



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

GUILHERME SILVA AMORIM DOS SANTOS

PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE
ADAUTO BEZERRA DE PEREIRO - CE

PAU DOS FERROS – RN

2020

GUILHERME SILVA AMORIM DOS SANTOS

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE
ADAUTO BEZERRA DE PEREIRO - CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Joel Medeiros Bezerra.

PAU DOS FERROS – RN
2020

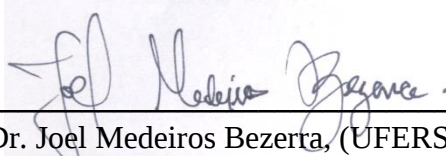
GUILHERME SILVA AMORIM DOS SANTOS

**PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE
ADAUTO BEZERRA DE PEREIRO - CE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido -
UFERSA, Centro Multidisciplinar de Pau dos
Ferreiros, como requisito para a obtenção do título
de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

DATA DE APROVAÇÃO 03 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA

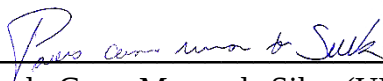


Prof. Dr. Joel Medeiros Bezerra, (UFERSA/CMPF).

Presidente

**JOEL MEDEIROS
BEZERRA:**
06389468407

Assinado digitalmente por JOEL MEDEIROS BEZERRA:
06389468407
DN: CN=JOEL MEDEIROS BEZERRA.06389468407,
OU=UFERSA - Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, O=ICPEdu, C=BR
Razão: I am the author of this document
Localização: Mossoró, RN - Brasil
Data: 2020-12-08 20:25:57
Foxit Reader Versão: 10.0.0

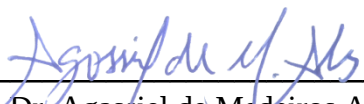


Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva (UFERSA/CE)

Primeiro Membro Examinador

**PAULO CESAR
MOURA DA SILVA:**
91358540497

Assinado digitalmente por PAULO CESAR MOURA
DA SILVA.91358540497
DN: CN=PAULO CESAR MOURA DA SILVA:
91358540497, OU=UFERSA - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, O=ICPEdu, C=BR
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2020-12-10 19:10:08
Foxit Reader Versão: 9.3.0



Prof. Dr. Agassiel de Medeiros Alves

Segundo Membro Examinador

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237p Santos, Guilherme Silva Amorim dos.
PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO AÇUDE ADAUTO BEZERRA DE PEREIRO -
CE / Guilherme Silva Amorim dos Santos. -
2020.
55 f. : il.

Orientador: Joel Medeiros Bezerra.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, 2020.

1. Planejamento Ambiental. 2. Recursos
Hídricos. 3. Microbacia hidrográfica. I. Bezerra,
Joel Medeiros , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Dedico...

Este trabalho, em primeiro lugar, a Deus pela força e coragem concedida durante toda esta longa caminhada. À minha família e a todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer ainda mais.

AGRADECIMENTOS

Apresento os meus sinceros agradecimentos a todos que direta ou indiretamente me ajudaram na elaboração deste trabalho, sendo que de forma especial:

Ao Professor, Joel Medeiros Bezerra, meu orientador, pelo apoio, incentivo e todo empenho dedicado nas orientações e correções para a realização deste trabalho, mesmo com a distância.

Aos meus pais Gefson Amorim dos Santos e Silvânia Santana da Silva, pelo amor, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos; a minha companheira e melhor amiga de todos os momentos Renata Pessoa de Freitas que esteve ao meu lado e me apoiou em todas as formas possíveis e em todos os momentos para que conseguisse êxito neste trabalho.

Aos amigos, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação ou contribuíram de alguma forma e que vão continuar presentes em minha vida.

"Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível." (Charles Chaplin)

RESUMO

O município de Pereiro está situado em uma região de clima quente e seco, sofrendo com as irregularidades pluviométricas, fatores estes que acometem toda região Nordeste do Brasil. Além disso, a degradação ocasionada por fatores antrópicos ocorre em larga escala, principalmente com o grande crescimento desordenado da expansão urbana. Diante de tais fatores são necessárias formas de preservação e manutenção dos corpos hídricos, para que seja garantido a oferta de água em determinada região. Diante de tal demanda é aceitável a possibilidade de realizar o planejamento ambiental da bacia vertente de tal reservatório hídrico, Adauto Bezerra no município de Pereiro/CE. Para o desenvolvimento metodológico foi necessário elaborar um diagnóstico das condições ambientais da microbacia hidrográfica, tal como identificar e mensurar os impactos ambientais existentes em tal área, bem como elencar um prognóstico com medidas eficazes para promoção do planejamento ambiental da microbacia. Partindo desse pressuposto o estudo aborda uma metodologia exploratória, uma vez que busca proporcionar uma visão geral do assunto e sua abordagem classifica-se como quali-quantitativa, analisando e interpretando aspectos mais profundos. Foi possível detectar com o planejamento ambiental do estudo, que a região da microbacia se enquadra com a ordem de impacto ambiental de nível pequeno, de acordo com a metodologia proposta, como também a visão da degradação quando a expansão urbana caracterizada por empreendimento e fazendo o descumprimento quanto a preservação da área de preservação permanente do corpo hídrico na zona urbana . Além disso, podendo ser grande parte dos fatores agregados a área do entorno do reservatório como reversíveis, possibilitando uma melhora para com o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento Ambiental, Recursos Hídricos, Microbacia hidrográfica.

ABSTRACT

The municipality of Pereiro is located in a region of hot and dry climate, suffering from rainfall irregularities, factors that affect the entire Northeast region of Brazil. In addition, the degradation caused by anthropic factors occurs on a large scale, mainly with the great disordered growth of urban expansion. In view of these factors, ways of preserving and maintaining water bodies are necessary, in order to guarantee the supply of water in a given region. Faced with such demand, the possibility of carrying out environmental planning for the basin of such a water reservoir, Adauto Bezerra in the municipality of Pereiro / CE is acceptable. For the methodological development it was necessary to elaborate a diagnosis of the environmental conditions of the watershed, such as identifying and measuring the environmental impacts existing in such area, as well as listing a prognosis with effective measures to promote the environmental planning of the watershed. Based on this assumption, the study approaches an exploratory methodology, since it seeks to provide an overview of the subject and its approach is classified as quali-quantitative, analyzing and interpreting deeper aspects. It was possible to detect with the environmental planning of the study, that the watershed region fits with the order of small level environmental impact, according to the proposed methodology, as well as the vision of degradation when the urban expansion characterized by enterprise and doing the non-compliance with the preservation of the area of permanent preservation of the water body in the urban area. In addition, a large part of the factors added to the area surrounding the reservoir may be reversible, enabling an improvement towards the environment.

KEYWORDS: Environmental Planning, Water Resources, Watershed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacias hidrográficas do estado do Ceará.	23
Figura 2: Representação da alteração hídrica decorrente da falta de planejamento em área urbana.	25
Figura 3: Localização do Açude Público Municipal Adauto Bezerra de Pereiro – CE.....	28
Figura 4: Situação do açude Adauto Bezerra em a) 2018 (ano mais recente disponível no Google Earth) e b) 14/10/2012.	31
Figura 5: Localização da microbacia vertente do Pereiro	34
Figura 6: APPs de nascentes da MBHP.....	35
Figura 7: Curvas de nível no interior da microbacia.....	36
Figura 8: APPs de reservatórios da MBHP.	37
Figura 9: APP do reservatório Adauto Bezerra na MBHP	38
Figura 10: Empreendimentos localizados no entorno do reservatório Adauto Bezerra na MBHP.	39
Figura 11: Área de acumulação hídrica identificada vizinho ao empreendimento de venda de automóveis localizado na proximidade do reservatório Adauto Bezerra na MBHP: a) plantio de pastagem; b) vista da localização de poço amazonas e edificações nas proximidades do açude.	40
Figura 12: Parque Lagoa localizado na proximidade do reservatório Adauto Bezerra na MBHP: a) via de acesso ao Parque Lagoa, b) área de lazer do parque Lagoa.....	41
Figura 13: Loteamentos de imóveis localizados às margens do reservatório Adauto Bezerra na MBHP	41
Figura 14: Usos no entorno do açude Adalto Bezerra: a) Praça de Eventos Moacir Gabriel, b) Área de plantio no entorno do açude.	42
Figura 15: Influência da precipitação pluviométrica na ocorrência de alagamentos e inundação no município de Pereiro – CE: a) Transbordamento do açude Adauto Bezerra provocou a inundação na Praça de Eventos Moacir Gabriel, b) Pontos de alagamento na Praça de Eventos	

Moacir Gabriel, c) Residência que teve a residência alagada durante o período de chuvas e d) Residências submersas durante o período de chuvas.	43
Figura 16: Série histórica de precipitações médias anuais no município de Pereiro – CE, entre os anos de 2009 e 2019.....	44
Figura 17: Presença de agricultura nas margens do açude Adauto Bezerra da MBHP	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação quantitativa dos impactos ambientais do reservatório Adauto Bezerra na MBHP.	37
Quadro 2: Classificação qualitativa dos impactos ambientais no entorno do açude Adauto Bezerra.	45
46	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	18
3.2 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ	20
3.3 DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ	22
3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS NA RECARGA DE RESERVATÓRIOS	24
4. METODOLOGIA	27
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	27
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
4.3.1 Delimitação da microbacia	29
4.3.2 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente	30
4.3.3 Diagnóstico dos impactos ambientais	31
4.3.4 Identificação das medidas de recuperação	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.2 DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	38
5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

O Ceará está condicionado a fatores desfavoráveis ao se tratar quanto as questões hídricas para armazenamento de água, que por sua vez podem ocorrer devido as suas condições climáticas associados com as condições de gerenciamento de tais recursos.

De acordo com o IPECE (2012), predomina-se o clima Tropical Quente Semiárido no estado do Ceará. Sendo este tipo de clima condicionado a características como a escassez e irregularidade pluviométricas que se associam a altas taxas de evapotranspiração. Combinando assim durante todo ano com precipitação mal distribuída, e consequentemente levando a índices de baixo desenvolvimento econômico social.

Com isso os recursos hídricos se tornam limitados e os desafios quanto ao uso e preservação dos mesmos são maiores, diante deste fato o Governo Federal criou o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), criado em 21 de outubro de 1909, recebendo seu atual nome em 1945 e atuando principalmente no Nordeste brasileiro, tendo o papel de estudar a problemática do semiárido, marcando, sua presença em todo o solo nordestino.

O período de estiagem vem ocasionando um cenário negativo para a região nordeste, desde meados de 2013, de acordo com o Governo do Ceará (2015), 91 dos 147 reservatórios cadastrados estavam entre 0 a 10% do seu volume máximo e nenhum reservatório tinha acúmulo de 80 a 100% do seu volume. Dentre os 91 corpos hídricos estava o Açude Adauto Bezerra da cidade de Pereiro, que já não conseguia mais fazer o abastecimento para a população.

Com tais fatores a favor da irregularidade hídrica no Nordeste assim como no Ceará, para que seja assegurado a oferta de água em determinada região, segundo a ANA (2017) é realizada a construção de açudes, que desempenham relevante papel na gestão de recursos hídricos pela capacidade de estocar e atender aos usos da água. Podendo assim armazenar água para os períodos de estiagem, contribuindo, deste modo, para a garantia da oferta de água para abastecimento.

Mas, para que isso ocorra eventualmente e de forma eficaz são necessários condições satisfatórias para que seja feita a recarga de determinado açude, como drenos desobstruídos onde percorrem com o fluxo de água, possíveis pontos de deságua de corpos hídricos de menor porte, conservação de área de preservação permanente com mata ciliar presente, além da promoção do uso coerente e racional da água por seus usos múltiplos.

Situado na zona urbana do município de Pereiro, o açude Adauto Bezerra, é um dos reservatórios da Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe (IPECE, 2011). Localizado em uma região com um dos menores índices pluviométricos do Ceará, com precipitações que variam, na região do reservatório, em torno de 800mm/ano. Sua capacidade máxima de armazenamento como informa a COGERH (2019) é de 5.250.000 m³, mas, desde 2014 vem enfrentando uma das suas piores secas desde a sua construção

O mesmo abastecia toda zona urbana do município de Pereiro, entretanto com o cenário de seu volume morto a cidade vinha sendo abastecida por poços profundos e adutora, que vem do Rio Jaguaribe.

Além disso, o mesmo, era essencial para suprir as fontes econômicas do município e região. Sendo que a principal atividade econômica reside na agricultura como toda cidade do interior, destacando as culturas de feijão, milho e mandioca, além de monoculturas de algodão, castanha de caju e frutas diversas, Ceará (1998).

Por estar localizado numa região de clima quente, o reservatório é bastante vulnerável às mudanças climáticas e aos impactos de uso e ocupação do solo. Ao atingir níveis de volume mais baixos, comprometem os múltiplos usos da água, além de promover a ocupação irregular da área seca para desenvolvimento de atividades de agricultura e pecuária, causando assim a compactação do solo, contaminação da área com uso de agrotóxicos, retirada de matas ciliares para substituição com plantações e etc.

Assim, ao decorrer dos anos no município, obras civis se iniciaram, áreas foram aterradas, terrenos sofreram com a compactação do solo, desmatamento, bueiros foram congestionados por resíduos, matas foram queimadas e outros danos ocorreram neste período. Desde então com baixos índices pluviométricos e fatores como os citados acima propiciaram em um cenário negativo para com a recarga do açude municipal, prejudicando assim a população e a economia da cidade.

Em decorrência dessa situação, estabeleceu-se na região um ciclo de decadência econômica no município pela falta de água, atingindo a toda população, desde agricultores, pescadores, vendedores, tudo isso baseado em tal degradação ambiental ocasionado pelo período de estiagem. Isso contribuiu para que a região em anos anteriores e atualmente, apresente índices menores de desenvolvimento econômico, levando em consideração que o mesmo se baseia de fontes hídricas para o seu crescimento.

Isso tem motivado desde então, um olhar especial sobre o município e o desenvolvimento deste estudo de pesquisa, que visa, análises e medidas que promovam o

controle da degradação ambiental, recuperação dos níveis de base dos cursos d'água, a revitalização das nascentes, bem como a melhoria da qualidade de vida da população e a volta do Açude Adauto Bezerra, com seu volume em alta.

Assim a delimitação da microbacia da área de estudo em questão é de fundamental importância, uma vez que a mesma pode proporcionar a identificação dos drenos e os pontos de nascentes da água, podendo assim identificar fatores que possam estar prejudicando de alguma forma o corpo hídrico a se recuperar. Dessa forma o estudo aborda os princípios do geoprocessamento e a partir dele poderão ser observados os principais objetivos, sendo assim de suma importância para a execução do trabalho.

Impactos ocasionados por ações antrópicas no meio ambiente têm sido evidenciados com o passar dos anos. Os impactos também são evidenciados nas alterações observadas tanto no meio atmosférico quanto na disponibilidade hídrica e na degradação da qualidade das águas. Sendo necessário a adoção de novos instrumentos e ferramentas que possibilitem a tomada de decisão diante do avanço da expansão urbana e do uso e ocupação do solo de forma desordenada. Logo o estudo em questão irá ajudar a impactar de forma positiva a recarga do reservatório e trazer consigo fatores que a sociedade não tem ciência que estão presentes ao entorno do mesmo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar proposta de planejamento ambiental da microbacia hidrográfica do açude Adauto Bezerra de Pereiro - CE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar a microbacia vertente de contribuição na recarga do açude Adauto Bezerra de Pereiro – CE, e sua respectiva rede de drenagem, aplicando geotecnologias;
- Identificar as Áreas de Preservação Permanente dos corpos hídricos da microbacia;
- Verificar as possíveis causas que estejam dificultando o percurso de água, como também se existe a conservação da área de preservação permanente do reservatório;
- Elaborar um diagnóstico de impactos ambientais, quantificando e qualificando estes, a fim de obter um cenário da situação atual; e
- Elencar um prognóstico com medidas eficazes, administrativa e/ou estruturais, voltadas ao planejamento ambiental da microbacia.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água, como um recurso e direito fundamental, essencial à vida humana e manutenção do equilíbrio natural da biosfera, de importância para questões vitais e estratégicas que decorrem da riqueza hídrica que o país dispõe (LORO, 2015). Utilizada para múltiplos usos e destinada, principalmente, para abastecimento humano, irrigação, indústria, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. Dessa forma, cada uso possui particularidades ligadas à quantidade ou à qualidade desse recurso, de forma a alterar as condições naturais das águas superficiais e subterrâneas (ANA, 2017).

Além dos usos da água que exigem a captação ou uso no próprio corpo hídrico, tem-se ainda a utilização destes como destino final para despejo de resíduos e efluentes, atuando como meio receptor e dispersos de carga poluidora, que poderá comprometer a sua qualidade. Consequentemente existirá um fator de degradação do mesmo, o que poderá afetar o ecossistema aquático, a saúde e a vida dos seres que dela dependem. Com tais fatores, a diminuição da quantidade e a deterioração da qualidade dos recursos hídricos afeta seu uso de uma maneira geral. Nesse sentido, faz-se necessário um planejamento eficaz para que os mesmos possam permanecer fornecendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Conforme a ANA (2017), o planejamento dos recursos hídricos são documentos que definem uma agenda deste recurso natural de uma determinada região, incluindo diversas informações sobre ações de gestão, projetos, obras e investimentos prioritários que se fazem necessários. Além disso, também se fornecem dados atualizados que contribuem para o enriquecimento das bases de dados da ANA. Esse planejamento busca atingir um ponto de aproveitamento máximo, com controle e conservação das águas, ao buscar um equilíbrio entre a qualidade e a quantidade da água a ser utilizada, seja para qual for o fim.

O planejamento dos recursos hídricos passa a ser um fator essencial para a promoção da gestão destes, que somente proporciona um uso adequado do mesmo com a verificação do uso intensivo ao implementar uma eficiente gestão, através do estabelecimento de políticas, leis e normativos oriundos dos órgãos competentes, além do estímulo a participação da sociedade de forma integrada (COSTA, 2009).

Embora seja nítida a necessidade de preservação e conservação dos recursos naturais, a preocupação com a quantidade e qualidade de água disponibilizadas à população é relativamente recente, marcada por movimentos e convenções internacionais que visavam à proteção ambiental. Segundo Lima e Ferreira (2015), a limitação da água nos últimos anos levou a reconstrução de ordenamentos jurídicos para adequação e harmonização das nações econômicas e preservacionistas.

Nesse sentido, como forma de assegurar que esse recurso possa ser controlado e utilizado por seus usuários atuais e pelas gerações futuras em todo o território brasileiro, assim como, garantir a sua utilização de maneira racional, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos e incentivar a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997), instituiu-se o mais importante marco regulatório na gestão dos recursos hídricos, a Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), formado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); pela Agência Nacional de Águas; pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal e pelos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Percebe-se que a PNRH introduziu um novo padrão à gestão hídrica de forma a assegurar a conservação, uso e recuperação da água, ao realizar uma descentralização da administração de recursos hídricos, com a participação do governo, dos usuários e das sociedades no processo de tomada de decisões (SILVEIRA, 2005). Costa (2009) acrescenta que essa inovação à gestão desses recursos procedeu-se através da inclusão dos princípios e fundamentos, que proporcionam a implementação dos instrumentos.

Dessa forma, visando coordenar a gestão integrada desses recursos foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), cujo estabelece para garantir a disponibilidade hídrica, no mínimo, as seguintes atribuições para o gerenciamento de recursos hídricos: planejamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, outorga e fiscalização de concessões de uso, coordenação dos múltiplos agentes setoriais que atuam ou interferem no setor, e monitoramento da quantidade e da qualidade da água (OLIVEIRA; LIMA; SOUSA, 2017).

3.2 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ

A Gestão de Recursos Hídricos no Ceará é implementada pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), criada pela Lei nº 12.217/1993 e vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), em conjunto com o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH), que visa gerenciar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Ceará ao promover o acesso à água e contribuir para o desenvolvimento sustentável, além de orientar a estruturação de sistemas de gerenciamento com o intuito de nortear a tomada de decisões de forma racional, baseada nos fundamentos e diretrizes da normativa (CEARÁ, 2018).

Em 2010, o Ceará decretou e sancionou a Lei Estadual nº 14.884/2010, a qual dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos (PERH), cria o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) e estabelece os instrumentos de gestão, dentre os quais se destacam os planos de recursos hídricos. Diante seus objetivos, tem-se em seu Art. 2º:

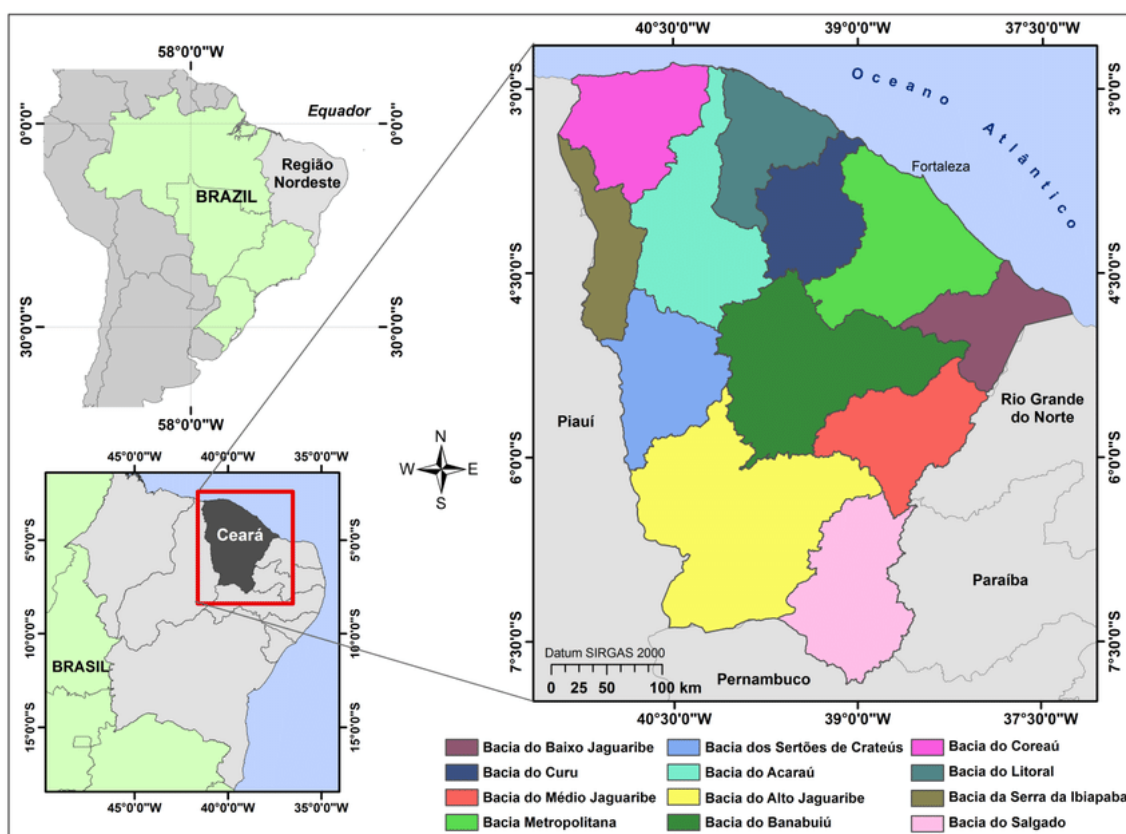
- I - Compatibilizar a ação humana, em qualquer de suas manifestações, com a dinâmica do ciclo hidrológico, de forma a assegurar as condições para o desenvolvimento social e econômico, com melhoria da qualidade de vida e em equilíbrio com o meio ambiente;
- II - Assegurar que a água, recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento sustentável, possa ser ofertada, controlada e utilizada, em padrões de qualidade e de quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo o território do Estado do Ceará;
- III - Planejar e gerenciar a oferta de água, os usos múltiplos, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos de forma integrada, descentralizada e participativa (CEARÁ, 2010).

Como previsto, a PERH deve atender de acordo com alguns princípios que a mesma aborda para gestão e uso adequado, dentre eles destacam-se o acesso à água, o gerenciamento dos recursos hídricos, o planejamento e a gestão desses recursos, a cobrança para a racionalização de seu uso e conservação, bem como a preservação quanto a degradação e o uso da educação para a conservação do mesmo (CEARÁ, 2010).

Definido pela Lei estadual nº 14.844/2010, vinculados ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, são definidos os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), como entes regionais de gestão de recursos hídricos com funções consultivas e deliberativas, atuação em bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas (CEARÁ, 2010). Em complemento, caracterizam-se como a instância mais importante de participação social e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos (SRH, 2018).

Diante disso, verifica-se atualmente que o Ceará é composto por 12 bacias hidrográficas (figura 1) que se expandiu gradativamente ao longo da formação de outros Comitês no estado. Atualmente composto por Curu, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Banabuiú, Alto Jaguaribe, Salgado, Metropolitanas, Acaraú, Litoral, Coreaú, Serra da Ibiapaba e Sertões de Crateús como (COGERH, 2019a).

Figura 1: Bacias hidrográficas do estado do Ceará.



Fonte: Sousa et al. (2016).

Segundo Bordalo, Silva e Costa (2020, p. 131), “o estado do Ceará é um dos pioneiros no desenvolvimento de ações político-institucionais, voltadas na Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil”, e tem mostrado uma relevância no modelo integrado-participativo de gerenciamento dos recursos hídricos no estado de forma a contribuir para o desenvolvimento e uma melhor qualidade de vida da população.

No entanto, além de envolver a tomada de decisões entre os diferentes atores sociais envolvidos na dinâmica do gerenciamento dos recursos hídricos no estado, também se deve considerar o planejamento em relação à demanda e a oferta de água como uma importante ferramenta de apoio para convivência da sociedade com a escassez hídrica no semiárido

cearense, bem como em situações de conflitos socioambientais pelos diversos usos da água entre os usuários (RABELO, 2017).

Dessa forma, como uma estratégia e mecanismo diante da realidade climática vivenciada no estado, no ano de 2015, conforme o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2015), foi implantado no Ceará o Plano Estadual de Convivência com a Seca, que se constitui como uma iniciativa do Governo do Estado em parceria com o Governo Federal, de procurar contemplar um conjunto de ações voltadas para superar os desafios provenientes da escassez de precipitações, que trazem consigo impactos negativos de natureza econômica e social.

Além da execução dessa ação, outro programa que merece um destaque é o Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos (PROGERIRH), que se estendeu entre os anos 2000 a 2008, que foi essencial para ampliação da capacidade do estado de lidar com o problema da escassez hídrica por meio de um aparato técnico, operacional e institucional (SRH, 2018). Acrescenta ainda no que concerne as ações estruturais, com o objetivo de garantir o abastecimento de água à população da região foi implantada uma sólida infraestrutura de ampliação da oferta hídrica, por meio da construção de barragens, implantação de sistemas de integração entre bacias hidrográficas, além de uma grande rede de adutoras de água bruta.

Já no que tange as ações não estruturais previstas e executadas para os recursos hídricos, destacam-se os instrumentos de gestão como os planos de bacia, outorga e cobrança pelo uso da água, tornando-se referência para todo o país (SRH, 2018). Assim como, a educação e conscientização ambiental da população (SEUMA, 2015).

Tais medidas vislumbram compatibilizar a distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos, assegurando sua disponibilidade, além de promover a redução dos conflitos pelos seus múltiplos.

3.3 DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ

Diante das características hidrográficas e geoclimáticas, os mananciais superficiais são a principal fonte de suprimento dos diversos usos da água no Ceará (SILVA; ARAÚJO; SOUZA, 2007). Dessa forma, cerca de 75% da área do estado é formada por rochas do embasamento cristalino, o que resulta em uma baixa potencialidade hidrogeologia, em geral, com baixas vazões além de águas com elevadas concentrações salinas, mas fundamentais para a manutenção hídrica de rios e lagos durante os períodos de estiagens (COGERH, 2019b). No

que concerne a ocorrência de águas subterrâneas, estas estão representadas pelas áreas sedimentares, em decorrência da porosidade e permeabilidade destas rochas, e ocupam apenas 27% da área territorial do Ceará (SILVA; ARAÚJO; SOUZA, 2007).

É válido destacar que a ocorrência natural de mananciais superficiais apresenta uma grande variabilidade sazonal e temporal associada a ocorrência de precipitações na região. Dessa forma, esse cenário evidencia-se por seus rios intermitentes, que escoam durante o primeiro semestre do ano e são secos no segundo semestre. Para a redução da variabilidade sazonal do regime fluvial dos rios intermitentes do estado, a construção de reservatórios foi uma estratégia adotada que permitiu um aumento significativo dos estoques de disponibilidade hídrica efetiva nos períodos de seca e possibilidade de controle nos extremos de cheias (SOUZA FILHO, 2018).

Os reservatórios monitorados pela COGERH, em agosto de 2020, somavam-se 155 reservatórios, dos quais representam uma totalidade de 18,6 bilhões de m³ de capacidade hídrica de toda reserva superficial do estado, conforme informações da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2020). Situação que evidencia a distribuição da precipitação desfavorável sobre o aporte hídrico no Ceará (CORTEZ; LIMA; SAKAMOTO, 2017). Da totalidade de reservatórios monitorados evidencia-se o cenário de níveis críticos de volume armazenado, uma vez que, apenas 47 atingiram somente 30% de sua capacidade máxima, 12 encontram-se em volume morto, e apenas o açude Madeira permanece seco (FUNCEME, 2020).

É importante destacar a ampliação significativa da infraestrutura hídrica que o território cearense vem se destacando por meio de um monitoramento qualitativo e quantitativo dos reservatórios, assim como a fiscalização da qualidade da água que abrange as 21 estações de bombeamento de água bruta, os 2500 km de leitos de rios perenizados ao longo das 12 regiões hidrográficas do estado, os 320 km de canais, os 429 km de eixos de transferências e 171 km de adutoras de distribuição de água bruta para atendimento aos múltiplos usos de toda a população (SRH, 2018).

No sentido oposto às melhorias de infraestruturas, as crises devido à escassez hídrica marcaram os ciclos de desenvolvimento do Ceará, estas produziram colapsos na produção econômica, nos sistemas urbanos, na saúde entre outros setores, produzindo migrações e grande sofrimento para as populações (SOUZA FILHO, 2018). Além disso, associado a este evento hidrológico, tem-se que a deterioração desses recursos hídricos também tem proporcionado cenários de vulnerabilidade potencialmente catastróficos para a qualidade de vida e o

desenvolvimento econômico das populações humanas, assim como inúmeros impactos ambientais relevantes.

3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS NA RECARGA DE RESERVATÓRIOS

Define-se impacto ambiental, conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001/1986 em seu Art. 1º, como:

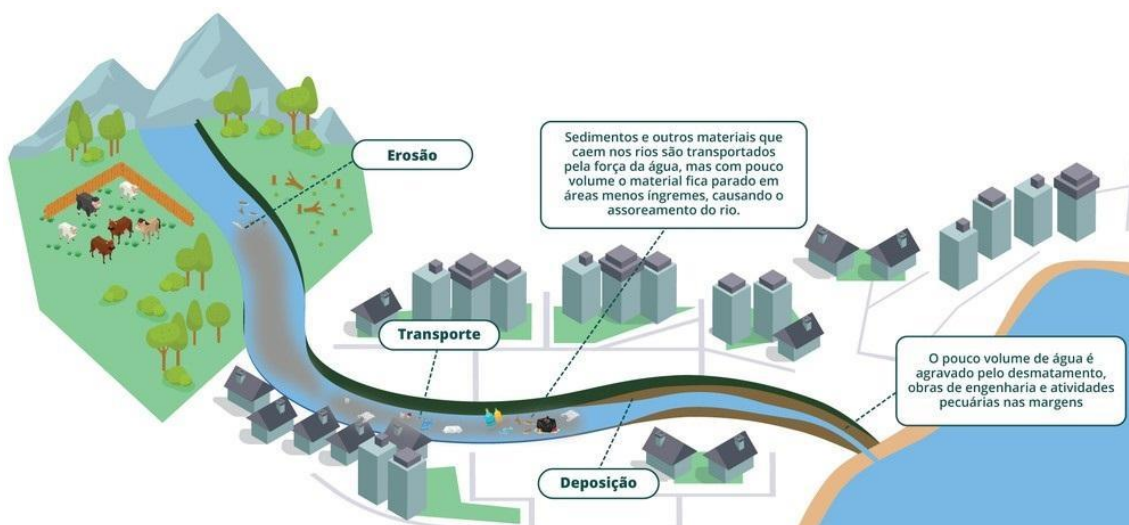
Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, possam afetar direta ou indiretamente a saúde, a segurança e o bem-estar da sociedade; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e, a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

De modo geral, pode-se considerar impacto ambiental como qualquer alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana com caráter benéfico (positivo) ou adverso (negativo) (SÁNCHEZ, 2013).

Ao se tratar de recursos hídricos da qual envolve reservatórios, corpos hídricos lânticos e lóticos, os impactos adversos causados a este meio são de longa escala que, segundo Moraes e Jordão (2002), com o aumento da população humana e de sua tecnologia, os impactos estão cada vez interferindo nestes recursos (Figura 2).

a) produção de efluentes domésticos e industriais; b) erosão seguida de reflorestamento; c) alteração de canais de rios e margens de lagos por meio de diques, canalização, drenagem e inundações de áreas alagáveis e dragagem para navegação; d) super colheita de recursos biológicos; e) proliferação de agentes químicos tóxicos (MORAES E JORDÃO, 2002, p. 372).

Figura 2: Representação da alteração hídrica decorrente da falta de planejamento em área urbana.



Fonte: Labmar (2018).

Dessa forma, considera-se a poluição difusa urbana e industrial, bem como a falta e/ou ineficiência de tratamento de efluentes gerados provenientes dessas atividades, como fatores determinantes que favorecem a diminuição da capacidade de armazenamento de água (CUNHA et al., 2015) e comprometimento da qualidade de água por meio da degradação dos reservatórios hídricos disponíveis, cuja magnitude depende da concentração de carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do curso d'água receptor (BRAUM; LIMA; PINTO, 2017; RAYIS, 2018).

A presença de contaminantes ou poluentes (químicos ou biológicos) pode desqualificar um efluente de produção e impedir o seu despejo em um corpo hídrico receptor, além de prejudicar a saúde e desenvolvimento dos seres vivos e o equilíbrio do ecossistema como um todo (ASSUNÇÃO et al., 2016). Assim, quando em concentrações elevadas, esses elementos poluidores causam danos ao ambiente, e por não serem biodegradáveis, podem se acumular no ambiente e causar diversas doenças (JESUS et al., 2015).

A criação de ambientes lânticos e o desenvolvimento de atividades antrópicas que provocam impactos adversos, como são os exemplos da retirada de vegetação às margens do corpo hídrico e o lançamento inadequado de resíduos, provocam o desenvolvimento de ambientes favoráveis para o surgimento de acúmulo de biomassa vegetal que ao se decompor promove a redução nas concentrações de oxigênio dissolvido na água dos sistemas de criação, bem como problemas organolépticos e risco potencial de surgimento de espécies que possam causar toxicidade para os usuários (VASCONCELOS, 2018).

Outra problemática evidente é o assoreamento em águas superficiais ocasionado pela falta da mata ciliar, uma vez que a mesma tem como objetivo propor uma barreira física que, protege o solo, evita a erosão e retém o arraste de partículas de materiais diversos. Em consonância, a Lei nº 12.651/2012, popularmente conhecida como Novo Código Florestal e que dispõe sobre a proteção da vegetação, afirma que a Área de Preservação Permanente (APP), possui uma função ambiental importante na preservação dos recursos hídricos, na paisagem, na estabilidade geológica e na biodiversidade, bem como auxilia no fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegura o bem-estar das populações (BRASIL, 2011).

No que ainda concerne sobre as APPs, Brasil (2011) explicita que as mesmas são fundamentais na preservação e conservação do meio, eliminação da erosão e/ou carreamento do solo, bem como possuem uma medida protetora com relação às nascentes, uma vez que, segundo, Kohl (2015), esse afloramento do lençol freático, que dá origem a uma fonte de acúmulo de água ou cursos d'água, tem uma significativa importância diante a boa qualidade e abundância do recurso hídrico.

Ainda a citar, como uma contribuição para a alteração na recarga de mananciais, a apropriação hídrica por meio de confecção de canais naturais e/ou artificiais de desvio do fluxo natural de canais fluviais, podem promover mudanças nas dinâmicas locais e de adjacências ao longo de toda bacia (SILVA, 2019). Embora o autor observe melhorias em problemáticas advindas de assoreamentos e fatores de alteração no volume e velocidade da água, essas obras de engenharia hidráulicas influenciam na alteração paisagística, afetam na conservação do fluxo hídrico e ainda, conforme relatado por (ALONSO; BAPTISTA, 2018), tem contribuído para redução do volume de água em áreas de recarga dos principais mananciais drenados.

4. METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa vislumbra realizar a proposição do planejamento ambiental para microbacia do açude Adaauto Bezerra durante o período de estiagem na serra do município de Pereiro – CE. Para identificar e avaliar a situação de base da microbacia para recarga hídrica superficial do açude em questão, que era utilizado para fins de abastecimento de água, agricultura e pesca, será empregado um conjunto de técnicas de geoprocessamento que caracterizem a morfometria de sua microbacia, além de mensurar potenciais impactos diante dos cenários elencados na área.

Dessa forma, do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória, uma vez que busca proporcionar uma visão geral acerca de determinado assunto (GIL, 2008). Sua abordagem classifica-se como quali-quantitativa, uma vez que analisa e interpretar aspectos mais profundos, assim como permite a interpretação dos fenômenos e atribuição de significados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Além disso, como forma de validar e fortalecer as ideias que serão obtidas em campo para posterior discussão, será realizado um aprofundando teórico por meio de fundamentação teórica que compreende a temática em questão, levantamento em campo e registros fotográficos da área de estudo (PRODANOV; FREITAS, 2013).

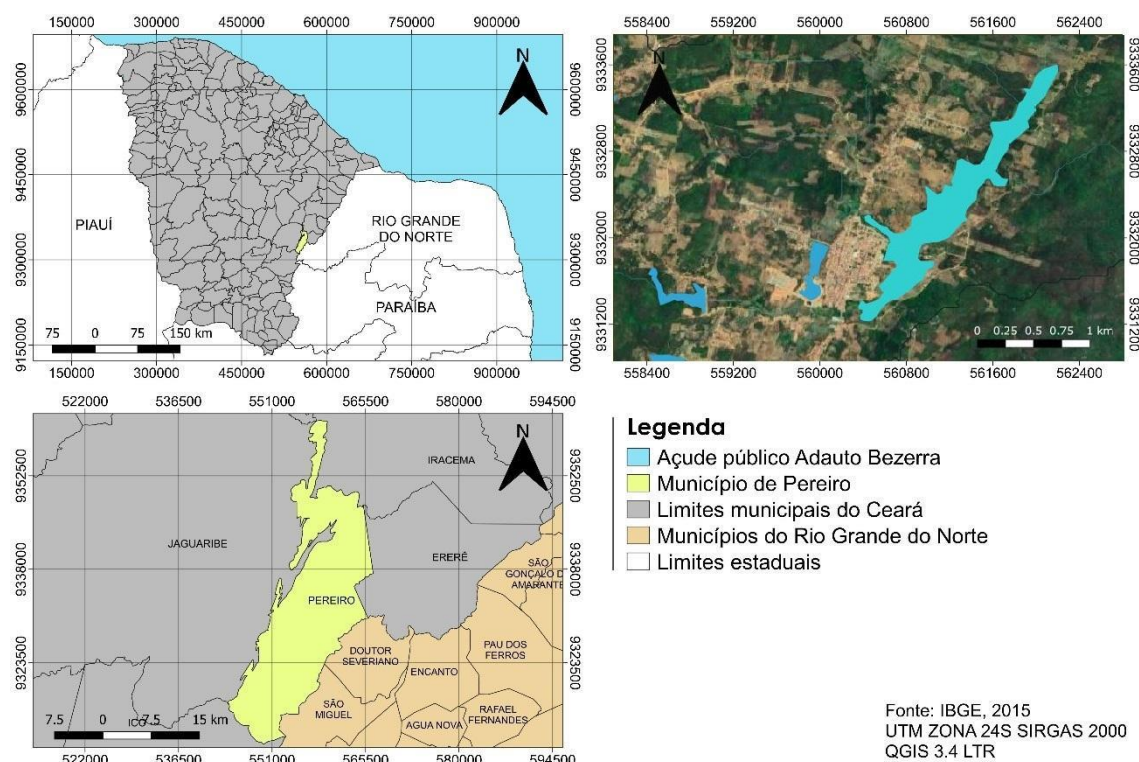
Para o desenvolvimento do estudo, a seguinte metodologia será adotada: a) Delimitação da microbacia vertente que contribui na recarga do reservatório; b) Identificação das APPs; c) Observações *in loco*, a fim de identificar as principais problemáticas e impactos ambientais; d) Diagnóstico ambiental da área de estudo com checklist; e) Prognóstico ambiental da área de estudo a partir de colaborações de outros autores.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O açude público municipal Adaauto Bezerra, está localizado em área urbana do município de Pereiro, interior do estado do Ceará, sua temperatura média gira em torno de 24° a 26°, considerado com clima tropical quente semi-árido, precipitação média em torno de

1000mm/ano, altitude de 502m, segundo dados estimados do IPECE (2013). Situado na microrregião geográfica Serra do Pereiro, sob as coordenadas 6°02'37,06" S e 38°27'38,60" O (Figura 3). Conforme dados da estimativa de população do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a localidade possui uma população de 16.331 habitantes e extensão territorial equivalente a 435,868 km².

Figura 3: Localização do Açude Público Municipal Adauto Bezerra de Pereiro – CE



Fonte: Autor, 2020.

O município em questão está situado na região Hidrográfica do Médio Jaguaribe, compreendida entre o município de Jaguaribe e a ponte do Peixe Gordo, na BR 116 (MOREIRA, 2009).

O reservatório possui uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 5.250.000 m³ de água, de acordo com Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) do Ceará. Além disso, o mesmo possui aproximadamente 10.070 m de perímetro, 762.926 m² de área e uma extensão de 3.231,2 m, conforme dados obtidos com auxílio do *Google Earth*, arquivo vetorial KML, obtida do ano de 2012, quando se era mais notório o espelho d'água no corpo hídrico de maior cheia possível naquele ano.

O reservatório foi criado em 1984 pelo então prefeito da cidade Mardônio Diógenes devido à seca que havia ocorrido em 1980, segundo relato dos moradores, o ponto já tinha acumulação de água, logo o governo municipal, aumentou a área para o armazenamento. Seu órgão executor atualmente é o DNOCS (SRH, 2020). Desde então a cidade nunca mais passou por tal situação, até meados de 2015, em que ocorreu a situação de represamento o que constatou o volume totalmente morto, dados apresentados pelo Plano Estadual de Convivência com a Seca (2015), que afirmam um volume de 0% para o reservatório Adauto Bezerra.

O município de Pereiro apresenta um quadro socioeconômico precário, sendo a irregularidade das chuvas um fator agravante do cenário local, já que as atividades econômicas do município dependem dos recursos hídricos (MARTINS; CLAUDINO-SALES, 2019). Sendo a agricultura de subsistência local pautada na produção de culturas como, frutas, arroz, mandioca e feijão que são empobrecidos e castigados pela irregularidade das precipitações, bem como há também um comprometimento da atividade pecuária que se desenvolve no município com a criação de bovinos, caprinos, suínos e aves.

4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.3.1 Delimitação da microbacia

Com o auxílio do *software* QGIS versão 3.4 Ltr, onde, o mesmo é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e aberto, foi possível desenvolver as atividades de manuseio de dados espaciais, tal como possibilitar implementar serviços de geoprocessamento de baixo custo.

A princípio realizou-se a delimitação da microbacia vertente do açude Adauto Bezerra afim de identificar e localizar todos os drenos e nascentes. Assim podendo tracejar o fluxo de recarga até o corpo hídrico e também buscar qualquer tipo de impacto ou barreira que esteja impedindo a recarga do mesmo, a partir da microbacia e suas características encontradas.

A partir da base de dados correspondentes a delimitação da microbacia hidrográfica do açude Adauto Bezerra e sua rede de drenagem, definiu-se a demarcação do ponto de exutório do Açude Público com auxílio da ferramenta *Google Earth* e a partir de uma camada do tipo *raster* foi possível realizar a localização das nascentes, como dos drenos através das imagens do projeto TOPODATA (banco de dados geomorfométricos do Brasil), localizado na cena 05S39_ZN, com resolução espacial de 30 m e com a articulação de escala de 1:250.000.

No *software* QGIS 3.4 versão 3.4 Ltr, utilizando o complemento (extensão) GRASS por meio do módulo de comando *r.watershed* realizou-se a extração da rede de drenagem e direção de fluxo de escoamento. Além disso, por meio da ferramenta *r.water.outlet* foi realizada a delimitação automática da microbacia hidrográfica com base nas coordenadas do ponto de exutório definido anteriormente. Em seguida, foi convertido o *raster* da microbacia para vetor utilizando o módulo *r.to.vect*. Por fim, para suavização utilizou-se o módulo *v.generalize*.

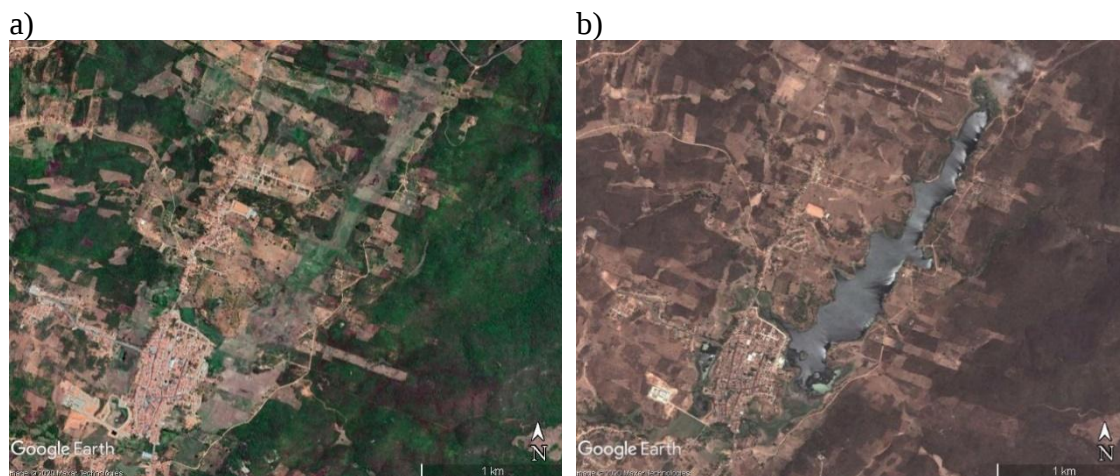
4.3.2 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Para realizar a delimitação das APP's das nascentes e dos corpos hídricos, levou-se em consideração a Resolução CONAMA nº 303/2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2002) e a Lei nº 12.651/2012, do novo Código Florestal (BRASIL, 2012).

A delimitação das APP's no entorno das nascentes e das faixas ao longo dos cursos d'água, foi espacializada por meio do comando *create buffer*. Este recurso permite projetar, a partir de uma feição vetorial, uma área conforme, com expansão de seus limites atendendo a distância definida. Uma vez obtida a APP de cada feição do ambiente, foi realizada a unificação dos locais de interseção de dois *buffers*, aplicando a técnica de dissolução de dados. Este procedimento se faz necessário para eliminar a contagem de um único local mais de uma vez.

Para delimitação do espelho d'água dos reservatórios, empregou-se o programa *Google Earth Pro*, o qual possibilitou a delimitação do espelho das áreas de interesse por meio da criação de um polígono. No entanto, como atualmente o reservatório estudado encontra-se seco (Figura 4a) devido ao período prolongado de estiagem de chuvas, foi utilizada a ferramenta *Histórico*, para regressar nas datas do tempo e determinar a imagem que obtivesse o maior espelho d'água e disponível no software, da qual utilizará a de 14/10/2012 (Figura 4b). Posteriormente foi realizada a sua exportação para ambiente SIG, salvando no formato *.kml*. Para delimitar a largura dos canais da rede de drenagem, realizou-se da amostragem com a medição pelo *Google Earth*, sendo posteriormente realizada a delimitação aproximada dos canais considerando as larguras amostradas, através da ferramenta *buffer no QGIS*, para a criação dos polígonos que representam a largura da calha dos corpos hídricos.

Figura 4: Situação do açude Adauto Bezerra em a) 2018 (ano mais recente disponível no Google Earth) e b) 14/10/2012.



Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2020).

Para delimitação das nascentes foram extraídas da extremidade a montante dos cursos d'água de primeira ordem da qual será utilizado o produto *junctions*, onde identificou-se o ponto mais elevado da área com sujeição a ser uma nascente. Posteriormente foi gerado um *buffer* com um raio de extensão de 50 metros, para atender a Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

Posteriormente foram definidos os açudes em zona urbana e zona rural. Sendo considerados açudes urbanos os que se localizassem em um raio de até 1 km de distância dos centros urbanos. Gerando assim os *buffers* correspondentes a cada classe das APP's:

- a) 30 m para açudes situados em zona urbana;
- b) 50 m para açudes em zona rural com áreas de até 20 ha;
- c) 100 m para açudes com áreas superiores a 20 ha (BRASIL, 2012).

4.3.3 Diagnóstico dos impactos ambientais

Para realização da caracterização ambiental da área a ser analisada, foram considerados aspectos de nível físico e biológico, os quais levaram em consideração a observação direta do avaliador e fundamentação teórica das características físicas da região, na qual se encontra localizada a área em estudo, conforme metodologia adotada por Silva, Soares e Silva (2016).

Com intuito de garantir mais clareza e certeza ao estudo, observações a campo foram efetuadas aos principais locais que percorrem os drenos encontrados na microbacia e também os pontos de sangramento, onde açudes menores desaguam no açude Adauto Bezerra. Sendo assim, mediante vistoria e aplicação de um checklist que consiste na identificação e enumeração

dos impactos, a partir da diagnose ambiental realizada por especialistas, conforme proposto por Oliveira (2009).

A aplicação desta metodologia, para avaliar os principais impactos ambientais na área de estudo deste trabalho, seguiu a metodologia de Tommasi (1994). Foram considerados alguns aspectos, do autor e algumas adaptações seguindo a mesma fonte metodológica, assim, foram eles: Expansão urbana, Deposição de resíduos sólidos, Degradação da vegetação, Emissão de efluentes, Recreação, Pesca, Obstrução de canais, Empreendimentos e Compactação do solo. Assim cada fator proposto no checklist é pontuado da seguinte configuração: 1 pequenos, 3 moderados e 5 extremos.

- Pequenos, são caracterizados por impactos que descaracterizam o meio de alguma forma, porém não os degradam.
- Moderados, são expressivos e possuem características mais pontuais.
- Extremos, são aqueles que interferem de forma extensa em cada ambiente.

Cada impacto recebe um EFEITO que é de ordem negativa e depende da sua intensidade e quando o impacto for ausente recebe zero ou nulo. Dessa forma ficam classificados da seguinte forma:

- Pequenos, -1 a -3
- Moderados, -5 a -9
- Extremo, -15 a -25

Por fim o somatório de cada impacto fornece um índice geral na metodologia empregada que classifica como:

- Pequeno, -1 a -100
- Moderado, -100 a 170
- Extremo, ≤ -171

Além disso, aplicou-se a qualificação dos impactos, seguindo a mesma metodologia de Tommasi (1994), onde foram classificados:

- Abrangência do impacto – Pontual, local, regional ou estratégica.
- Efeito – Negativo ou positivo
- Repercussão – Direta ou indireta.
- Temporalidade – Curto, médio ou longo.
- Permanência – Temporário ou permanente.
- Reversibilidade – Reversível ou irreversível.

Assim foi possível elencar possíveis e efetivos fatores que estejam comprometendo a recarga hídrica do reservatório em questão. Dessa forma almejando encontrar qualquer barreira e impacto, sejam eles antrópicos e/ou naturais que estejam impedindo, desviando e/ou acumulando o fluxo de água que seria percorrido para o seu local de baixa.

Para identificação e descrição de pontos indicadores de impactos ambientais para posteriores visitas *in loco* foram norteadas utilizando-se imagens disponibilizadas pelo *Google Earth*. Além disso, para validação das informações em campo, foram realizados registros fotográficos, identificando pontos para a abordagem do tema da pesquisa que foram estudados. Constatou-se assim os 5 principais pontos da cidade, áreas de maiores destaques nas adjacências do reservatório e dentro dos limites da MBHP, que exercem influência adversa no fluxo da água, são: Empreendimento de venda de carros e motos, duas áreas destinadas para Loteamentos Residenciais, Parque Lagoa de Pereiro e a Praça de Eventos Moacir Gabriel.

4.3.4 Identificação das medidas de recuperação

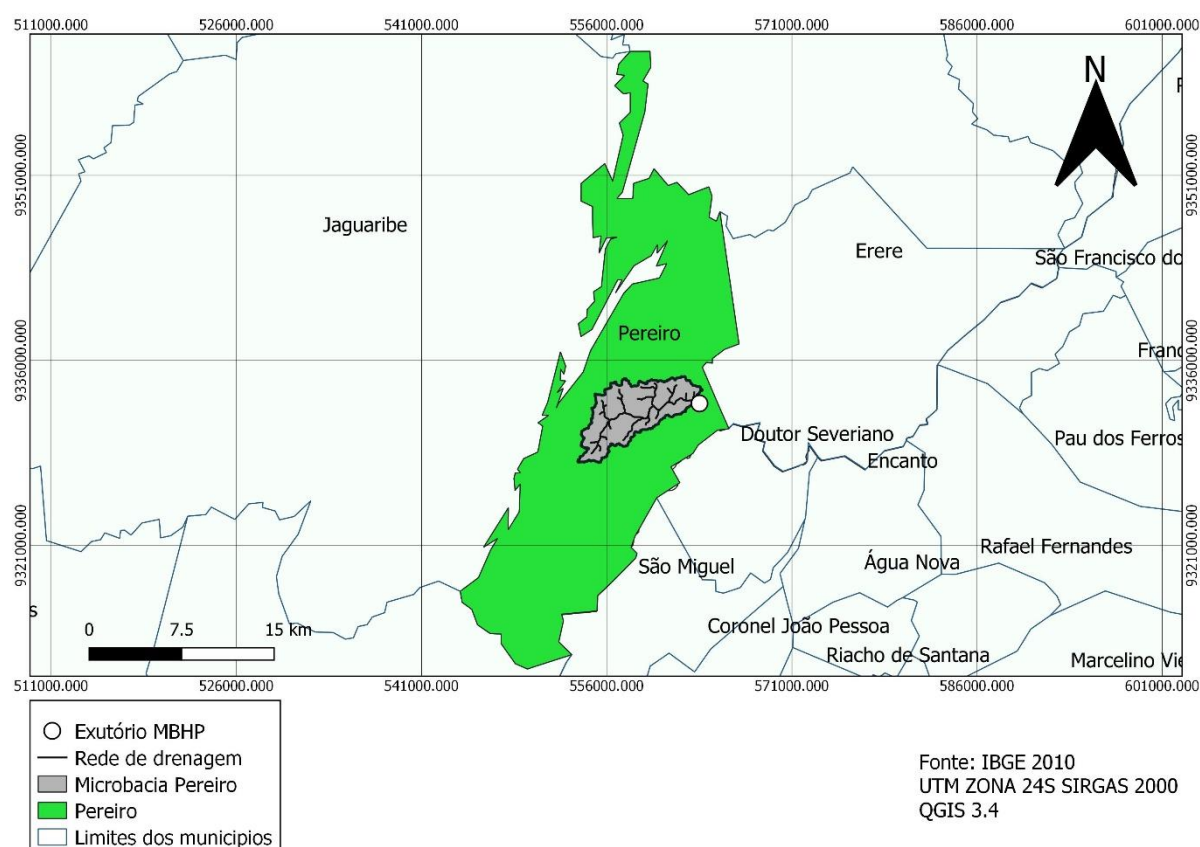
As medidas para recuperação da área foram elaboradas utilizando como referência para observação, as condições do solo, cobertura vegetal nativa existente, despejo de lixo, presença de animais, compactação do solo, urbanização em locais de drenos e as condições das nascentes (SILVA; SOARES; SILVA, 2016). Com isso, realizou-se o levantamento de um diagnóstico de impactos ambientais, bem como suas medidas a recuperação do mesmo, sejam estas estruturais ou administrativas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DELIMITAÇÃO DA MICROBACIA E DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A bacia vertente do Pereiro possui uma área de 35km², aproximadamente 39km de perímetro e seu canal principal possui 9,93km de comprimento em sua extensão. A microbacia delimitada no estudo abrange apenas o município de Pereiro, como exemplifica a figura 5 com sua localização.

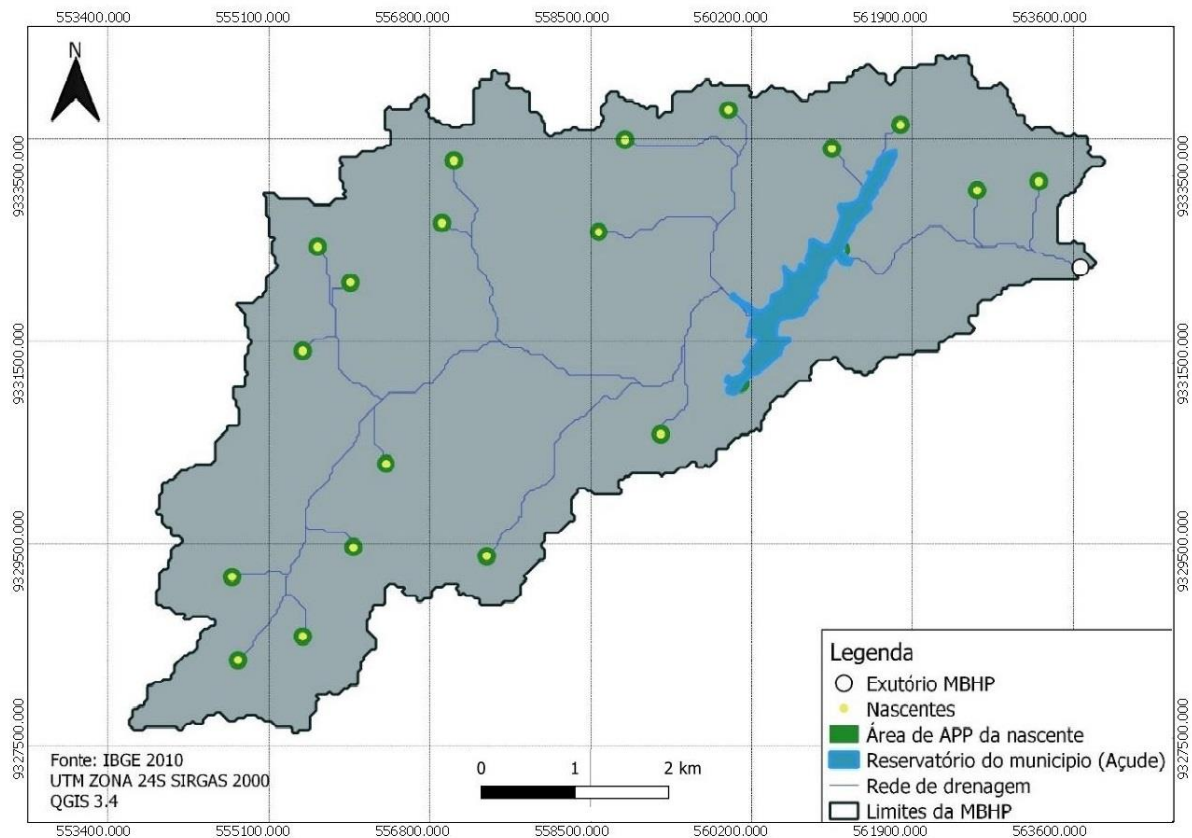
Figura 5: Localização da microbacia vertente do Pereiro



Fonte: Autor, 2020.

A figura 6 traz a representação mais detalhada da delimitação da microbacia, juntamente com as áreas de preservação permanentes e a localização do Açude Adauto Bezerra.

Figura 6: APPs de nascentes da MBHP

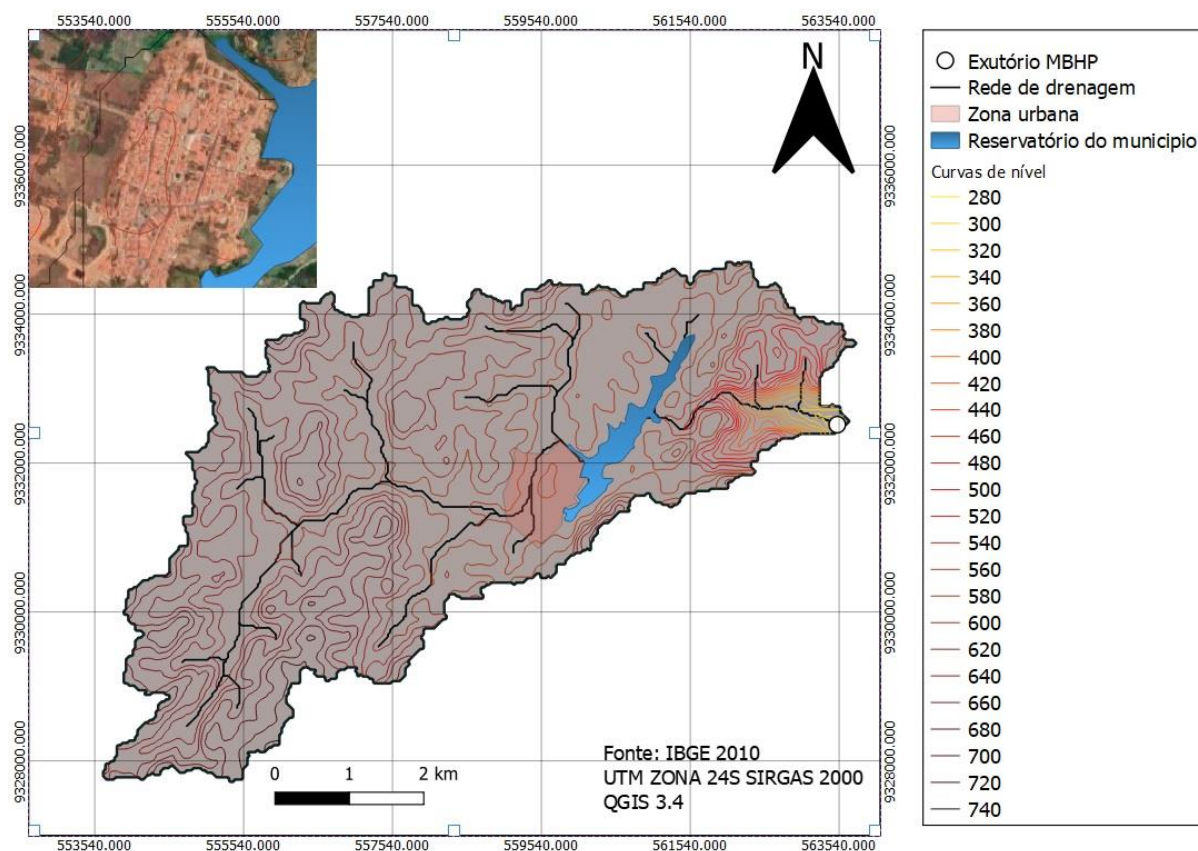


Fonte: Autor, 2020.

Como a principal atividade econômica do município depende dos recursos hídricos, seja para irrigação de culturas agrícolas ou dessedentação de animais, é importante que exista uma conservação e preservação no que diz respeito a ocupação das margens de nascentes e rios, também chamadas de áreas ciliares ou ripárias. As atividades que não são desenvolvidas de maneira sustentável e com o manejo adequado podem exercer um efeito adverso sobre a qualidade e quantidade de água disponível para consumo hídrico da população.

Além disso foi elaborado as curvas de níveis no interior da microbacia afim de ser notório as elevações no entorno da mesma, bem como a demarcação da ocupação do solo na zona urbana, como mostra a figura 7. Logo, pode-se perceber que ao entorno do reservatório se encontram elevações mais baixas, podendo definir assim que o fluxo de água que é armazenado no corpo hídrico é levado por gravidade.

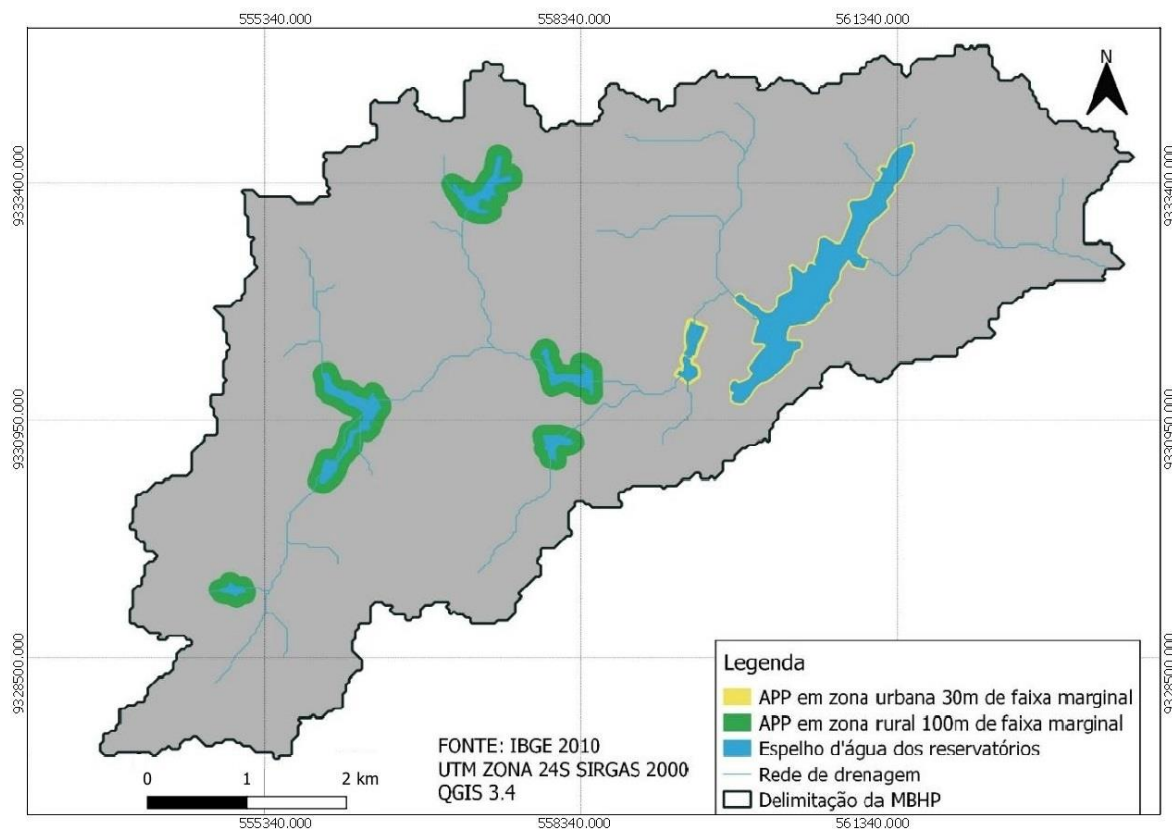
Figura 7: Curvas de nível no interior da microbacia.



Fonte: Autor, 2020.

Na Figura 8, observa-se a delimitação de APPs para os reservatórios, na qual adotou-se uma extensão de APP equivalente a 30 m para os reservatórios localizados em zona urbana, que é o caso do açude Adaauto Bezerra e de até 100 m para reservatórios situados em zona rural.

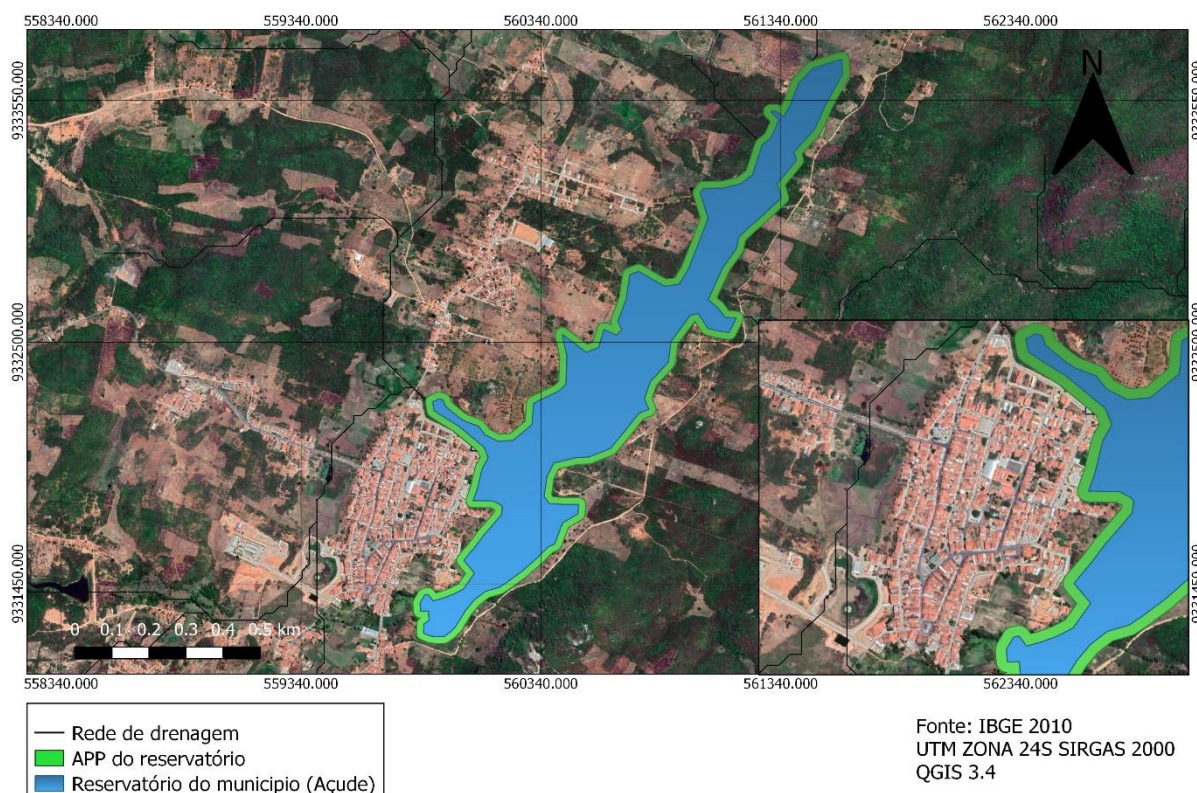
Figura 8: APPs de reservatórios da MBHP.



Fonte: Autor, 2020.

Pode-se observar ainda com maior detalhe, o recorte espacial em torno do Açude Adauto Bezerra (Figura 9). Constata-se que os limites de APPs não vêm sendo devidamente respeitados, conforme estabelece parâmetros do Código Florestal. Percebe-se que em alguns pontos da cidade de Pereiro-CE, a área densamente urbanizada invade as áreas ciliares. Associa-se esta problemática diante do crescimento demográfico desorganizado do município em questão, uma vez que o mesmo não possui instrumentos legais de zoneamento como, por exemplo, um plano diretor ou mesmo um código de obras voltado para controle e fiscalização de crescimento urbano.

Figura 9: APP do reservatório Adauto Bezerra na MBHP



Fonte: Autor, 2020.

5.2 DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Diante das observações, foi constatado que através do somatório dos impactos ambientais aplicados pelo *checklist* proposto por *Tommasi*, resultou em um índice geral considerado de pequeno impacto (-96) no entorno do reservatório e dentro da microbacia (Quadro 1), em decorrência dos baixos valores atribuídos aos indicadores de peso e efeito.

Quadro 1: Classificação quantitativa dos impactos ambientais do reservatório Adauto Bezerra na MBHP.

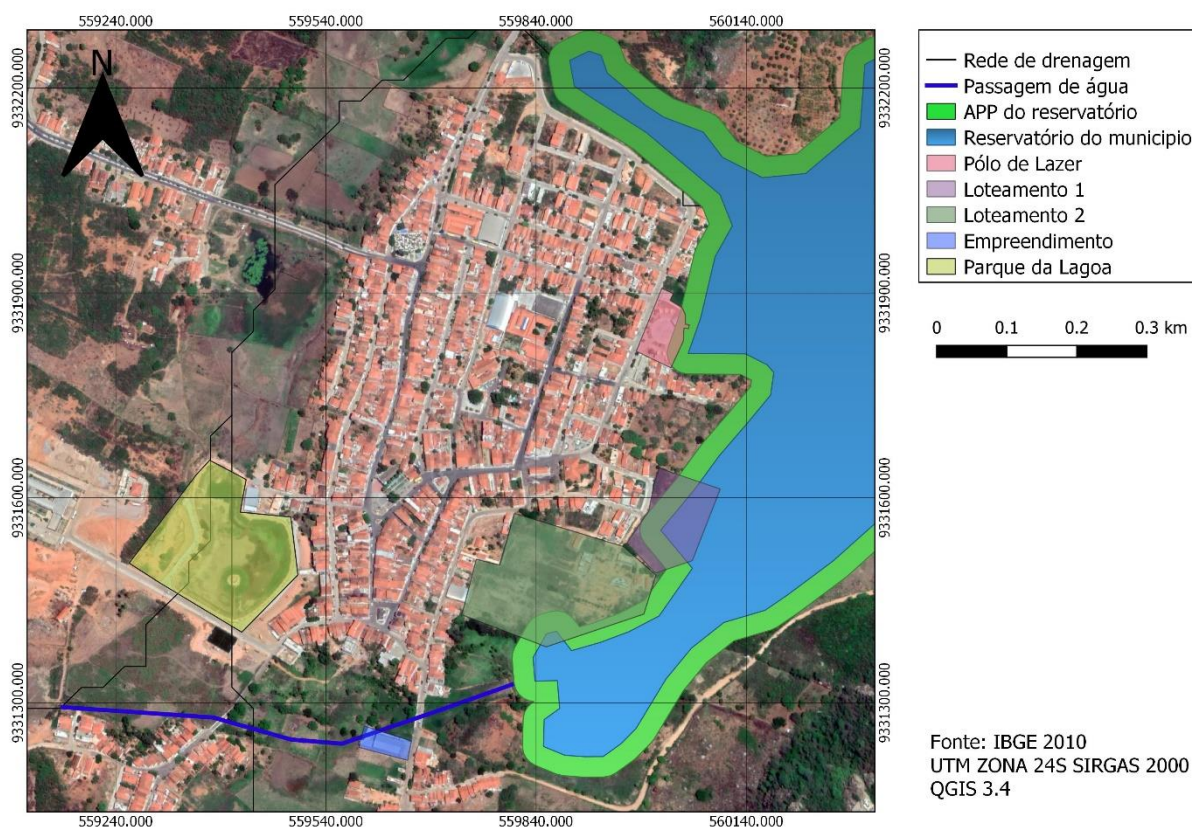
Indicadores	Peso	Efeito	Classe
Expansão urbana	5	-5	-25
Deposição de resíduos sólidos	1	-1	-1
Degradação da vegetação	3	-3	-9
Emissão de efluentes	3	-3	-9
Recreação	0	0	0
Pesca	1	-1	-1
Obstrução de canais	1	-1	-1
Empreendimentos	5	-5	-25
Compactação do solo	5	-5	-25
Total			-96

Fonte: Autor, 2020.

Em uma avaliação quantitativa, impactos pequenos possuem características pontuais que descaracterizam o meio ambiente, porém não degradam de forma expressiva (NOVA; TORRES, 2012). Embora, os impactos não sejam relevantes para todos os aspectos, “deve-se reconhecer que, em longo prazo, qualquer produção econômica baseada no uso dos recursos naturais indiscriminado será insustentável se não for observada a capacidade de suporte dos ecossistemas locais” (NOVA; TORRES; COELHO, 2015, p. 10).

Verifica-se que as maiores partes dos impactos ambientais estão associados à expansão urbana que, de forma direta e indireta, proporciona construções de empreendimentos na área de entorno do reservatório e compactação do solo. Dessa forma, constatou-se que as áreas de maiores destaques nas adjacências do reservatório e dentro dos limites da MBHP, que exercem influência adversa no fluxo da água, são: um empreendimento comercial implantado para venda de automóveis, duas áreas destinadas para loteamentos residenciais, um ponto turístico municipal denominado “Parque Lagoa de Pereiro” e um conhecido como polo de lazer “Praça de Eventos Moacir Gabriel” (Figura 10). Todos os registros fotográficos foram registrados nas áreas demarcadas na figura 10.

Figura 10: Empreendimentos localizados no entorno do reservatório Adauto Bezerra na MBHP.



Fonte: Autor, 2020.

Observa-se que o empreendimento de venda de automóveis localiza-se em um ponto de acumulação de água do reservatório e faz parte do caminho preferencial natural do escoamento da água superficial (Figura 11). Em períodos chuvosos, que se concentram nos meses de fevereiro a maio (CORTEZ; LIMA; SAKAMOTO, 2017), os recursos hídricos superficiais advindos de localidades a montante da microbacia são interceptados pela área construída deste empreendimento. Constitui-se, dessa forma, uma barreira física para o transporte dos recursos hídricos através das águas de infiltração ou de escoamento superficial, além de estar propenso a problema estruturais em sua edificação e nos serviços prestados por sua atividade.

Figura 11: Área de acumulação hídrica identificada vizinho ao empreendimento de venda de automóveis localizado na proximidade do reservatório Adauto Bezerra na MBHP: a) plantio de pastagem; b) vista da localização de poço amazonas e edificações nas proximidades do açude.

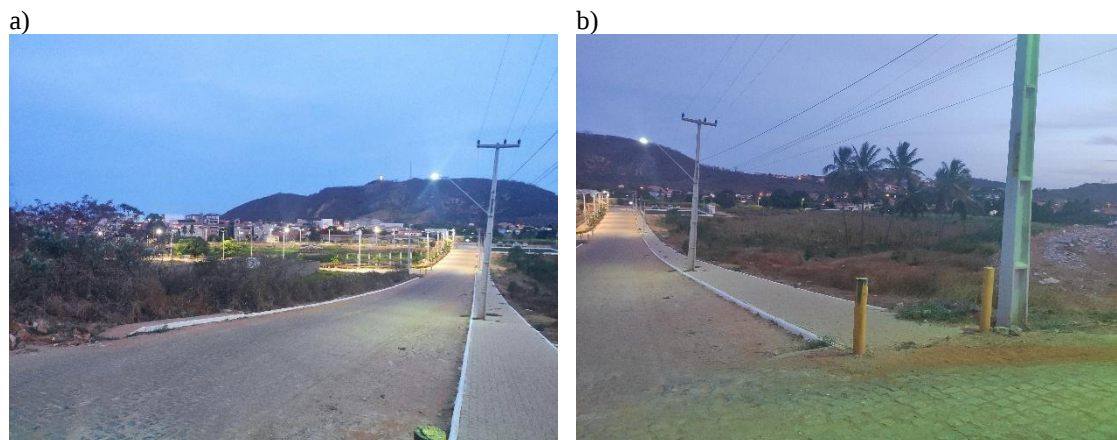


Fonte: Autor, 2020.

Evidencia-se a área verde ao lado do empreendimento de venda de automóveis (Figura 11a) que, embora, ainda não se tenha precipitações abundantes na área de estudo, a cobertura vegetal em maior abundância indica zonas de retenção de água e caminho preferencial da rede de drenagem da microbacia. A Figura 11b indica a área do reservatório Adauto Bezerra da MBHP anteriormente delimitada.

O Parque Lagoa (Figura 12a) foi construído com o objetivo de ser um espaço de infraestrutura adequada destinado ao lazer e à prática esportiva para a população, assim como também desenvolver o turismo na região (CEARÁ, 2017). No entanto, também foi realizado a compactação do solo vizinho a este ponto de recreação (Figura 12b) que, inicialmente, era um caminho que permitia por gravidade o curso das águas superficiais (drenagem) que corta a cidade. Dessa forma, detecta-se as modificações no volume de água armazenada no reservatório diante dos impactos do uso e ocupação do solo dentro dos limites da MBHP.

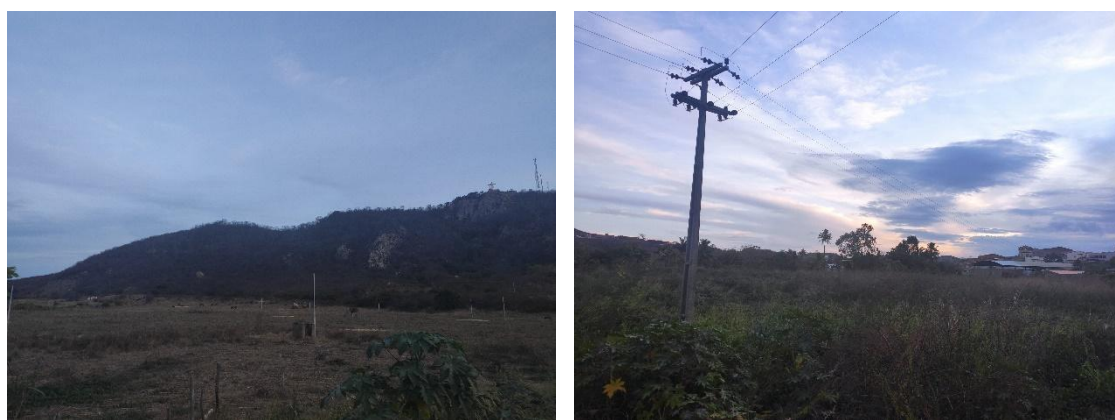
Figura 12: Parque Lagoa localizado na proximidade do reservatório Adauto Bezerra na MBHP: a) via de acesso ao Parque Lagoa, b) área de lazer do parque Lagoa.



Fonte: Autor, 2020.

Conforme verifica-se na Figura 13, os loteamentos de imóveis situam-se às margens do reservatório Adauto Bezerra na MBHCP e configuram-se como zonas sujeitas a alagamentos e inundações com a ocorrência de precipitações intensas e concentradas.

Figura 13: Loteamentos de imóveis localizados às margens do reservatório Adauto Bezerra na MBHP

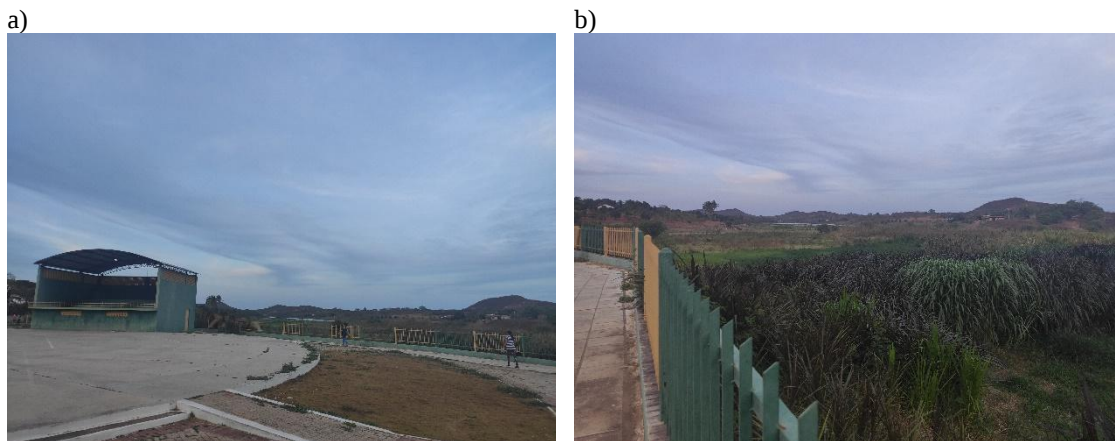


Fonte: Autor, 2020.

Embora, o Código Florestal exija uma faixa de APP com largura de 30 m em área urbana (BRASIL, 2012), verifica-se distintas formas de ocupação construídas e em construção localizadas dentro da área de preservação no perímetro urbano. Silva et al. (2016) enfatizam que o desrespeito de APPs e comprometimento de áreas ambientalmente sensíveis, por meio das ocupações em áreas impróprias, são um dos fatores que expõe os municípios aos danos causados pelas enchentes e inundações em áreas urbanas.

A Praça de Eventos Moacir Gabriel também se localiza às margens do reservatório Adauto Bezerra na MBHP (Figura 14) e destaca-se por ser um polo de lazer que disponibiliza atrações artísticas e culturais para a população local pereirense e região.

Figura 14: Usos no entorno do açude Adalto Bezerra: a) Praça de Eventos Moacir Gabriel, b) Área de plantio no entorno do açude.



Fonte: Autor, 2020.

Na Figura 14b evidencia-se a presença de cobertura vegetal densa que sofre influência da rede de drenagem e em períodos de chuvas intensas possui susceptibilidade a alagamentos e inundações. Em 2009 foi considerado o último ano, até o momento, com a maior precipitação média observada com o equivalente a 1404,3 mm/anual (FUNCEME, 2020). Neste período, o município sofreu consequências com a ocorrência de pontos de alagamentos em regiões de baixas topografias, associados com a proximidade com sistemas hídricos (Figura 15a e 15b), o que ocasionou prejuízos em residências e comércios (Figura 15c e 15d), bem como carreamento de resíduos sólidos.

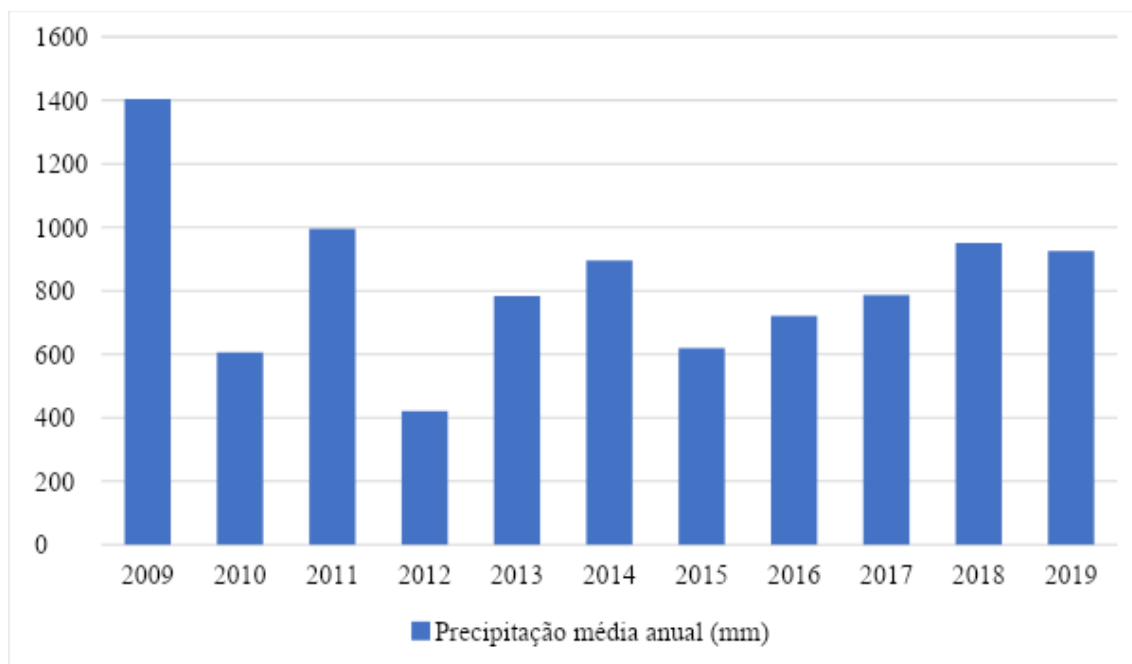
Figura 15: Influência da precipitação pluviométrica na ocorrência de alagamentos e inundação no município de Pereiro – CE: a) Transbordamento do açude Adauto Bezerra provocou a inundação na Praça de Eventos Moacir Gabriel, b) Pontos de alagamento na Praça de Eventos Moacir Gabriel, c) Residência que teve a residência alagada durante o período de chuvas e d) Residências submersas durante o período de chuvas.



Fonte: Aires (2009).

Desde então, o município não tem apresentado precipitações extremas capazes de provocar esses episódios de fenômeno natural, como alagamento, enchente ou inundação (Figura 16). No entanto, segundo Souza (2017), vale ressaltar que o processo de transformações do ambiente urbano por meio da ação antrópica poderá futuramente intensificar problemas frequentes em regiões próximas aos corpos d'água durante os eventos de precipitação mais intensos.

Figura 16: Série histórica de precipitações médias anuais no município de Pereiro – CE, entre os anos de 2009 e 2019



Fonte: Adaptado de FUNCEME (2020).

Silva et al (2017, p. 9) afirmam que “em áreas urbanas, os efeitos das inundações são intensificados por uma série de fatores, tais como: desmatamento da vegetação ciliar, canalização e aterramento de drenagens naturais, impermeabilização do solo, alteração dos cursos, entre outros”. Segundo Everlyn et al. (2018), as ações antrópicas, bem como atividades econômicas, através da retirada de cobertura vegetal e de suas superfícies impermeáveis minimiza o processo de infiltração das águas diante da impermeabilização e compactação do solo, que consequentemente interfere na capacidade total de armazenamento de água dos reservatórios superficiais e subterrâneos de seu entorno.

Diante da incapacidade da rede de drenagem de transportar toda a carga sedimentar recebida das ações antrópicas advindas da área urbana próxima, evidencia-se o comprometimento através de barreiras e de trechos fluviais assoreados. Portanto, em períodos de inundações, as águas fluviais tornam-se potencialmente mais impactantes ao abranger maiores extensões marginais de áreas preservativas (FELIPPE et al., 2016). Silva (2016) complementa que essa influência adversa dos canais fluviais ocorre, principalmente, diante da desproteção da vegetação nativa ao longo de toda a extensão da rede de drenagem.

A deposição de resíduos sólidos também foi identificada como uma causa potencial para a obstrução dos bueiros da cidade que diante seu descarte incorreto, de forma direta e/ou indireta, compromete a água a ser drenada para o reservatório Adauto Bezerra. Para Bezerra et

al. (2016), a ausência ou ineficácia da manutenção de sistemas de drenagem em um município acarreta problemas secundários como alagamentos, doenças de veiculação hídrica, poluição difusa e entre outros prejuízos socioambientais e econômicos. Porém a frequência com que tal impacto se dava era pequena. Com as observações feitas ao longo do estudo, apenas uma vez foi possível identificar a presença de resíduos em disposição incorreta.

Vale salientar que as construções prediais muito próximas as margens dos rios provocam a descontinuidade da paisagem natural (ALVES; LIMA; FARIAS, 2012). Tais ocupações indevidas proporcionam focos de poluição hídrica e edáfica.

Outro fato de insustentabilidade ambiental é a presença de agricultura nas margens do reservatório (Figura 17), com destaque para as plantações de milho, feijão, arroz e capim que garantem parte do sustento da população local de agricultores. Além disso, também é possível identificar a presença de bovinos. Por ser uma localidade de fácil alocação de água e por possui um solo predominantemente da classe Argissolo (IBGE, 2020), a região detém boas condições físicas e uma fertilidade natural elevada que apresenta um grande potencial para uso agrícola (ZARONI; SANTOS, 2020).

Figura 17: Presença de agricultura nas margens do açude Adauto Bezerra da MBHP



Fonte: Autor, 2020.

Para identificação dos impactos que apresentam maior capacidade de gerar transtornos nas escalas físicas, químicas, biológicas e sociais do meio, aplica-se a análise qualitativa (SANTOS; EL-DEIR, 2019). Dessa forma, para a classificação de valoração qualitativa dos impactos ambientais na área de estudo e na área de influência, elaborou-se o Quadro 2.

Quadro 2: Classificação qualitativa dos impactos ambientais no entorno do açude Adaauto Bezerra.

Indicador	Abrangência do impacto	Efeito	Repercussão	Temporalidade	Permanência	Reversibilidade
Expansão urbana	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Irreversível
Deposição de resíduos sólidos	Pontual	Negativo	Direta	Curto	Temporário	Reversível
Degradação da vegetação	Local	Negativo	Indireta	Longo	Permanente	Reversível
Emissão de efluentes	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Reversível
Recreação	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
Pesca	Pontual	Negativo	Direta	Curto	Temporário	Reversível
Obstrução de canais	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Reversível
Empreendimentos	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Irreversível
Compactação do solo	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Irreversível

Fonte: Autor, 2020.

Observou-se através da classificação que dentre os impactos ambientais detectados não houve nenhum aspecto positivo, em decorrência da identificação de alterações adversas das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, conforme estabelece a Resolução CONAMA nº 001/86. Para Costa (2020), o aumento das atividades antrópicas, através da urbanização e atividades agropecuaristas, ocasiona em comprometimentos adversos no solo, na água e na biodiversidade.

Verificou-se ainda conforme a temporalidade dos elementos impactantes supracitados que se apresentaram de “longo prazo”, diante das mudanças constantes de uso e ocupação do solo. Segundo Souza (2018), impactos dessa categoria permanecem além dos primeiros cinco anos de geração e influenciam diretamente na magnitude que o impacto pode proporcionar.

Além disso, diante dos impactos de longo prazo identificados, verificou-se que o período de tempo que os efeitos se manifestam são, em sua maioria “permanentes”. Segundo Neres et al. (2015), esse critério é devido a impossibilidade de cessar o impacto mesmo após finalizar a ação ou atividade humanas, ou seja, a alteração ocorre definitiva e difícil reversibilidade por meio da adoção de ações de controle e/ou de mitigação dos aspectos ambientais. Para que aja sua reversibilidade, de acordo com Melo (2017), deve-se ocorrer a desconstrução dos impedimentos do fluxo hídrico.

Para Silva (2016) a adoção de medidas efetivas de controle preventivo e corretivo desses impactos negativos podem propor soluções para manutenção dos corpos d’água afetados pelo adensamento urbano. Para Trindade et al. (2019), a urbanização desordenada requer medidas

de planejamento ambiental, uma vez que, construções próximas aos córregos, pode ser consequência da ausência de fiscalização ou de assistência aos moradores.

5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO

Para a recuperação e manutenção de áreas influenciadas adversamente por ações antrópicas, bem como visando garantir uma melhor qualidade de vida e preservação dos recursos naturais presente na localidade, Cândido et al. (2017) indicam uma série de ações como a remoção dos resíduos sólidos e destinação adequada, descompactação do terreno, implantação de projetos para recuperação de áreas degradadas, restituição da vegetação nativa e conscientização da comunidade circunvizinha sobre a necessidade de preservação das matas ciliares e reservatório hídrico.

Pigosso et al. (2009) corroboram que a implementação de forma mais eficiente da formação do comitê de bacia hidrográfica que abrange a área de estudo, de educação ambiental da população regional, conscientização ecológica ou recuperação de áreas degradadas são fatores necessários para um manejo sustentável dos recursos naturais.

Ressalta-se ainda a importância da preservação da cobertura vegetal como forma de favorecer a infiltração da água, evitar compactação do solo, impossibilitar processos erosivos e fenômeno de assoreamento nas margens dos corpos hídricos (TRINDADE et al., 2019). Ainda segundo os mesmos autores, a presença de vegetação ciliar consegue proteger o ambiente, evitando ou minimizando os efeitos da erosão nas margens do canal e, por conseguinte, atenuar a problemática de diminuição da recarga dos aquíferos disponíveis.

Além disso, como medida para interromper a contaminação ambiental por meio da disposição inadequada dos resíduos sólidos encontrados ao longo da microbacia em estudo, recomenda-se a necessidade da implantação de um aterro sanitário apropriado conforme normas e leis vigentes a ser realizado por órgãos municipais responsáveis através de estudos prévios, conforme sugere Cândido et al. (2017).

Tratando-se das problemáticas associadas a falta de manutenção dos dispositivos de drenagem e alagamentos frequentes diante do acúmulo hídrico ocasionado por precipitações intensas, Bezerra et al. (2016) elencam medidas de melhorias como condução das águas pluviais através de sistemas adequados de macro e microdrenagem, bem como a manutenção desses dispositivos, elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana para gestão da infraestrutura urbana, aliado ao uso e ocupação do solo adequado para aperfeiçoar as condições de

saneamento básico, qualidade do meio ambiente e urbano e redução de perdas econômica da sociedade.

É evidente a necessidade de integrar medidas entre os agentes sociais modificadores do meio para que minimizem os impactos adversos ocasionados pela influência da pressão antrópica através de suas atividades socioeconômicas e para que, dessa forma, aja uma promoção da qualidade ambiental na área de estudo, aumentando os níveis dos cursos d'água e aumento da recarga no reservatório de abastecimento hídrico no município de Pereiro-CE, revitalização das nascentes da microbacia, bem como a melhoria da qualidade de vida da população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração todos os aspectos mencionados no decorrer do estudo é possível perceber que no que se remete as questões quanto as áreas de preservações permanente, constata-se que os limites de APPs não vêm sendo devidamente respeitados, conforme estabelece parâmetros do Código Florestal, lei 12.651/2012. Na zona rural o mesmo fator a pode ser resolvido, onde a expansão populacional ainda é pequena e a agricultura ainda é cultivada. Porém na zona urbana não existe mais a possibilidade de reversão de tal impacto, uma vez que a urbanização já se expandiu drasticamente ao lado do açude municipal.

Diante das observações aplicadas pelo checklist que resultou em um índice geral considerado de pequeno impacto na micro bacia, de -96, é possível compreender que o açude Adauto Bezerra, ainda pode se recuperar e chegar a níveis de volume mais consideráveis, uma vez que mesmo com os impactos mencionados, o corpo hídrico ainda consegue fazer o armazenamento de água. Porém fatores como a distribuição espaço temporal das precipitações, atrelados com barramentos físicos na rede de drenagem desfavorecem tal cenário.

São necessárias diversas formas de correção quanto aos fatores encontrados, a urbanização desordenada por exemplo, requer medidas de planejamento ambiental, uma vez que, construções próximas aos córregos e ao corpo hídrico, pode ser consequência da ausência de fiscalização do município. A preservação da cobertura vegetal como forma de favorecer a infiltração da água, evitar compactação do solo, impossibilitar processos erosivos são essenciais para a microbacia, por se tratar de uma área serrana, fator que aumenta ainda mais o fluxo de água por gravidade para um ponto mais baixo.

O planejamento ambiental da microbacia em estudo mostra que apesar dos impactos de um modo geral serem agravantes de nível pequeno, alguns podem ser reversíveis e proporcionar ainda mais condições favoráveis para a microbacia e conseqüentemente para o açude.

REFERÊNCIAS

- AIRES, A. **Chuvvas em Pereiro**. 2009. Disponível em: <http://pereiroce.blogspot.com/2009_05_06_archive.html?m=1>. Acesso em: 9 nov. 2020.
- ALONSO, L. A.; BAPTISTA, S. C. A influência das obras de engenharia hidráulicas no direcionamento das águas superficiais na Bacia Hidrográfica do Sistema Campelo, região norte do estado do Rio de Janeiro. In: XII Sinageo - Paisagem e Geodiversidade: a valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro, 2018, Crato. XII Sinageo - **Anais...** Crato, 2018.
- ALVES, T. L. B.; LIMA, V. L. A.; FARIAS, A. A. Impactos ambientais no Rio Paraíba na área do município de Caraúbas, PB: Região contemplada pela integração com a bacia Hidrográfica do Rios São Francisco. **Caminhos da Geografia**, v.13, n.43, p.160-173, 2012.
- ANA. Brasil. **Açudes do Semiárido**. 2017. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/acudes-do-semiarido/acudes-do-semiarido-saiba-mais>. Acesso em: 18 abril 2020.
- ASSUNÇÃO, A. W. A.; GATTI-JÚNIOR, P.; ALMEIDA, R. V.; GASPAROTTO, Y.; AMARAL, L. A. Utilização de macrófitas aquáticas de três diferentes tipos ecológicos para remoção de *Escherichia coli* de efluentes de criação de pacu. **Engenharia Sanitária & Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 657-663, 2017.
- BEZERRA, A. M.; NETO, M. L. Q.; FLORÊNCIO, C. F. D.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA JUNIOR, P. L. Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN. 2016. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campina Grande, PB. **Anais...** IBEAS, p. 1-7, 2016.
- BORDALO, C. A. L.; SILVA, E. V.; COSTA, F. E. V. Uma análise comparativa das experiências de gerenciamento dos recursos hídricos nos estados do Ceará e Pará com base nas metas do Progestão. **Revista Equador**, v. 9, n. 3, p. 121-140, 2020.
- BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 16 agosto 2020.
- BRASIL. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação x Áreas de Riscos**. 2011. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao01082011112029.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1997.
- BRASIL. **Resolução CONAMA n. 303, de 20 de mar. de 2002**. Dispões sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, Brasília-DF, mar. 2002. Disponível

em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 16 agosto 2020.

BRAUM, E. S.; LIMA, G. B.; PINTO, W. P. Estimativa de esgoto e modelagem da autodepuração dos efluentes domésticos lançados no Rio Doce na cidade de Baixo Guandu, ES. **Natureza Online**, v. 16, p. 40-48, 2018.

CÂNDIDO, J. B.; SOUZA, P. A.; NERES, N.; GONCALVES, D.; SOUZA, P. B. Diagnóstico ambiental e análise temporal dos impactos ambientais causados por um depósito de resíduos sólidos no Município de Cariri do Tocantins-TO. **Revista Nucleus**, v. 14, p. 125-140, 2017.

CEARÁ. **Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010**. Disponível em: <https://bela.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/desenv-regional-recursos-hidricos-minas-e-pesca/item/379-lei-n-14-844-de-28-12-10-do-30-12-10>. Acesso em: 20 abril 2020.

CEARÁ. CPRM. **Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará**. 1998. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16708/Rel_Pereiro.pdf?sequence=1. Acesso em: 21 abril 2020.

CEARÁ. **A gestão de recursos hídricos no Ceará, avanços e perspectivas futuras**. 2018. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/A-Gestao-de-Recursos-Hidricos-no-Ceara.pdf>. Acesso em: 22 maio 2020.

CEARÁ. **Pereiro**: governador autoriza investimentos em infraestrutura no município. 2017. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2017/09/28/pereiro-governador-autoriza-investimentos-em-infraestrutura-no-municipio/>>. Acesso em: 8 nov. 2020.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Portal Hidrológico do Ceará**. 2020. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/acude/nivel-diario>. Acesso em: 21 abril 2020.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Águas subterrâneas**. 2019b. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/aguas-subterraneas-2/>. Acesso em: 01 agosto 2020.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Situação Hídrica do Ceará**. 2019a. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/situacao-hidrica-do-ceara-220/>. Acesso em: 01 agosto 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 13 junho 2020.

CORTEZ, H. S.; LIMA, G. P.; SAKAMOTO, M. S. A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 83-118, 2017.

COSTA, H. F. **Análise temporal da fragilidade ambiental na bacia Hidrográfica do rio Sorocabaçu, Ibiúna, SP**. 84f. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2020.

COSTA, H. Participação social em processos de avaliação ambiental estratégica. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 1, n. 24, p. 89-113, jan. 2009.

CUNHA, A. C.; POLETTI, E. C. C. P.; CONEGLIAN, C. M. R.; SEBUSKE, A. O.; PINHEIRO, S. E. V. Determinação da qualidade da água através da aplicação da modelagem matemática em curso hídrico. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 3, n. 1, 2015.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra As Secas. **Sobre o Órgão**. 2010. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/acessoinformacao/paginas/arquivos19/faqODNOCS.php>. Acesso em: 16 abril 2020.

EVERLYN, C. M. N.; AGUIAR, K. P.; CARMO, M. O. F.; ANDRAUS, M. P. Ocupação urbana e a impermeabilização do solo. **Anuário de Produções Acadêmico-científicas dos discentes do Centro Universitário Araguaia**, p. 50-56, 2018.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; CARNEIRO MENDES, L. C.; CARNEIRO, P. S.; GONTIJO, B. M. Conexões geo-históricas e contemporâneas entre ocupação territorial, degradação ambiental e rarefação hídrica na Bacia do Rio Doce. **Revista Geografias**, 203-222, 2016.

FUNCEME. Fundação Cearense e Meteorologia e Recursos Hídricos. **Resenha Diária do Monitoramento – 06/08/2020**. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/hidro-ce-zend/reservatorios/quantidade/resenha-diaria>. Acesso em: 08 agosto 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades** 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/pereiro.html>. Acesso em: 25 set. 2020.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Caracterização Territorial do Ceará**. 2012. Disponível em: http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2012/territorial/01_001_caracteristicas_geograficas.pdf. Acesso em: 16 maio 2012.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. 2011. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2015/02/Recursos_Hidricos_do_Ceara.pdf. Acesso em: 18 abril 2020.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Plano Estadual de convivência com a seca**. 2015. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Plano_Convivencia_com_a_Seca_02_03_2015.pdf. Acesso em: 18 abril 2020.

JESUS, T. B.; SOUZA, S. S.; SANTOS, L. T. S. O.; AGUIAR, W. M. Avaliação da potencialidade de utilização de espécies de macrófitas como acumuladoras de metais pesados. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1102-1118, 2015.

KOHL, C. A. **Proposta para proteção e recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do rio dos sinos localizadas na cidade de Caraá/rs.** – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, Porto Alegre, nov. 2015.

LABMAR. Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais. **Mesmo com chuvas, crise hídrica pode continuar assolando o Estado**. 2018. Disponível: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/especial-publicitario/labmar/noticia/mesmo-com-chuvas-crise-hidrica-pode-continuar-assolando-o-estado.ghtml>. Acesso em: 13 agosto 2020.

LIMA, T. B.; FERREIRA, R. L. Recursos hídricos e sua importância jurídica. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, p. 90-104, 2015.

LORO, A. **Recursos hídricos: proteção jurídica e a garantia do direito de acesso à água potável**. 2015. 84 f. Monografia (Graduação em Direito), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2015.

MARTINS, J. G.; CLAUDINO-SALES, V. Paisagem geomorfológica e geografia ambiental do Maciço do Pereiro, Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Revista Equador**, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2019.

MELO, A. M. **Mecanismos de conservação do manguezal da Baía do Sueste, Arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco (Brasil)**. 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>. Acesso em: 13 junho 2020.

MOREIRA, T. **Análise da dinâmica societal do comitê da sub-bacia hidrográfica médio Jaguaribe**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MOURA, E. Avaliação da Disponibilidade Hídrica e da Demanda Hídrica no Trecho do Rio Piranhas-Açu entre os Açudes Coremas-Mãe D'água e Armando Ribeiro Gonçalves. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, ed. 4, p. 07-19, 2011.

NERES, N. G. C.; SOUZA, P. A.; SANTOS, A. F.; GIONGO, M.; BARBOSA, L. N. L. Avaliação Ambiental e Indicação de Medidas Mitigadoras para a Nascente do Córrego Mutuca, Gurupi – TO. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p. 2824-2834, 2015.

NOVA, F. V. P. V.; TORRES, M. F. A. Avaliação ambiental em Unidades de Conservação: estuário do rio Maracaípe, Ipojuca-PE, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 29, p. 199-224, 2012.

NOVA, F. V. P. V.; TORRES, M. F. A.; COELHO, M. P. Uso e ocupação da terra e indicadores ambientais de impactos negativos: baixo curso do Rio São Francisco, Estado de Alagoas, Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 33, n. 1, p. 1-14, 2015.

OLIVEIRA, R. C. M.; LIMA, P. V. P. S.; SOUSA, R. P. Gestão ambiental e gestão dos recursos hídricos no contexto do uso e ocupação do solo nos municípios. **Gestão & Regionalidade**, v. 3. n. 97. p. 48-64, 2017.

PIGOSSO, M.; BONFANTE, E.; FARIAS, E.; ENGEL, I.; RIGATTI, J.; NUNES, R. L.; BECEGATO, V.; ONOFRE, S. B. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Jirau alto – Dois Vizinhos – Paraná. **Geoambiente**, n.13, p.174-193, 2009.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Universidade Feevale – Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013.

RABELO, D. C. **Usos múltiplos da água em cenário de escassez hídrica – análise da gestão dos recursos hídricos no Ceará durante a seca de 2011-2016**. 2017. 101f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental). Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

RAYIS, M. W. A. **Avaliação da viabilidade do reúso de água para recarga de aquíferos na região metropolitana de São Paulo**. 2018. 101f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, J. P. O.; EL-DEIR, S. G. Produção de gesso no araripe pernambucano: impactos ambientais e perspectivas futuras. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 12, p. 496-509, 2019.

SAR. Sistema de Acompanhamento de Reservatórios. **Dados Históricos**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar0/Medicao?dropDownListEstados=7&dropDownListReservatorios=12006&dataInicial=15%2F07%2F2015&dataFinal=11%2F09%2F2019&button=Buscar>. Acesso em: 16 agosto 2020.

SEUMA. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas do município de Fortaleza**. 2015. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/plano_municipal_de_drenagem.pdf. Acesso em: 08 agosto 2020.

SILVA, B. A. Caracterização do meio físico e da cobertura da terra na bacia hidrográfica dos córregos pedra e três ranchos, município de São José das Palmeiras - PR. **Geografia em Questão (Online)**, v. 9, p. 86-100, 2016.

SILVA, C. S. P.; GRIGIO, A. M.; PESSOA, Z. S. Vulnerabilidade socioambiental urbana: o caso de Mossoró-RN. In: Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrópoles, 2017, Natal/RN. **Anais...** Regimes Urbanos e Governança Metropolitana, 2017.

SILVA, F. J. A.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 136-159, 2007.

SILVA, L. L. **Canais artificiais: uma contribuição geográfica ao estudo de suas multifuncionalidades**. 2019. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SILVA, S. S.; SANTOS, L. P. S.; CORDEIRO, T. T. S.; SOARES, A. K. Ocupação de áreas inundáveis e medidas adotadas para minimizar alagamentos: estudo de caso do Setor Gentil Meiréles, Goiânia-GO. In: XIV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental, 2016, Brasília. **Anais...** XIV ENEEAMB, 2016, p. 544.

SILVA, T. A. L.; SOARES, N. S.; SILVA, H. A. Diagnóstico dos impactos ambientais e proposta de recuperação de uma área urbana degradada, localizada no município de Itumbiara-GO. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 181-206, 2016.

SOARES, C. H. S.; SOARES, P. A.; VIANA, D. M.; CHAVES, L. C. G. **Volume hídrico armazenado em bacias hidrográficas do estado do Ceará, em 2011 e 2016**. 2016.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/310459910_VOLUME_HIDRICO_ARMAZENADO_EM_BACIAS_HIDROGRAFICAS_DO_ESTADO. Acesso em: 14 agosto 2020.

SOUZA FILHO, F. A. **Estudo Setorial Especial dos Recursos Hídricos**. 2018. Disponível em: <http://www.ceara2050.ce.gov.br/api/wp-content/uploads/2018/10/ceara-2050-estudo-setorial-especial-recursos-hidricos.pdf>. Acesso em: 09 agosto 2020.

SOUZA, C. J. R. **Integração entre Matriz de Leopold e Sobreposição de Mapas na Avaliação de Impacto Ambiental**. 82f. 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SOUZA, F. S. C. **Diagnóstico da percepção socioambiental em áreas de risco à inundação e alagamento em Santo Antônio de Leverger-MT**. 123f. 2017. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos), Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Açudes Construídos no Estado**. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/infraestrutura/acudes/index.php?status=1>. Acesso em: 16 agosto 2020.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará**. 2018. Disponível em: https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/PLANO-DE-ACOES-ESTRATEGICAS-DE-RECURSOS-HIDRICOS-CE_2018.pdf. Acesso em: 08 agosto 2020.

TOMMASI, L, R. **Estudo de impacto Ambiental**. 1994. CETESB/Artes e Informática, São Paulo.

TRINDADE, G. R. L.; RUBIN, J. C. R.; SILVA, R. T.; PAULA, N. M.; CAMPOS, A. C. Indicadores de impactos ambientais na sub-bacia do Córrego Caveirinha, Goiânia – Goiás. In: II Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu, PR, 2019. **Anais...** CONRESOL, 2019.

VASCONCELOS, A. K. P. **Avaliação do uso de macrófitas aquáticas flutuantes para tratamento de efluentes da aquicultura**. 2018. 60f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2018.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Definição e características gerais**. 2020. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2212200611538.html>. Acesso em: 12 nov. 2020.