes em todo o caminho do recurso hídrico que alimenta o reservatório, com exceção dos locais que estão cobertos por construções devido a urbanização. A localização dos pontos referidos nas figuras 18 a 26 estão representados a seguir:

Figura 27 – Localização dos Pontos de Verificação 1



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 28 – Localização dos Pontos de Verificação 2



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Em muitos casos, os residentes de um determinado local são, ao mesmo tempo,

causadores e vítimas de parte dos problemas ambientais. São também essas pessoas quem mais têm condições de diagnosticar a situação (Marcatto, 2002). A recuperação de uma área degradada devido ao impacto antrópico se torna impossível se a população que convive com o problema não se sensibilizar e se conscientizar da importância de preservar o meio, pois somente dessa forma será possível cessar efetivamente a fonte de degradação. É preciso mostrar que os principais beneficiados com o restabelecimento do equilíbrio ambiental é a própria comunidade, que poderão fazer uso do recurso sem correr risco a saúde.

6 RESULTADOS

Existem duas jurisprudências associadas a proteção ambiental do local de estudo situado na delimitação da Universidade Federal do Ceará: a APP e a ARIE da Matinha do Pici, sendo a APP direcionada para a manutenção do ASA e a ARIE para a manutenção de todo o ecossistema da Matinha do Pici. Como a maior parte do perímetro das duas áreas estão sobrepostas, as concessões para as intervenções devem ser analisadas de acordo com as duas legislações. A lei federal que dispõe sobre a APP é mais restritiva, tornando possível intervenções em casos de utilidade pública, interesse social ou atividades de baixo impacto. Em contrapartida, a lei municipal que regulamenta a ARIE determina algumas atividades que podem ser exercidas no local. Na tabela 13 estão destacadas as atividades e intervenções que podem ser realizadas no local e que estão em acordo com as duas leis.

Tabela 13 – Atividades Permitidas na Interseção das Áreas

Atividades e intervenções permitidas na área em estudo no perímetro da UFC	APP		ARIE
	<i>Interesse Social</i>	<i>Baixo Impacto</i>	Atividades científicas, didáticas e experimentais da Universidade Federal do Ceará ou instituições parceiras
	a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e	Implantação de trilhas para o desenvolvimento do ecoturismo	Turismo ecológico

	culturais ao ar livre em áreas urbanas e rurais consolidadas	Construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro	Lazer sustentável
		Pesquisa científica relativa a recursos ambientais, respeitados outros requisitos previstos na legislação aplicável	Atividade contemplativa
		Exploração agroflorestal e manejo florestal sustentável, comunitário e familiar, incluindo a extração de produtos florestais não madeireiros, desde que não descaracterizem a cobertura vegetal nativa existente nem prejudiquem a função ambiental da área	Colheita limitada de produtos naturais, desde que devidamente controlados pelos órgãos supervisores e fiscalizadores

Fonte: Da Autora

As atividades sugeridas na legislação de criação da ARIE devem estar presentes no plano de manejo, assim como a criação de novas atividades, que devem ser voltadas para o uso sustentável da área e não devem ferir as restrições dispostas no código florestal sobre a APP existente. Na criação do Plano de Manejo, com a participação da população, deve-se garantir a abrangência todo o espaço de 43,2 ha de área e sua zona de amortecimento, que terá suas dimensões estabelecidas no próprio plano.

A elaboração do Plano de Manejo deve contemplar aspectos de contextualização, com a apresentação da Unidade de Conservação (UC); o diagnóstico ambiental do entorno, com aspectos sociais como uso atual da terra, nível econômico, tendência de crescimento, e aspectos ambientais, físicos e biológicos, a fim de identificar as ameaças e oportunidades que podem exploradas; diagnóstico da ARIE, com aspectos ambientais e ações que podem ser desenvolvidas na UC; planejamento do estudo, com os objetivos a serem alcançados, zoneamento com delimitação da zona de amortecimento; e apresentação dos programas a serem desenvolvidos na ARIE.

A presença e participação da comunidade que sofre e causa impactos na região em estudo é essencial na construção do plano, com reuniões e entrevistas, principalmente na análise socioeconômica e ambiental. No decorrer do processo é importante o desenvolvimento de atividades como educação ambiental durante o contato com a população, ações de fiscalização para identificar os pontos de maior incidência de poluição e evitar o surgimento de novas irregularidades, visitas técnicas ao local para elaboração do diagnóstico ambiental e reconhecimento do terreno e divulgação das etapas que estão sendo seguidas na elaboração do plano, dando abertura para dissolução de possíveis dúvidas em relação ao processo.

A tabela 14 indica mais algumas atividades que podem ser desenvolvidas na ARIE, proporcionando um melhor aproveitamento do local, dentro das legislações que regem o local e não interferindo nas restrições indicadas por ser APP.

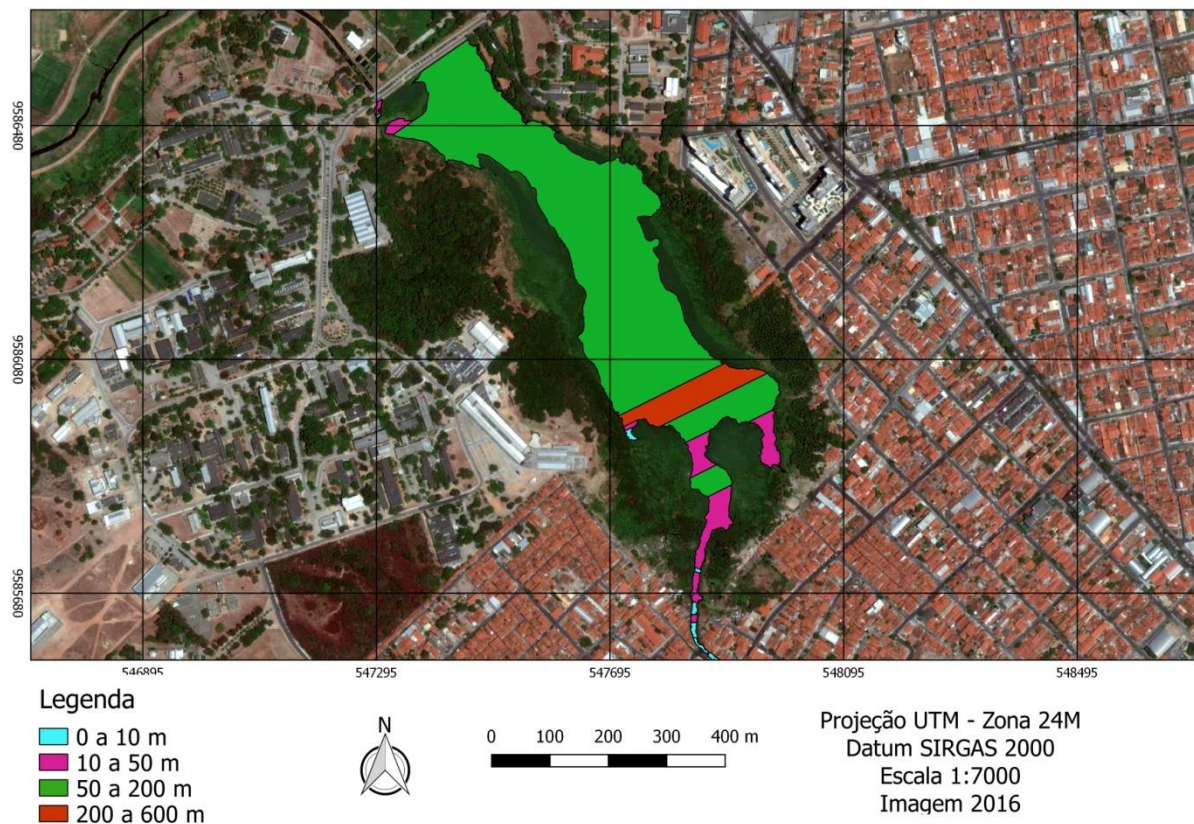
Tabela 14 – Atividades e Programas a serem desenvolvidos na ARIE

Atividades	Programas
Espaço ao ar livre para promover a educação ambiental	De pesquisa e monitoramento, para registrar a qualidade da água, permitir a manutenção da flora e fauna no local e garantir o perímetro da unidade
Visitas monitoradas de escolas e da própria comunidade	De conscientização ambiental, tanto com a comunidade do entorno quanto com a comunidade do Campus do Pici
Trilha para ecoturismo, reconhecimento do local e facilitação de pesquisas da própria universidade, como coleta de amostras para análise	De recuperação, principalmente devido a degradação do ASA

Fonte: Da Autora

A APP inserida no açude Santo Anastácio, que tem a área do seu espelho d'água de 13,596 ha, foi desenvolvida a partir de diferentes larguras, já que o açude não é uniforme. O açude foi dividido em com diferentes tamanhos, de acordo com as larguras de APP do código florestal vigente, sendo: APP de 30 metros para largura entre 0 e 10 metros, de 50 metros para largura entre 10 e 50 metros e de 100 metros para largura entre 50 a 200 metros. Como o maior trecho do açude não ultrapassa 200 metros, foram usadas essas quatro divisões. Na figura 29 pode ser observado o fracionamento do açude por cores.

Figura 29 – Divisão do ASA por Largura de acordo com o Código Florestal Vigente



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

No QGIS foi utilizada a ferramenta “buffer” para a criação das APPs de cada fração que, posteriormente, passaram pela aplicação de outras ferramentas chamadas “união” e “dissolver” transformando-se na APP geral do ASA. Em contrapartida, a APP do curso d’água que alimenta o açude foi estabelecida de acordo com o Código Florestal, com buffer de 30 metros, pois todo o trecho, desde sua saída da Lagoa da Parangaba, está canalizado e não ultrapassa o limite de 10 metros de largura, como estabelecido.

Após esse procedimento, tornou-se possível calcular a área total de mata ciliar externa ao açude. Para isso, introduziu-se uma nova coluna na tabela de atributos da camada referente à mata ciliar, nomeando-a de “área_ha” e selecionando o cálculo da área na seção de geometria. Desta forma, a nova coluna retornou ao usuário a área total de APP, que foi de 29,2 ha. Realizou-se o mesmo procedimento para a área à montante interna à comunidade, desde sua saída da lagoa da Parangaba até sua entrada no ASA, que deveria obedecer a largura mínima de mata ciliar estabelecida em legislação em relação ao curso d’água, obtendo o valor em APP de 9,9 ha.

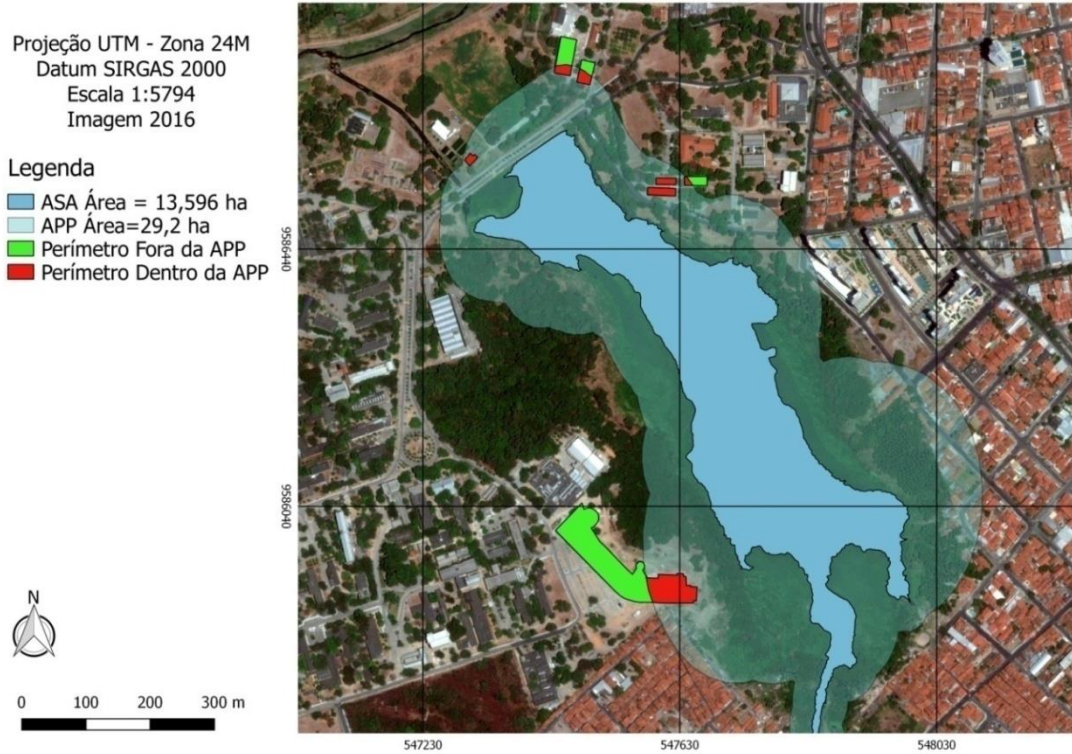
Portanto, calculou-se que há necessidade de restaurar 8,95 ha, sendo 90.4% de área irregularmente ocupada em APP, corresponde à porcentagem da área total que se encontra dentro da comunidade, a fim de atender a legislação e garantir a preservação da água e a conservação do solo. Uma alternativa para resolver essa problemática é a recomposição dessa área por meio de evacuação do local e pelo plantio de vegetação nativa para restauração da vegetação. Desta forma, as famílias residentes na Comunidade devem ser reassentadas/remanejadas para locais que ofereçam menor risco ao meio ambiente e à sociedade. Outra solução é canalizar todo o curso d'água, com cobertura em toda a sua extensão, além de realização de obras de infraestrutura sanitária a fim de disponibilizar a toda a comunidade do entorno uma rede adequada de esgotamento sanitário, evitando assim o despejo de resíduos sólidos e efluentes no recurso hídrico.

Com as imagens expostas ao decorrer deste estudo, é possível observar que ao longo do recurso hídrico à montante do ASA, desde sua saída da Lagoa da Parangaba, há irregularidades quanto ao zoneamento urbano e disposição de resíduos sólidos e líquidos. Porém, não é apenas fora da Universidade que há irregularidades quanto ao zoneamento. Existem blocos didáticos e administrativos dentro da UFC que estão inseridos na APP de forma irregular.

Porém, alguns desses blocos são antigos, podendo ser explicada a irregularidade devido a sua construção datar em anos nos quais a preocupação ambiental não era muito difundida, como no caso do bloco do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Administração, de 1989. Apesar da pouca preocupação com as questões ambientais, já existia o código florestal desde 1965, pela lei nº 4.771, sendo modificado em 1989, lei nº 7.803, passando a ter as mesmas condições para criação de APP que o código vigente atualmente.

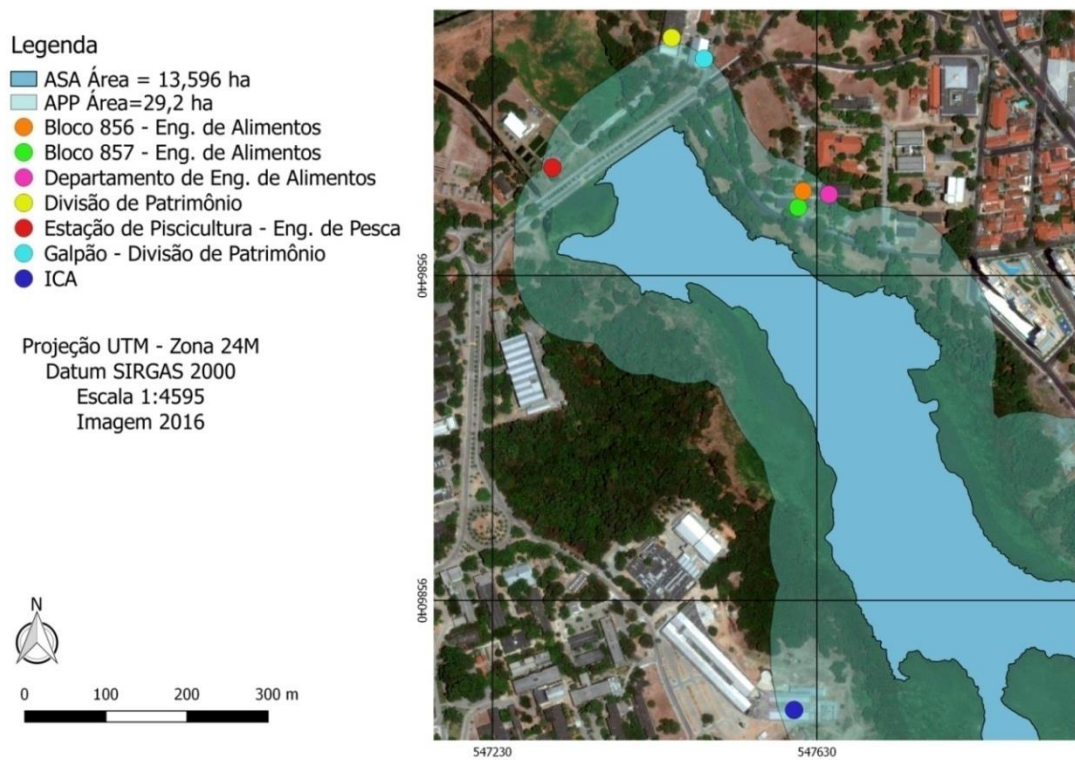
Já no caso do galpão construído para a Divisão de Patrimônio, e do Instituto de Cultura e Arte – ICA, que começaram a ser construídos em 2013 e meados de 2011, respectivamente, a construção em área protegida por lei federal pode ser explicada pela falta de gestão ambiental e de estudo técnico ambiental para a escolha do local onde está instalado, já que, no caso do projeto do ICA, seu perímetro final tem as mesmas dimensões da área inicialmente projetada, não sofrendo expansão. Isso mostra que o bloco foi planejado para ser construído dentro da APP. Os demais blocos expostos na Figura 26 não tem registro de ano de construção e, por terem sido construídos antes dos anos 2000, não contém imagens no Google Earth do início de sua construção. O total de área construída dentro da APP no Campus do Pici é de 0,475 ha e pode ser verificada a seguir com os blocos de coloração vermelha.

Figura 30 - Perímetro dos Blocos Dentro da APP



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Figura 31 - Identificação dos Blocos Dentro da APP

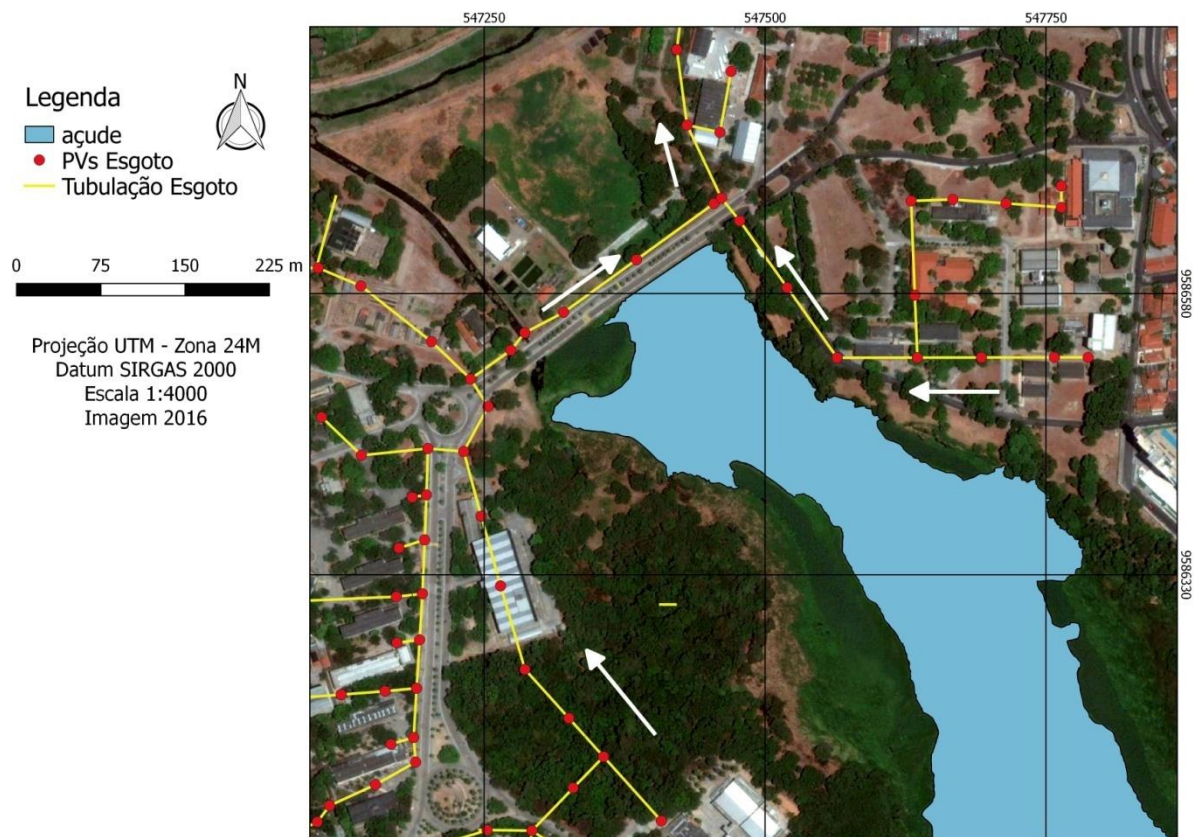


Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

A construções de blocos e galpões dentro da universidade não se encaixa em nenhuma das três alternativas viáveis expostas no subcapítulo 4.3.1. Apesar disso, as construções que estão localizadas em áreas irregulares não interferem no saneamento do ASA, pois, de acordo com a superintendência de infraestrutura da universidade, dispõem de redes de água e esgoto próprias que interligam toda a UFC, que pode ser visto na Figura 32.

É necessário que um modelo de protocolo de licenciamento ambiental para autorização de obras dentro da UFC seja elaborado a fim de evitar irregularidades ambientais e promover a proteção ambiental dentro da universidade, de acordo com as legislações vigentes.

Figura 32 – Rede de Esgoto da UFC



Fonte: Da Autora Adaptado de Google Earth Pro

Os bairros que mais impactam negativamente o corpo d'água à montante do açude e o próprio reservatório, Pici, Bela Vista, Panamericano, Couto Fernandes e Demócrito Rocha, se localizam na regional III, que contém 13% de toda a população extremamente pobre de Fortaleza. São distritos em que a renda não ultrapassa um salário mínimo, como por exemplo o bairro Pici, que está localizado na entrada do ASA e tem, entre os citados, a menor

renda no valor de 424.62 reais, com uma população extremamente pobre de mais de três mil pessoas.

Os dados de saneamento básico, % de domicílios ligados a rede de água, de esgoto e com coleta de resíduos, divulgadas pelo IPECE (2012) mostram resultados com porcentagens elevadas de 99,78 para coleta de lixo; 96,94 para domicílios com rede de água e 81,22 para domicílios com rede de esgoto para o bairros Pici e 99,78 para coleta de lixo, 95,14 para domicílios com rede de água e 98,98 para domicílios com rede de esgoto para o bairro Bela Vista, porém os pontos de mais acúmulo de resíduo sólido e de grande quantidade de tubulações de despejo de esgoto se concentram justamente nesses bairros, respectivamente, fato que pode ser conferido nas imagens expostas no capítulo 5.2. O que pode explicar esse fato é que, apesar de haver instalações de infraestrutura de saneamento nesses bairros, se concentra justamente à margem do açude uma grande parcela que não usufrui dessa tecnologia. Porém, apesar disso, os números passam uma falsa sensação de que a situação é mais favorável do que a realidade, de fato, é.

Ainda de acordo com a pesquisa do IPECE (2012), em todos os bairros estudados, a população alfabetizada com 10 anos ou mais ultrapassa 90% do total. Em contrapeso, a deficiência da inserção da educação ambiental nas escolas e na própria comunidade pode explicar o fato de que não há preocupação com o meio ambiente e com a qualidade do açude, mesmo o reservatório servindo de lazer e pesca para subsistência de alguns moradores.

A dificuldade de promover, por parte da UFC ou mesmo da própria prefeitura, projetos de educação ambiental e sensibilização, visando atingir a conscientização da população, ou qualquer atividade no local se torna difícil devido a falta de segurança da região, considerada pela Prefeitura de Fortaleza área de favela parcialmente em área de risco. A melhor saída é promover ações integradas dentro da própria escola, atingindo os estudantes e buscando formas de atrair a atenção dos familiares.

7 CONCLUSÃO

Diante do aumento da geração de resíduos, a gestão do Campus do Pici enfrenta desafios em busca de soluções para os problemas ambientais como pode ser observado nas áreas do entorno do Açude Santo Anastácio, decorrente do descarte indevido de resíduos, oriundos principalmente das comunidades circunvizinhas.

O atual cenário do Açude Santo Anastácio (ASA), localizado na Universidade Federal do Ceará, diagnosticado e apresentado com uso de ferramentas de Geoprocessamento mostra a relação dos fatores de poluição do reservatório, assim como o curso d'água que o alimenta, com origem desde o vertedouro da lagoa da Parangaba.

Assim, as ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas foram de fundamental importância para a concepção do estudo por meio da alimentação e manipulação do banco de dados, na construção dos mapas que viabilizaram uma análise espacial mais profunda das características ambientais do ASA. O *software* utilizado na elaboração deste projeto foi o QGIS, por ser uma ferramenta de código aberto, gratuita e intuitiva. Ferramentas auxiliares, como o Google Earth Pro, também possibilitam o acesso aos dados vetorizados e de raster, constituindo a base dos mapas.

O estudo do ASA revelou que existem falhas quanto a localização de construções inseridas nos limites da Área de Preservação Permanente tanto por parte da Universidade Federal do Ceará quanto pela Prefeitura de Fortaleza que, de acordo com as legislações citadas no decorrer do texto, são responsáveis diretos pelo reservatório e sua margem e pelo curso hídrico que o abastece, respectivamente.

A manutenção da vegetação na margem dos cursos hídricos impede o assoreamento e a diminuição do espelho d'água do recurso, proporciona a conservação da diversidade de animais, plantas e impede a poluição devido a ocupação antrópica. Esse fato pode ser comprovado no próprio ASA, que é caracterizado como hipereutrófico devido a quantidade exacerbada de nutrientes, sendo o fósforo o principal parâmetro fora dos padrões, tendo como causa o contínuo despejo de esgoto e resíduos sólidos à montante do açude.

De acordo com a legislação que dispõe sobre a ARIE da Matinha do Pici, o plano de manejo é de essencial importância para o cumprimento da preservação do local, pois nele devem ser especificadas as atividades a serem executadas a fim de promover a melhor utilização dentro das especificações previstas nesta lei e no código florestal.

Ações de educação ambiental, tanto na comunidade como no âmbito universitário, são de extrema importância para a conservação do local e servem como base para as gerações

futuras. Também é importante ser abordada a questão da insegurança pública na região, pois esse é um dos fatores impeditivos na implementação de uma gestão ambiental voltada para a recuperação dos recursos e conscientização da população.

8 REFERÊNCIAS

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: 05 maio 2017.

APÓS morte de peixes, fiscalização para evitar lixo em açude da UFC será intensificada. Fortaleza, Ceará: Tribuna do Ceará, 2016. Disponível em: <<http://tribunadoceara.uol.com.br/noticias/cotidiano-2/apos-morte-de-peixes-fiscalizacao-para-evitar-lixo-em-acude-da-ufc-sera-intensificada/>>. Acesso em: 05 maio 2017.

ARAÚJO, Germário Marcos; NETO, Iran Eduardo Lima; BECKER, Helena; . ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIO URBANO RASO – ESTUDO DE CASO: AÇUDE SANTO ANASTÁCIO, FORTALEZA (CE). In: REVISTA AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica, 2016.

BECKER, H.; FARIAS, D. B. A.; SILVA, R. O. Açude Santo Anastácio: Um Estudos de Caso. In: II WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS, ago. 2009, Fortaleza. **Gestão dos Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental**. João Pessoa, Editora Universitária da UFPB, p. 148-152, 2010.

BORGES, J.L. **Exames químicos e bacteriológicos do Açude Santo Anastácio em Fortaleza, Ceará, Brasil**. Monografia de Graduação Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 22 p., Fortaleza, 1978.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. **Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 03 fev. 2017.

BRASIL. **Lei nº. 9.985 de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 19 de julho de 2000.

BRASIL. **Lei nº. 11.977 de 31 de julho de 2009**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nºs 4.380, de 21 de

agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 de julho de 2009. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acesso em: 03 fev. 2017.

CEARÁ. Lei nº. 16.064, 25 de julho de 2016. Estabelece, no âmbito do Estado do Ceará, os limites determinados no art.4º, inciso ii, alínea “b”, da lei nº12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, estabelecendo critérios para determinação das áreas de preservação permanente localizadas em perímetros urbanos. Diário Oficial do Estado, Ceará, 27 de julho de 2016. Disponível em: <<http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20160727/do20160727p01.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CETESB (2007). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **IQA – Índice de Qualidade das Águas.** Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2017.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **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 União, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 15 fev. 2017

FARIAS, D.B.A. **Monitoramento do açude Santo Anastácio, Campus do Pici.** Monografia de graduação. Fortaleza 2008. 20. CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. Vol. 22, p 361 – 369, 1977.

Figueiredo, M.C.B., Teixeira, A.S., Araújo, L.F.P., Rosa, M.F., Paulino, W.D., Mota, S., Araújo, J.C. (2007) Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **12**, 399-409.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UECE, 2002. Apostila.

FORTALEZA. Lei nº. 7.987 de 23 de dezembro de 1996. Dispõe sobre a divisão do Município em Microzonas de Densidade e Zonas Especiais, regula o uso e a ocupação do solo considerando as características das zonas citadas, como também a classificação viária. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/ce/f/fortaleza/lei->

ordinaria/1996/798/7987/lei-ordinaria-n-7987-1996-dispoe-sobre-o-uso-e-a-ocupacao-do-solo-no-municipio-de-fortaleza-e-adota-outras-providencias>. Acesso em: 10 de maio de 2017.

FORTALEZA. **Lei nº. 10.463 de 31 de março de 2016**. Dispõe sobre a criação da Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE da Matinha do Pici, e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Fortaleza, CE, 7 de abril de 2016. Disponível em: <<http://apps.fortaleza.ce.gov.br/diariooficial/download-diario.php?objectId=workspace://SpacesStore/16ddb962-788e-4a9a-8485-ff4385df66a8;1.1&numero=15743>>. Acesso em: 15 de abril de 2017.

GUEDES JR., A. **Qualidade da água da ilha de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 114 p., Florianópolis, 1999.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 859 p.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. (Org.). **Perfil socioeconômico de Fortaleza**. Fortaleza, CE: IPECE, 2012. 186 p. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/Perfil%20Socioeconomico%20Fortaleza%20final-email.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Arie Floresta da Cicuta**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article?id=2062:arie-mata-de-santa-genebra>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Arie Mata de Santa Genebra**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article?id=2062:arie-mata-de-santa-genebra>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Arie Serra da Abelha**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article?id=2062:arie-mata-de-santa-genebra>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo : USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos da Qualidade e Tratamento de Água**. 3ª. ed. Campinas, SP: Átomo, 2010. 494 p.

MARCATTO, Celso. **Educação Ambiental: Conceitos e Princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 64 p.

OLIVEIRA, Ana Cristina Bastos de. **Avaliação da qualidade das águas do açude santo anastácio**. 2013. 126 p. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

OLIVEIRA, G. M. **Aspectos Limnológicos do Açude Santo Anastácio, Fortaleza, Ceará, Brasil – Estudos Físico-Químicos**. Monografia de Graduação, Fortaleza, 1975.

OLIVEIRA, Moisés Almeida de; MOTA, Suetônio; Universidade Federal do Ceará. Eutrofização antrópica: aspectos ecológicos e uma nova abordagem para modelagem da cadeia trófica pelágica em reservatórios tropicais de pequena profundidade. Fortaleza, 2001. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Univeridade Federal do Ceara, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, 2001.

OLIVEIRA, Paulo Tarso Sanches de et al. **Geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132008000100006>>. Acesso em: 22 de Maio de 2017.

Tavares, J.L., Araújo, A.L.C., Fontes, F.R.C. (2014) Estudos Iniciais para Uso do Índice Trix para Análise do Nível de Eutrofização no Estuário do Rio Potengi – Natal – RN - Brasil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. 7(3) 297 – 308.

Toledo Júnior, A.P., Talarico, M., Chinez, S.J., Agudo, E.G. (1983) *A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais*. Camburiu; Anais do 12º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Camburiu.

UFC conclui ação de limpeza em açude no Campus do Pici. Ceará: Diário do Nordeste, 2015. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/online/ufc-conclui-acao-de-limpeza-em-acude-no-campus-do-pici-1.1226142>>. Acesso em: 05 maio 2017.