

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
*CAMPUS DE POMBAL-PB*

Lucas Bezerra dos Santos Pereira

**DIAGNÓSTICO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PARA A FASE DE IMPLANTAÇÃO  
NO AÇUDE COMUNITÁRIO DA FORQUILHA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO  
BENTINHO-PB E CAJAZEIRINHAS-PB**

Pombal

2018

Lucas Bezerra dos Santos Pereira

**DIAGNÓSTICO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PARA A FASE DE IMPLANTAÇÃO  
NO AÇUDE COMUNITÁRIO DA FORQUILHA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO  
BENTINHO-PB E CAJAZEIRINHAS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de  
Ciência e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade  
Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para  
obtenção do título em Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof.º Dr.º José Cleidimário de Araújo Leite

Área de Concentração: Engenharias

Pombal-PB

2018

P436d      Pereira, Lucas Bezerra dos Santos.  
Diagnóstico de impactos ambientais para a fase de implantação no Açude Comunitário da Forquilha nos municípios de São Bentinho - PB e Cajazeirinhas - PB / Lucas Bezerra dos Santos Pereira. – Pombal, 2018.  
72 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.  
"Orientação: Prof. Dr. José Cleidimário de Araújo Leite".  
Referências.

1. Impactos ambientais. 2. Reservatório. 3. Degradação ambiental. 4. Métodos de AIA. 5. Controle ambiental - Medidas. I. Leite, José Cleidimário de Araújo. II. Título.

CDU 504.61(043)

Lucas Bezerra dos Santos Pereira

**DIAGNÓSTICO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PARA A FASE DE IMPLANTAÇÃO  
NO AÇUDE COMUNITÁRIO DA FORQUILHA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO  
BENTINHO-PB E CAJAZEIRINHAS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título em Bacharel em Engenharia Ambiental.

Área de Concentração: Engenharias

Subárea de Concentração: Avaliação de Impactos Ambientais

---

Prof.º Dr.º José Cleidimário Araújo Leite – UFCG/ *Campus* de Pombal-PB  
(Orientador)

---

Prof.º Dra. Eng. Érica Cristine Medeiros Machado – UFCG/ *Campus* de Pombal-PB  
(Examinador Interno)

---

Ma. Eng. Paloma Mara de Lima Ferreira – UFPB/ *Campus* de João Pessoa-PB  
(Examinador Externo)

Pombal, 7 de dezembro de 2018

*A minha família por todo o incentivo,  
em especial aos meus pais e minha esposa,  
fonte de inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente a Deus, meu Senhor, que me orientou a seguir no caminho certo e, através deste trabalho, me proporcionou descobrir quem são as pessoas que estão ao meu lado nas horas mais difíceis e me motivam a erguer a cabeça em qualquer dificuldade encontrada.*

*Agradeço à minha família. O meu pai teve influência direta neste trabalho, estando presente nos momentos mais difíceis e coletando dados e buscando informações. Assim como meu irmão, sempre prestativos em qualquer necessidade que eu tivesse. Minha mãe com sua paciência e dedicação, me auxiliando nas correções, me orientava e me dava suporte em qualquer momento. A minha esposa, por sempre estar ao meu lado me incentivando. Vocês representam pilares que dão suporte à minha vida.*

*O meu orientador e professor, Dr.º José Cleidimário. Obrigado por me auxiliar no momento mais importante da minha vida acadêmica, agradeço a dedicação, atenção, conselhos e acreditar na minha capacidade em executar este trabalho. Sua capacidade de ensino é surpreendente, a cada encontro sinto que aprendo um pouco a mais. A senhor é um exemplo de professor.*

*Agradeço aos meus amigos que ajudaram e se fizeram presentes neste trabalho: Airton (por me acompanhar nas entrevistas), Natanael, Gleyton, Pedro Tiago e Ana Cecília (por sempre estarem presentes e de pronta ajuda para quaisquer problemas).*

*A todos vocês, essa conquista não é minha, é nossa. Muito obrigado!*

PEREIRA, L. B. S. **Diagnóstico de impactos ambientais para a fase de implantação no açude comunitário da forquilha nos municípios de São Bentinho-PB e Cajazeirinhas-PB.** 2018. fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2018

## RESUMO

A utilização de reservatórios é parte fundamental na diminuição da escassez dos recursos hídricos, levando a população que usufrui desse recurso, o abastecimento de forma regular e duradoura. Entretanto, a implementação de um empreendimento de grande porte como esse, causam diversas alterações nos elementos ambientais para os meios físicos, bióticos e antrópicos. Mediante a isso, o presente trabalho teve como objetivo identificar e analisar os impactos ambientais decorrentes da implementação do reservatório “Açude Comunitário da Forquilha”, e propor medidas de controle ambiental. O reservatório localiza-se na zona rural, da divisa dos municípios de Cajazeirinhas-PB e São Bentinho-PB, ambos situado no interior do estado da Paraíba. O trabalho teve como principal metodologia a utilização dos métodos de avaliação de impactos ambientais, com auxílio da bibliografia, visitas *in loco* com entrevistas, fotografias e o projeto básico de construção. Sendo possível, por meio do projeto básico a identificação das atividades desenvolvidas na fase de implantação do reservatório, com auxílio das entrevistas e das visitas, foi elaborada o diagnóstico ambiental simplificado, para os meios físico, biótico e antrópico, com as características da região para estes. Com a utilização dos métodos de AIA, foi observado uma série de impactos decorrentes da implantação, apresentando um total de 27 (vinte e sete) impactos, para um total de 9 atividades observadas, sendo destes 17 (dezesete) considerados impactos significativos, nos quais foram desenvolvidas medidas de controle ambiental para os impactos significativos, notando-se que dos 17 (dezesete), 2 (dois), não foi possível identificar e/ou criar medidas de controle ambiental. Dessa forma, podemos concluir, que o empreendimento apresenta um número de impactos ambientais significativos elevados, sendo necessário a alteração, para que assim, possa ter a possibilidade, de reduzir a quantidade de impactos ambientais significativos decorrentes a implantação do empreendimento.

Palavras-chave: Métodos de AIA. Impactos em Reservatório. Degradação Ambiental. Medidas de Controle Ambiental.

PEREIRA, L. B. S. **Diagnóstico de impactos ambientais para a fase de implantação no açude comunitário da forquilha nos municípios de São Bentinho-PB e Cajazeirinhas-PB.** 2018. fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2018

### **ABSTRACT**

The use of reservoirs is a fundamental part of reducing the scarcity of water resources, leading to the population that enjoys this resource, the supply on a regular and lasting basis. However, the implementation of a large enterprise such as this causes several changes in the environmental elements for the physical, biotic and anthropic environments. Therefore, the main objective of this work was to identify and analyze the environmental impacts resulting from the implementation of the "Community Fork Dam" reservoir, and propose environmental control measures. The reservoir is located in the rural zone of the municipalities of Cajazeirinhas-PB and São Bentinho-PB, both situated in the interior of the state of Paraíba. The main methodology was the use of environmental impact assessment methods, with the help of bibliography, on-site visits with interviews, photographs and the basic construction project. It is possible, through the basic project, to identify the activities developed during the implementation phase of the reservoir, with the aid of interviews and visits, a simplified environmental diagnosis was elaborated for the physical, biotic and anthropic environments, with the characteristics of the region for these. With the use of EIA methods, a series of impacts resulting from the implantation were observed, presenting a total of 27 (twenty seven) impacts, for a total of 9 observed activities, of which 17 (seventeen) were considered significant impacts, in which environmental control measures were developed for the significant impacts, noting that from 17 (seventeen), 2 (two), it was not possible to identify and / or create environmental control measures. Thus, we can conclude that the project presents a number of significant environmental impacts, and it is necessary to change the way in which the work was carried out, so that it may have the possibility of reducing the amount of significant environmental impacts resulting from implementation of the enterprise.

Keywords: EIA methods. Impacts in Reservoir. Ambiental degradation. Environmental Control Measures.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Representação da definição de Impacto Ambiental .....	20
FIGURA 2 – Localização da Área de Estudo .....	28
FIGURA 3 – Reservatório .....	29
FIGURA 4 – Maciço .....	30
FIGURA 5 – Fluxograma de execução do trabalho .....	31
FIGURA 6 – Área de influência do empreendimento .....	37
FIGURA 7 – Classificação do solo no Nordeste .....	39
FIGURA 8 – Altitude da bacia hidrográfica .....	40
FIGURA 9 – Rede de drenagem total da bacia hidrográfica .....	41
FIGURA 10 – Pontos de atividades agrícolas ou pecuárias .....	46
FIGURA 11 – Plantio de tomate na área de estudo .....	47
FIGURA 12 – Plantio de banana na área de estudo .....	47
FIGURA 13 – Plantio de milho na área de estudo.....	48
FIGURA 14 – Criação bovina na área de estudo .....	48
FIGURA 15 – Criação ovina na área de estudo .....	49
FIGURA 16 – Área de estudo antes da implantação do reservatório .....	51
FIGURA 17 – Área de estudo após a construção do reservatório .....	52
FIGURA 18 – Diagrama de interação indicando algumas consequências da implantação do reservatório .....	60

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Principais atividades antrópicas na implantação .....	36
QUADRO 2 - Principais espécies vegetais da região do reservatório .....	42
QUADRO 3 – Principais espécies da fauna na região do reservatório .....	44
QUADRO 4 – Dados da entrevista .....	50
QUADRO 5 – Atividades/ações antrópicas x impactos ambientais .....	54
QUADRO 6 – Matriz de interação atividades/ações antrópicas x impactos ambientais .....	58
QUADRO 7 – Matriz de interação para a determinação dos impactos significativos .....	62
QUADRO 8 – Matriz de impactos ambientais significativos .....	64
QUADRO 9 – Disposição dos impactos ambientais significativos .....	65
QUADRO 10 – Medidas de controle ambiental para impactos significativos .....	66

## LISTAS DE TABELAS

TABELA 1 – Cronograma físico de construção .....	34
--	----

## **LISTAS DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Dados de precipitação e evapotranspiração médios mensais na bacia ..... 38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	Avaliação de Danos Ambientais
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
AIT	Área de Influência Total
ANA	Agência Nacional das Águas
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	<i>Global Positioning System</i>
NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i>
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
RIMA	Relatório de Impacto do Meio Ambiente
SHP	<i>Shapefile</i>
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Geral</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2 Específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1 Impacto ambiental</b> .....	<b>19</b>
<b>3.3 Avaliação de impactos ambientais</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4 Diagnóstico ambiental</b> .....	<b>23</b>
<b>3.5 Métodos de avaliação de impactos ambientais</b> .....	<b>24</b>
3.5.1 <i>Método ad hoc</i> .....	24
3.5.2 <i>Método check lists</i> .....	25
3.5.3 <i>Método matriz de interação</i> .....	25
3.5.4 <i>Método redes de interações (networks)</i> .....	26
3.5.5 <i>Método superposição de mapas</i> .....	27
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1 Área de estudo</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2 Metodologia</b> .....	<b>30</b>
4.2.1 <i>Identificação das ações/atividades antrópicas na área de estudo</i> .....	31
4.2.2 <i>Diagnóstico ambiental simplificado da área de influência do empreendimento</i> ...	32
4.2.3 <i>Identificação e análise. os impactos ambientais na área de estudo</i> .....	33
4.2.4 <i>Definição e classificação dos impactos ambientais significativos</i> .....	33
4.2.4 <i>Elaboração medidas de controle ambiental</i> .....	33
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1 Identificação das atividades antrópicas</b> .....	<b>34</b>
<b>5.2 Diagnóstico ambiental simplificado</b> .....	<b>36</b>
5.2.1 <i>Área de influência</i> .....	36
5.2.2 <i>Meio físico</i> .....	37
5.2.3 <i>Meio biótico</i> .....	42
5.2.4 <i>Meio antrópico</i> .....	46
<b>5.3 Identificação e análise dos impactos ambientais</b> .....	<b>51</b>
5.3.1 <i>Lista de impactos do método ad hoc e check lists</i> .....	52
5.3.2 <i>Matriz de interação com os impactos ambientais</i> .....	57

<i>5.3.3 Elaboração das redes de interações (networks)</i> .....	60
<b>5.4 Seleção e classificação dos impactos ambientais significativos</b> .....	<b>61</b>
<b>5.5 Elaboração das medidas de controle ambiental</b> .....	<b>65</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Reservatórios são unidades de armazenamento e passagem de água, complexos, dinâmicos e extremamente modificados (PRADO, 2002), que têm como principal finalidade o controle das cheias durante o período chuvoso de determinada região, armazenando a água para posteriormente ser utilizada para o abastecimento humano durante o período de seca (GUIMARÃES, 2007). A construção de um reservatório quase sempre é de caráter social, para atender à demanda da população local. Assim diversas atividades são desenvolvidas, como: irrigação, abastecimento da população e, em certos casos, geração de energia.

O Nordeste brasileiro é conhecido por apresentar o clima semiárido, com altas temperaturas e baixa precipitação, concentrada principalmente nos meses de fevereiro, março e abril, com o restante do ano apresentando chuvas isoladas, com deficiência e/ou irregularidade, sendo as taxas de evapotranspiração superiores as de precipitação, caracterizando uma variabilidade climática tendendo à desertificação (SALAZAR, 2007). Como resultado disso, os reservatórios apresentam um grande déficit de seus volumes, transformando assim os rios desta região em intermitentes e dificultando o armazenamento d'água (SILVA, 2007). Desta maneira, para suprir as necessidades das populações da região nordeste, foram construídos diversos reservatórios, superando a falta de recursos hídricos e permitindo o desenvolvimento de diversas atividades econômicas (FREITAS, 2011).

Na Paraíba, das 223 sedes urbanas, 76% são abastecidas por reservatórios superficiais, destacando-se o complexo Curemas-Mãe D'água como o maior do estado, abastecendo diversos municípios no interior do estado (ANA, 2010). A zona rural ainda enfrenta inúmeros problemas com a escassez de água, principalmente no sertão do estado, o que foi agravado pelo longo período de seca que afetou não só o volume dos reservatórios, mas também dificultou o desenvolvimento de atividades econômicas.

As atividades e ações humanas alteram, de algum modo, o meio ambiente. Logo, o vínculo entre meio ambiente, ações e necessidades humanas é inseparável, principalmente quando se refere ao desenvolvimento econômico (MOREIRA, 1997). Essas atividades causam vários tipos de impactos ao meio ambiente e à população que reside nas áreas de influência, sejam eles positivos ou negativos. No Brasil, estudos ambientais só passaram a ser obrigatórios após a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei n 6.938 de 31 de agosto de 1981, que trouxe a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) como um de seus instrumentos. Já o conceito de impacto ambiental só surgiu cinco anos após a PNMA, a partir da Resolução CONAMA n 001, de 23 de janeiro de 1986. Desta forma, estudos ambientais como o Estudo

de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) passaram a ser exigidos no licenciamento de obras potencialmente causadora de impactos significativos ao meio ambiente, visando controlar as ações e atividades antrópicas, e mantendo o meio ambiente com características mínimas para desenvolver a vida.

A definição de impacto ambiental pode ser encontrada de forma distinta por diversos autores, Fogliatti et. al. (2004), cita que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades do ambiente, causada direta ou indiretamente pelas atividades humanas, e que possa influenciar (benéfica ou adversa) os fatores ambientais. Diversas atividades antrópicas são sujeitas a AIA e conseqüentemente ao licenciamento ambiental. A Resolução n 237, de 19 de dezembro de 1997, lista algumas atividades que, para serem licenciadas são submetidas a esse processo.

O Açude Comunitário da Forquilha, localiza-se no interior do estado da Paraíba, na divisa dos municípios de Cajazeirinhas- PB e São Bentinho-PB, aproximadamente 15 e 10 quilômetros das respectivas sedes municipais. O reservatório foi construído no ano de 2012, e só atingiu sua capacidade máxima no ano de 2018, sendo a partir desse momento desenvolvidas diversas atividades antrópicas ao longo da bacia hidrográfica e na área do entorno do reservatório. Despejo inadequado dos resíduos, uso e ocupação do solo, agricultura e pecuária alteram a qualidade da água, influenciando diretamente nos meios bióticos, abióticos e antrópicos que dela dependem. Isso se dá devido ao reservatório funcionar como um coletor, interceptando todo fluxo de água que precipita na bacia, trazendo com ele os resultados das alterações antrópicas (PRADO, 2002).

Para pequenos agricultores, que têm como única fonte de renda a agricultura e/ou a pecuária e dependem totalmente das reservas de águas durante o período da seca, se torna muito difícil desenvolver essas atividades sem que causem impactos ambientais. Isso, atrelado à ocupação inadequada e/ou indevida das margens, causa desmatamento e aumenta a erosão, que conseqüentemente causam assoreamento, reduzindo assim o volume e a qualidade da água do reservatório. Estes são os principais problemas encontrados nas áreas de influência direta dos reservatórios.

Os impactos ambientais se estendem durante toda a implementação do reservatório. Desta forma, a AIA se torna de suma importância, pois por meio desta é possível identificar e analisar os possíveis impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas na barragem da Forquilha, elaborando medidas de controle ambiental, mostrando a população que é diretamente e/ou indiretamente afetada por esses impactos, como estes influenciam no modo de vida de cada

indivíduo, demonstrando a importância da preservação do meio ambiente, sem que seja necessário interromper as atividades econômicas.

Como o Açude Comunitário da Forquilha é utilizado para diversas atividades agrícolas e pecuária, torna-se importante um estudo ambiental para identificar e analisar as ações e os impactos ambientais na área de estudo, elaborar medidas de controle ambiental, e com isso cessar e/ou minimizar os impactos ambientais, de forma que estes se tornem não significativos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Identificar e analisar os impactos ambientais decorrentes da implementação do reservatório “Açude Comunitário da Forquilha”, e propor medidas de controle ambiental.

### **2.2 Específicos**

- Identificar as ações/atividades antrópicas na área de estudo;
- Elaborar um diagnóstico ambiental simplificado da área de influência do empreendimento;
- Identificar e analisar os impactos ambientais na área de estudo;
- Selecionar/identificar e classificar os impactos ambientais significativos;
- Propor medidas de controle ambiental.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Impacto ambiental

O ser humano desde os primórdios da civilização e até mesmo antes dela, tem uma relação íntima com o meio ambiente, extraindo seus recursos quase sempre demasiadamente e utilizando-os de forma equivocada, gerando resíduos que são depositados em lugares impróprios. Isso atrelado a grandes construções civis para atender o aumento significativo e exponencial da população, vem gerando grande danos ao meio ambiente e causando impactos ambientais.

Nem sempre houve uma preocupação com o meio ambiente. Até meados do século XX, a extração dos recursos era realizada sem controle e os poluentes lançados no meio físico causavam prejuízos ao meio ambiente. No Brasil a definição de impacto ambiental só surgiu no Art. 1º da Resolução CONAMA n 001, de 23 de janeiro de 1986, que definiu o termo impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matérias ou energias resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

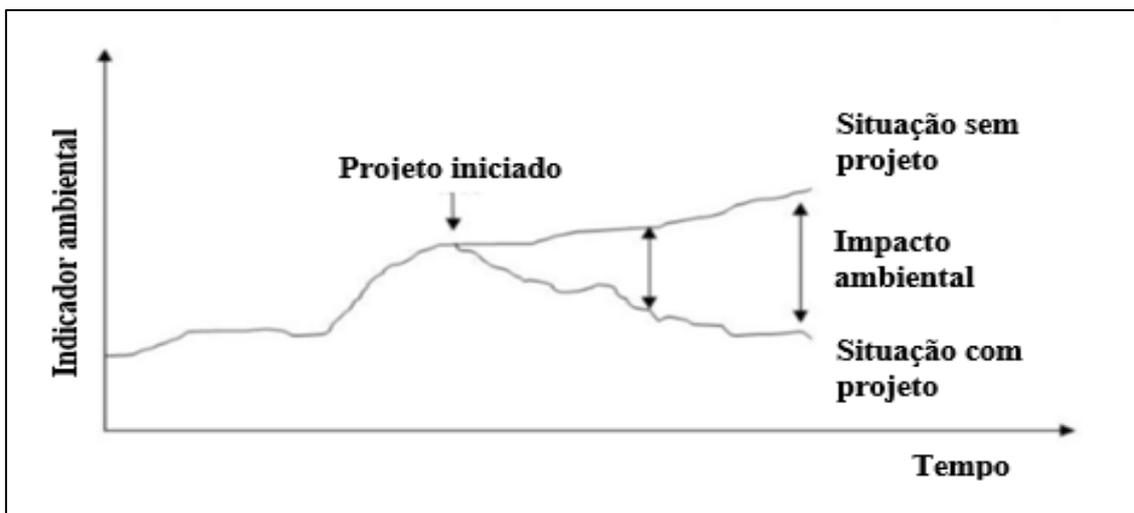
IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - e a qualidade dos recursos ambientais.

Impacto ambiental pode ser entendido também como a diferença entre a situação do meio ambiente futuro modificado pela realização de um projeto e a situação do meio ambiente futuro sem a realização do mesmo (FOGLIATTI, 2004).

Já para Sánchez (2008), impacto ambiental é a mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e em determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada. Na Figura 1, ilustra-se a definição de Sánchez (2008) sobre impacto ambiental.

**Figura 1:** Representação da definição de impacto ambiental



Fonte: Sánchez (2008)

Desta forma, a definição de impacto ambiental é dada por meio da subtração da situação do indicador sem projeto e da situação com o projeto, sendo considerado no tempo como início da observação o momento em que o projeto começa a ser instalado. Assim, qualquer alteração feita no ambiente, seja ela positiva ou negativa, a partir de uma atividade antrópica, é considerada impacto ambiental.

Assim, podemos dizer que impacto ambiental é uma transformação de um ou mais elementos e/ou componentes ambientais, resultantes de procedimentos indevidos realizados pelo ser antrópico, que modifique de forma mínima e/ou significativa o ecossistema.

Essas alterações causadas pelo ser antrópico podem ser insignificantes para o meio ambiente, como ocorria na época que o homem ainda era nômade, ou pode causar grandes impactos afetando os diversos meios e a interação entre eles. Sendo considerado um impacto ambiental significativo qualquer transformação de alta magnitude das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, que venha alterar o ambiente em questão de forma significativa, afetando os meios presentes nele, o tornando de difícil ou irreversível retornar ao estado anterior a implantação do empreendimento. (SÁNCHEZ, 2008)

Desta forma, a identificação dos impactos ambientais, principalmente dos significativos, que são responsáveis por causar as maiores alterações no meio ambiente, é de suma importância, pois a partir dessa identificação, é possível elaborar medidas de controle ambiental e assim minimizar os danos causados pelas ações antrópicas no meio ambiente. Com esse motivo, surgiu a AIA, visando controlar as ações humanas, permitindo ou negando autorizações

para construções e/ou instalações de empresas potencialmente causadoras de impactos ambientais.

### **3.2 Impactos ambientais em reservatórios**

A construção de reservatórios/açudes é uma solução para combater a escassez hídrica, principalmente no Nordeste, que ano após ano sofre com a falta d'água, resultando na redução de atividades econômicas e conseqüentemente na renda das famílias que vivem nessa região. Nos últimos anos, diversos reservatórios foram construídos superando essa dificuldade regional e conseguindo um certo progresso financeiro para a região.

Diversos impactos ambientais são decorrentes da construção de reservatórios, nas variadas fases da implementação. Com isso torna-se imprescindível o estudo ambiental dessas construções, visando a redução dos impactos e a escolha da melhor alternativa de projeto.

Nas barragens são identificados impactos nos meios bióticos, abióticos e antrópicos nas etapas de serviços preliminares, fundação, construção do maciço, construção da rede de drenagem, sangradouro e na tomada de água, todas estas presente na fase de implementação do empreendimento. Dessa forma, os impactos danificam os elementos solo, ar e água, e causando alterações nas formas que as populações e ecossistemas se interagem.

A degradação ambiental ocorre em toda parte, com maior ou menor intensidade, dependendo das técnicas utilizadas na exploração dos recursos naturais, e da população local com a conservação desses recursos (Cunha; Guerra, 1999). Para Ab`Saber e Muller-Plantenberg (2006), uma das atividades mais impactantes é a agricultura, pois à medida que é feita de formas equivocadas ou mal elaboradas traz danos para o meio ambiente, e logo mais pra os seres humanos.

Dessa forma, o homem passou a ter uma maior participação nas transformações do meio ambiente, principalmente nos quadros negativos, isso é decorrente do aumento significativo das ações antrópicas.

Os impactos negativos mais comuns, provenientes da construção dos açudes, são: afugentamento da fauna, destruição da vegetação, redução da porosidade do solo e ruído; os positivos mais encontrados são: aumento da renda da população local e aumento da biodiversidade aquática e de aves migratórias. Com isso, torna-se de fundamental importância a identificação e análise de todos os impactos registrados na construção e após o reservatório atingir sua capacidade máxima, visando minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos.

### 3.3 Avaliação de impactos ambientais

A AIA surgiu nos Estados Unidos da América em 1969, e foi implantada em 1970, quando entrou em vigor a *National Environmental Policy Act (NEPA)*. Encontra-se diversas definições de AIA. Dessa forma, a comparação entre os conceitos é fundamental para o desenvolvimento de uma ideia própria que venha facilitar e/ou compreender o processo de AIA.

Para Gilbuena (2013), a AIA é definida como um instrumento utilizado na identificação e avaliação de impactos ambientais positivos ou negativos, que possam ocorrer devido às ações antrópicas de implementação de atividades e/ou empreendimentos no meio ambiente, envolvendo os meios biótico, abiótico e antrópico.

Já para Moreira (1985), a AIA inclui diversos procedimentos quem objetivam, durante seu processo, analisar os impactos ambientais de determinada ação antrópica, assim como suas alternativas, tanto de localização como de uso de tecnologias, visando apresentar os resultados ao público e aos tomadores de decisão para que estes escolham a melhor opção.

A AIA é definida por Morgan (2012) como uma análise das consequências de ações antrópicas sobre os meios social e biofísico, de forma prévia à tomada de decisão de tal ação, visando a escolha da melhor alternativa e a solução das questões apresentadas durante o período de avaliação. Desta forma, a AIA tem como finalidade essencial reduzir as alterações sofridas nos meios biótico, abiótico e antrópico, que possam ser causadas por algumas atividades e/ou projetos potencialmente degradantes ao meio ambiente (CLAUDIO, 1987).

Apesar de apresentar diversos conceitos e formulações, a ideia principal não diverge entre eles, ficando claro que a AIA é um conjunto de procedimento de análise e identificação dos impactos ambientais que poderão ser causados por determinadas ações e/ou atividades antrópicas, danificando os meios onde ocorrem as interações dos ecossistemas.

Com o aumento da preocupação com o meio ambiente e a necessidade de protegê-lo, vivenciada nas décadas de 1960 e 1970, a AIA, começou a fazer parte das convicções da sociedade, estando presente não só em medidas de controle ambiental, mas também no desempenho ambiental. Com isso, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, para que as atividades realizadas pelo ser antrópico para suprir suas necessidades não causem danos ao meio ambiente (FERREIRA, 2010).

Desde sua implementação em 1970, a AIA foi sendo divulgada internacionalmente em diversos países, que passaram a adotar os procedimentos da avaliação de impactos como critério de decisão para empreendimentos com atividades potenciais à degradação ambiental. Na atualidade, a AIA é uma exigência na maioria dos países para avaliação de projetos que possam

afetar o meio ambiente de forma significativa, sendo ela uma importante ferramenta para a identificação e concepção do desenvolvimento ambientalmente sustentável (SÁNCHEZ, 2008).

No Brasil, a AIA começou a ser desenvolvida na década de 1970, devido ao crescimento econômico, resultante de grandes investimentos em projetos de infraestrutura, como rodovias e barragens, que causaram diversos impactos no meio ambiente. Devido a isso, o País passou a compartilhar as preocupações mundiais relacionadas ao meio ambiente. Com o aumento da crise ambiental, foi despertada na população uma consciência ecológica, estimulando iniciativas por parte dos governos e empresários (TORRES, 2004).

Porém, a AIA só veio a ser instituída em 1981, com a criação da PNMA, Lei n 6.938, de 31 de agosto de 1981, quando foi incorporada à legislação brasileira como instrumento legal, passando a ser vinculada ao processo de licenciamento ambiental pela Resolução CONAMA n 001/1986, responsável por atribuir critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da AIA como um dos instrumentos da PNMA.

Para a identificação dos impactos ambientais e seu controle, foram estabelecidas diversas metodologias, como o EIA-RIMA, a Avaliação de Danos Ambientais (ADA), Estudo Ambiental Simplificado (EAS), entre outros.

Nesse contexto, a AIA implica na avaliação das atividades propostas, com finalidade de assegurar um desenvolvimento sustentável, podendo ser considerada como uma ferramenta de gestão de planejamento eficaz, sendo usada para identificar o tipo, dimensão e alterações potenciais no ambiente, como resultado de uma atividade ou empreendimento. Também auxilia na transmissão dessas informações aos tomadores de decisão (TORO, 2012).

### **3.4 Diagnóstico ambiental**

O diagnóstico ambiental é o conhecimento de todos os componentes ambientais que envolve determinada área, para que estes sejam caracterizados por meio de sua qualidade ambiental. Para ser elaborado o diagnóstico ambiental necessita de conhecimento do projeto e seu potencial degradante, relacionando-os com os componentes ambientais e elementos dos meios físicos, bióticos e antrópicos. A caracterização da situação ou da qualidade ambiental dependerá dos objetivos que se pretende atingir, sendo comum, entre eles, a avaliação do estado do meio ambiente relacionando com os aspectos físicos, biológicos, no qual se determinam as influências das atividades antrópicas, bem como no próprio meio (uso da terra, demografia, infraestrutura e serviços) (FONTANELLA, 2009).

O diagnóstico ambiental deve apresentar os principais dados dos elementos ambientais e da área de influência do empreendimento, sejam eles benéficos ou adversos aos ecossistemas que vivem na área direta ou indireta do projeto. Com isso, o diagnóstico ambiental da construção do Açude Comunitário da Forquilha, tem como função identificar os problemas ambientais resultante da implementação do reservatório.

### **3.5 Métodos de avaliação de impactos ambientais**

Os primeiros métodos de AIA tinham como objetivo identificar os impactos ambientais decorrentes de empreendimentos e/ou atividades realizadas pelo ser antrópico. Com o passar dos anos, os métodos foram evoluindo, surgindo modelos para comparar, quantificar e selecionar a melhor alternativa, além de monitorar e determinar medidas de controle ambiental nas atividades geradoras de impactos negativos (FOGLIATTI, 2004).

Para Malheiros (1995), os métodos de AIA são instrumentos com objetivo de identificar, avaliar e sintetizar os impactos ambientais de determinados projetos ou programa. Para Cunha e Guerra (2010), os métodos de AIA são mecanismos estruturados para comparar, organizar e analisar informações sobre impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessas informações.

Podem ser encontrados diversos tipos de métodos na literatura, dentre eles os mais conhecidos/utilizados de forma geral em trabalhos técnicos e/ou acadêmicos, por exemplo: Método espontâneo (*Ad Hoc*); Método da listagem de controle (*Check Lists*); Método das Matriz de interação (Matriz de Leopold); Método redes de interação (*Networks*); e o Método da superposição de mapas (*Overlay Mapping*).

#### *3.5.1 Método ad hoc*

Começou a ser utilizado na década de 1950, século 20 (FOGLIATTI, 2004). Surgiu da necessidade da tomada de decisão no que diz respeito à implantação de projetos, considerando opiniões de diversos especialistas. Consiste na reunião de equipes multidisciplinares com profissionais qualificados de diferentes áreas de estudo, que por sua vez, apresentam suas impressões baseadas no projeto do empreendimento e em suas experiências, para a elaboração de um relatório que irá permitir que o projeto seja implantado ou não, dependendo de sua viabilidade ambiental (STAMM, 2003).

Sua síntese de aplicação consiste no levantamento individual de informações por área específica; resumo e apresentação/discussão dessas informações pelos componentes da equipe avaliadora; as informações são discutidas e avaliadas quantas vezes for necessário até que haja um consenso da equipe (FOGLIATTI, 2004).

Apresenta como vantagens uma estimativa rápida dos impactos ambientais e uma simplicidade na sua execução, e como desvantagens, a dificuldade em identificar impactos globais e a subjetividade (opiniões diferentes) (FOGLIATTI, 2004), que por sua vez é reduzida se a equipe multidisciplinar apresentar um número suficiente de integrantes com áreas de especializações variadas.

### 3.5.2 Método *check lists*

O método *Check Lists* é uma evolução do método *Ad Hoc*, e consiste na elaboração de listas de fatores ambientais, componentes ambientais, ações de projeto, impactos ambientais, entre outros (BRAGA, 2005).

Para Fogliatti (2004), o método *Check Lists* consiste na elaboração de listas nas fases de diagnóstico ambiental e estudo de alternativas de projeto, nas quais se enumeram os fatores ambientais de um projeto e seus impactos. Estas listas auxiliam na obtenção de informações detalhadas para a caracterização dos indicadores ambientais.

Este método tem como objetivo principal o levantamento dos impactos ambientais mais relevantes nos meios físicos, bióticos e antrópicos e as diversas características das variáveis sociais e ambientais das áreas impactadas pelo empreendimento (FOGLIATTI, 2004).

### 3.5.3 Método *matriz de interação*

Esta metodologia passou a ser utilizada a partir da década de 70, relacionando em sua maioria ações de projetos com os efeitos causados no meio ambiente (FOGLIATTI, 2004). Consiste em uma listagem de controle bidimensional que relaciona os fatores com as ações. Tal método é muito eficiente na identificação de impactos diretos (alteração do ambiente que entra em contato com a ação transformadora), visto que tem por objetivo relacionar as interações entre os fatores ambientais e os componentes do projeto (FINUCCI, 2010).

A Matriz de Leopold, elaborada em 1971, é uma das mais conhecidas e utilizadas mundialmente, e foi projetada com o intuito de avaliar os impactos associados a quase todos os tipos de implantação de projetos (BECHELLI, 2010).

Essa matriz é baseada em uma lista de 100 ações com potencial de possíveis provedores de impacto ambiental e 88 características ambientais (FINUCCI, 2010). Faz-se necessário, inicialmente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para que posteriormente se estabeleça a magnitude e a importância de cada impacto em uma escala que varia de 1 a 10. A partir disto, é possível identificar e avaliar se o impacto em questão é positivo ou negativo (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

A avaliação do impacto é obtida quantitativamente e o estabelecimento destes pesos constitui um dos pontos mais importantes da avaliação de todas as técnicas matriciais, como também de qualquer um dos demais métodos quantitativos. Neste sentido, a matriz de Leopold é passível de críticas, uma vez que em sua concepção não há uma exibição clara da base matemática utilizada nos cálculos das escalas de pontuação de importância e magnitude. Outros aspectos criticáveis incluem a baixa eficiência na avaliação de impactos indiretos, a não apresentação das características temporais e a dinâmica dos sistemas (MOTA; AQUINO, 2002).

#### 3.5.4 Método redes de interações (*networks*)

O método *Networks* consiste em empregar o raciocínio “lógico-dedutivo”, a partir de uma ação, indicando os possíveis impactos ambientais por ela causados. As relações são sequenciais de causa e efeito criando uma cadeia de impacto, resultante de uma ação potencialmente impactante (SÁNCHEZ, 2008).

Estas redes apresentam como principais vantagens o fácil entendimento dos impactos secundários e indiretos e a possibilidade de introdução de parâmetros estatísticos, permitindo que se estimem futuras modificações possíveis. Visam também orientar as condições a serem propostas para o gerenciamento dos impactos identificados, recomendando medidas mitigadoras que possam ser aplicadas desde o momento de efetivação das ações provocadas pelo empreendimento e propor soluções de manejo, fiscalização e controle ambiental. A única desvantagem na utilização do referido método consiste no fato de que as redes não detectam aspectos temporais, dinâmica do sistema e importância relativa dos impactos (CARVALHO; LIMA, 2010; ACHON, 2005).

### *3.5.5 Método superposição de mapas*

Refere-se a métodos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial. Procura-se adaptar as técnicas cartográficas para aplicá-las na avaliação de impactos ambientais, visando a localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio do uso de fotografias aéreas sobrepostas (FINUCCI, 2010).

O método é bastante utilizado quando se avaliam questões de dimensionamento espacial, como na comparação entre as alternativas analisadas em EIA, sendo este indicado para complementar outra metodologia de AIA (CARVALHO; LIMA, 2010). Atualmente, com o auxílio de satélites e computação gráfica, a aplicação deste método tem se tornado mais simples e rápida e com precisão incomparavelmente superior aos demais métodos (STAMM, 2003).

A superposição de mapas tem como desvantagens, assim como nos demais métodos de AIA, a subjetividade dos resultados, limitando a quantificação dos impactos e a difícil integração de impactos socioeconômicos. Com o avanço da informática e o crescimento dos Sistemas de Informação Geográfica e Georreferenciamento, as operações com mapas tornam-se extremamente ágeis, favorecendo as possibilidades de utilização deste método (CARVALHO; LIMA, 2010; SUREHMA/GTZ, 1992).

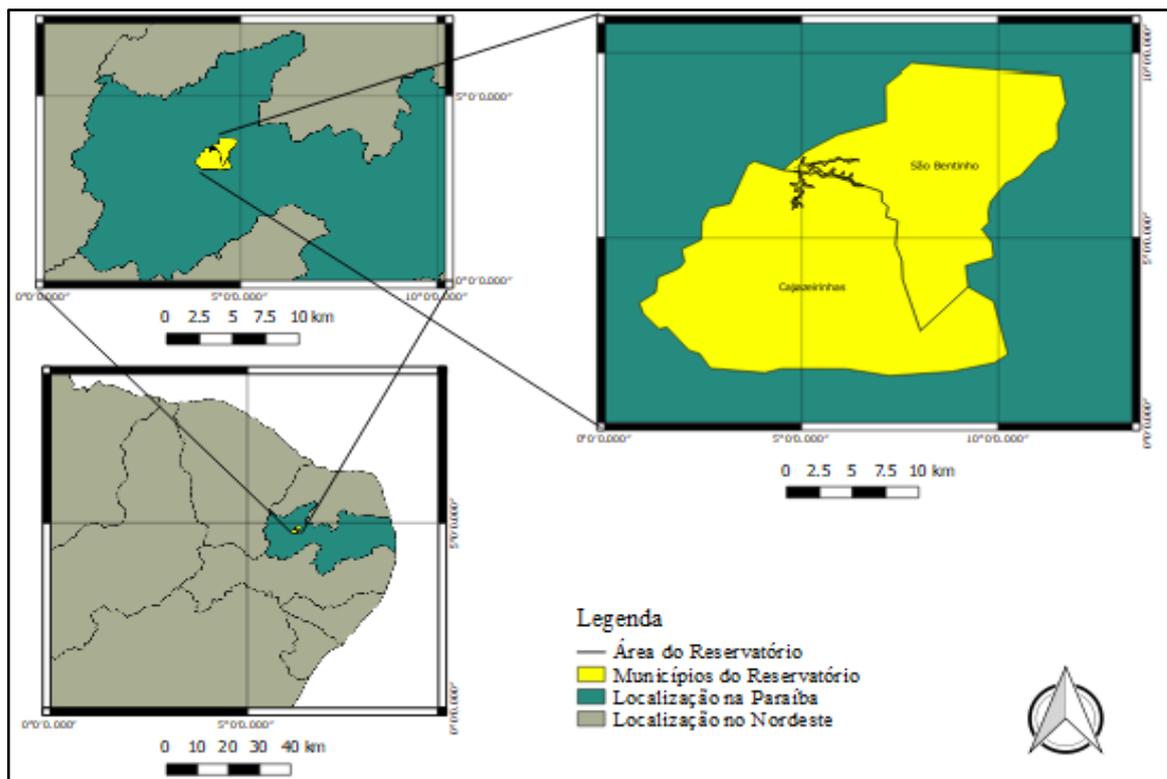
## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

O reservatório conhecido popularmente como “Açude da Forquilha” localiza-se no interior do estado da Paraíba na divisa dos municípios de São Bento e Cajazeirinhas, aproximadamente 400 km da capital João Pessoa. O reservatório possui uma área da bacia hidráulica de 170,26 ha, estando aproximadamente a 10 km da zona urbana de São bento-PB e 15 km de Cajazeirinhas-PB.

A Figura 2, mostra a localização da área de estudo no estado da Paraíba e nos municípios em que o mesmo se encontra.

**Figura 2:** Localização da área de estudo



**Fonte:** Autor (2018)

O reservatório tem sua capacidade de armazenamento máximo de 7.369.720,00 m<sup>3</sup>, com uma altura máxima de 17,12 m e uma largura máxima de base de 83,04 m para o maciço. A região apresenta uma média de precipitação anual de aproximadamente 780 mm e tem uma área

de bacia hidrográfica de 71,5 km<sup>2</sup> distribuída entre os municípios apresentados na Figura 2 (PROJETO BASICO, 2003).

Com as Figuras 3 e 4, é possível notar a dimensão do reservatório e da sua área de bacia hidráulica.

**Figura 3:** Reservatório



**Fonte:** Autor (2018)

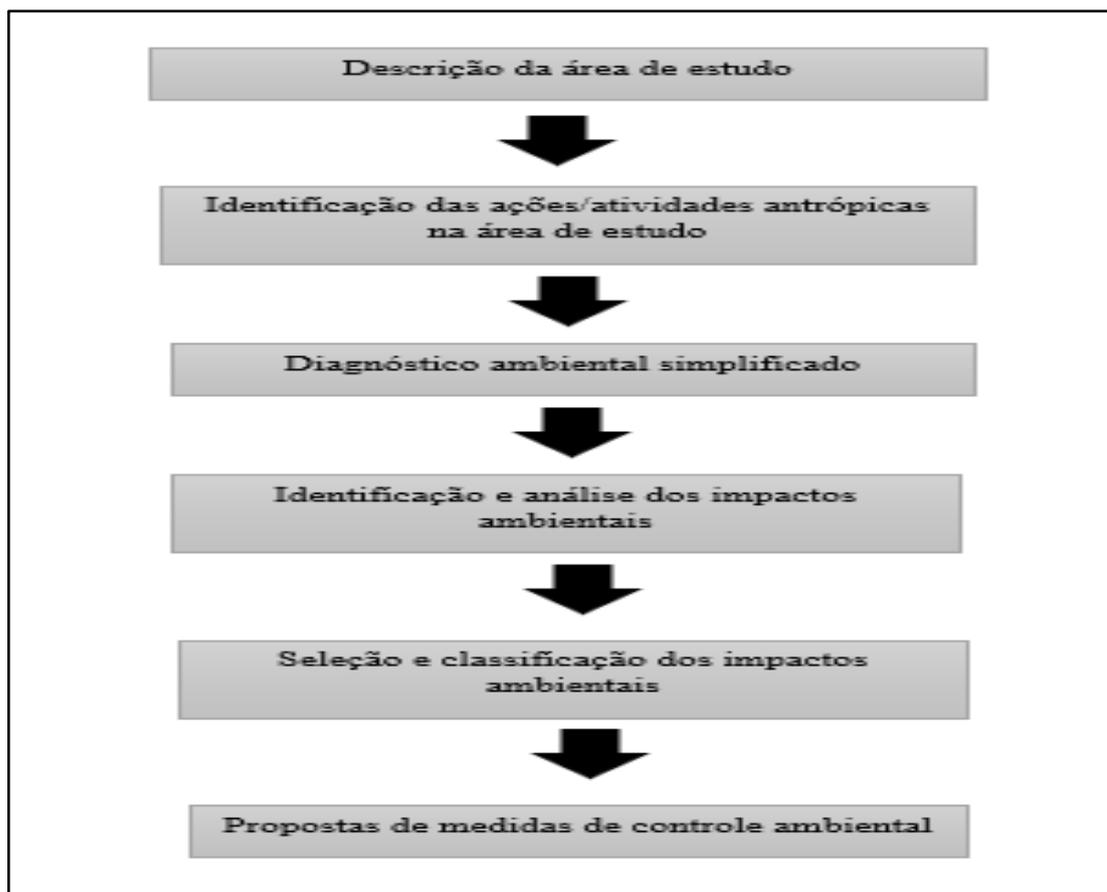
**Figura 4:** Maciço

**Fonte:** Autor (2018)

## 4.2 Metodologia

Esta proposta compreende o levantamento dos impactos ambientais causados a partir da construção do reservatório “Açude Comunitário da Forquilha”, localizado no interior do estado da Paraíba, na divisa dos municípios de Cajazeirinhas-PB e São Bentinho-PB. O trabalho terá como base teórica a consulta bibliográfica, visitas em campo, registros fotográficos e a utilização dos processos/métodos de Avaliação de Impactos Ambientais. A Figura 5, descreve o fluxograma de execução do projeto, para melhor entendimento de como foi desenvolvido.

Figura 5: Fluxograma de execução do trabalho



Fonte: Autor (2018)

Foram utilizadas como fonte de identificação dos impactos ambientais do reservatório, as atividades realizadas durante os serviços preliminares, fundação, tomadas de água, sangradouro e construção do maciço (corpo da barragem), disponíveis no Projeto Básico de construção do reservatório.

#### 4.2.1 Identificação das ações/atividades antrópicas na área de estudo

A identificação das ações/atividades antrópicas utilizadas durante a implantação do açude foi realizada por meio de consulta ao projeto básico de construção, onde foi encontrada o cronograma de execução da obra com o detalhamento de todos os procedimentos utilizados.

Para a identificação das atividades praticadas ao longo do reservatório, foram realizadas visitas *in loco* em que foi constatada e registrada por meio de fotografias, as diversas atividades antrópicas realizadas no açude.

#### 4.2.2 Diagnóstico ambiental simplificado da área de influência do empreendimento

No diagnóstico ambiental simplificado, foi realizado um detalhamento dos meios físicos, biótico e antrópicos na área do reservatório e em seu entrono.

Os dados de clima da região foram retirados do projeto básico, onde foi feita toda a análise por meio de séries históricas de precipitação e evaporação da região. A evapotranspiração média mensal da bacia hidrográfica foi obtida a partir dos dados de evapotranspiração potencial de *Hargreaves*, para o município de Condado e ajustado com um fator de correção igual a 0,7. Os dados de precipitação também foram coletados no posto da cidade de Condado, numa série histórica de 56 anos a partir de 1942 até o ano de 1998.

A caracterização do solo da região foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica no *site* da Embrapa Solos e projeto básico, onde foram realizadas análises do solo em diversas jazidas ao longo da bacia hidráulica.

No meio físico foi desenvolvido um mapa com a rede de drenagem de toda a bacia hidrográfica, utilizando o *software* SAGA na versão 2.3.2, na função “*Terrain Analysis – Hydrology*” e no comando “*Fill Sinks (Wang e Liu)*”.

A partir do desenvolvimento da rede de drenagem, foi possível fazer a delimitação da bacia hidrografia, utilizando os divisores de águas como limite da bacia, fazendo um recorte com o *software* QGIS na função “*Raster*” ferramenta “*Extrair*” opção “*recorte*” do SRTM na escala de 1:30.000 do interior da Paraíba.

Com a área da bacia definida, foi criado um mapa com a diferença de altitude encontrada na bacia hidrográfica, mediante a utilização do *software* QGIS, utilizando o mesmo SRTM só que agora recortado na área da bacia na função “*Raster*” ferramenta “*Análise*” opção “*MDE (Modelos de Terrenos)*”

A cobertura vegetal e a fauna foram identificadas por meio de visitas *in loco*, pesquisa bibliográfica e conversas informais com pessoas que vivem na região.

Para o meio antrópico, além das visitas em campo, foi aplicado um questionário socioambiental sem ocorrer identificação dos entrevistados, onde foram elencadas questões como renda antes e depois do reservatório atingir sua capacidade máxima, perspectiva de melhoria, escolaridade, nome da propriedade, município e a principal atividade realizada.

Para gerar o mapa da área do açude, foi necessário adquirir imagens de satélite LANDSAT 8, no *site* “*Processamento Digital*”, localizar o reservatório e fazer um *shapefile (shp)*, da imagem, contendo dados espaciais, bastante utilizado para definição de áreas de estudo. Devido a ter atingido sua capacidade máxima recentemente não possui imagens em

demais *softwares* como o *Google Earth*. Após esse procedimento, foram adicionados os pontos coletados mediante a utilização de *GPS* das áreas de produção agrícola e/ou pecuária e verificou-se que os dados gerados a partir da imagem de satélite está aproximadamente correta.

#### 4.2.3 Identificação e análise os impactos ambientais na área de estudo

A identificação dos impactos ambientais se deu mediante a análise das atividades desenvolvidas na implantação do empreendimento, encontradas no projeto básico, por meio de visitas *in loco* e entrevistas.

Foram utilizados os métodos de AIA: *AD HOC*, *CHECK LIST*, Matriz de Interação e Rede de Interação (*NETWORKS*), com auxílio do método de sobreposição de cartas, fazendo um comparativo do antes e depois da área afetada.

#### 4.2.4 Definição e classificação dos impactos ambientais significativos

A classificação dos impactos ambientais em significativos e não significativos, onde de 1 a 50 foram considerados não significativos e de 51 a 100 considerados significativos, se deu pela valoração da magnitude e importância numa escala de 1 a 10.

Após a atribuição de valores para a magnitude e importância faz-se a multiplicação dos mesmos, e se o valor for menor ou igual que 50 é considerado não significativo, se for maior ou igual que 51 é considerado significativo.

#### 4.2.4 Elaboração medidas de controle ambiental

A elaboração das medidas de controle ambiental se deu a partir do conhecimento dos impactos ambientais e com base em pesquisa bibliográficas relacionadas ao tema, sendo as medidas de controle ambiental classificadas em preventivas, minimizadoras, controladoras, de correção e potencializadoras. Mediante a isso, foi construído um quadro com a medida de controle ambiental para cada impacto e sua classificação.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Identificação das atividades antrópicas

Para a realização da construção do reservatório, foi necessário elaborar uma planilha com todas as atividades a serem realizadas na obra, que foram divididas em 6: serviços preliminares, fundação, construção do maciço, drenagem superficial, sangradouro e tomada de água. Na Tabela 1, mostram-se as atividades realizadas em cada etapa de construção, bem como as unidades em que foram calculadas e as quantidades de material utilizada ou retirada do local.

**Tabela 1:** Cronograma físico de construção

SERVIÇOS	UN	QUANTIDADE
<b>Serviços Preliminares</b>		
Canteiro de obra (barracão)	m <sup>2</sup>	300,00
Limpeza mecânica de área de acesso com trator de esteira D6	m <sup>2</sup>	15.750,00
Placa indicativa de obra	m <sup>2</sup>	7,50
Desmatamento da bacia hidráulica	ha	170,26
Locação da obra	m <sup>2</sup>	22.622,78
Mobilização e desmobilização	ud	1,00
<b>Fundação</b>		
Remoção da camada vegetal no local das jazidas (c/ bota fora até 100 m)	m <sup>2</sup>	42.750,00
Escavação de material 1º categoria com bota fora até 0,500 km	m <sup>3</sup>	6.601,00
Escavação de material 2º categoria com bota fora até 0,500 km	m <sup>3</sup>	2.514,00
Escavação de material 3º categoria com bota fora até 0,500 km	m <sup>3</sup>	1.167,50
Escavação, carga e transporte de mat. Sílico-argiloso (DTM=600m)	m <sup>3</sup>	12.853,13
Compactação do material, inclusive espalhamento umedecido e gradeamento	m <sup>3</sup>	12.853,00
<b>Maciço (corpo da barragem)</b>		
Escavação, carga e transporte de mat. Sílico-argiloso (DTM=1000m)	m <sup>3</sup>	103.599,29
Compactação do material, inclusive espalhamento umedecido e gradeamento	m <sup>3</sup>	103.599,29
Execução de camada de material granular no coroamento da barragem	m <sup>3</sup>	175,57
		<b>Continua</b>

<b>Continua</b>		
Preparo e regularização dos taludes	m <sup>2</sup>	10.813,08
Plantio de grama no talude de jusante	m <sup>2</sup>	5.072,71
<b>Drenagem Superficial</b>		
Meio fio no coroamento	m	603,80
Calhas retangulares em alvenaria de tijolos (0,40 x 0,25)	m	150,00
Calhas pluviais pré-moldadas ( $\theta=0,20m$ )	m	110,00
Caixas coletoras de alvenarias de tijolos (0,40 x 0,40 x 0,60m)	ud	6,00
Caixas coletoras de alvenarias de tijolos (0,60 x 0,60) na vala trapezoidal	ud	6,00
Valeta trapezoidal de lançamento (1,00 x 0,80 x 0,50) m	m	260,00
Execução de pavimentos com paralelepípedos graníticos	m <sup>2</sup>	4.276,33
<b>Sangradouro</b>		
Corte em material de 2º categoria, com bota fora até 300 m	m <sup>3</sup>	3.355,00
Escavação manual de material de 2º categoria	m <sup>3</sup>	547,95
Base de concreto ciliópico (vertedouro)	m <sup>3</sup>	547,95
Escavação manual de material de 2º categoria (bota fora até 150m)	m <sup>2</sup>	19,50
Muro vertedouro em alvenaria com blocos graníticos	m <sup>2</sup>	446,60
Muro de proteção em alvenaria com blocos graníticos	m <sup>2</sup>	90,50
<b>Tomada de Água</b>		
Escavação mecânica em material de 1º categoria	m <sup>3</sup>	75,60
Compactação especial no reaterro da tomada d'água	m <sup>3</sup>	36,60
Concreto ciclópico na fundação d'água	m <sup>3</sup>	24,25
Concreto simples para envelopamento d'água	m <sup>3</sup>	127,89
Tubulação de ferro fundido tipo k-7, com ponta e bolsa ( $\theta=200mm$ )	m	66,00
Crivo com flange volante de FF ( $\theta=200mm$ )	ud	1,00
Registro chato com flange volante de FF ( $\theta=200mm$ )	ud	1,00
Tê flange e flange ( $\theta=250mm$ ) de FF com redução para ( $\theta=150mm$ )	ud	1,00
Caixa de concreto estrutural de proteção ao crivo	ud	1,00
Caixa de proteção aos registros em alvenaria de tijolos	ud	1,00
Extremidade de bolsa e flange em ferro fundido k-7 (200mm) x 2,00	ud	1,00
Extremidade de bolsa e flange em ferro fundido k-7 (200mm) x 1,00	ud	1,00
Flange cego em ferro fundido ( $\theta=200mm$ )	ud	1,00
Tela em material anti-corrosivo com malhas de 1/2" x 2,0 x 2,0 m	ud	1,00

Fonte: Projeto básico (2003)

A partir da análise da Tabela 1, observou-se as principais atividades antrópicas desenvolvidas na fase de implantação do reservatório, o Quadro 1, apresenta as principais atividades desenvolvidas.

**Quadro 1:** Principais atividades antrópicas na implantação

<b>Atividades antrópicas na fase de implantação</b>
Limpeza mecânica da área de acesso
Desmatamento mecanizado da bacia hidráulica
Transporte de equipamentos
Remoção da camada vegetal no local de perfuração das jazidas
Escavação, carga e transporte de material
Espalhamento e compactação de material
Escavação manual
Construção de muros de proteção
Construção do maciço (corpo da barragem)

Fonte: Autor (2018)

## 5.2 Diagnóstico ambiental simplificado

### 5.2.1 Área de influência

A área de influência de um projeto engloba toda a região geográfica onde ocorrem os efeitos causados pelas atividades/empreendimento. Por convenção, determinam-se que Área de Influência Total (AIT) compreende a Área de Influência Direta (AID) e a Área de Influência Indireta (AII). Na Figura 6, apresenta a AID e AIT, que em todo caso considera-se a bacia hidrográfica, pois é o local onde nota-se maiores efeitos do projeto.

**Figura 6:** Área de Influência do Reservatório



**Fonte:** Autor (2018)

A partir da Figura 6, é possível definir a área de influência indireta, que no caso considerou-se a área da bacia hidrográfica como sendo a AII.

## 5.2.2 Meio físico

### 5.2.2.1 Clima

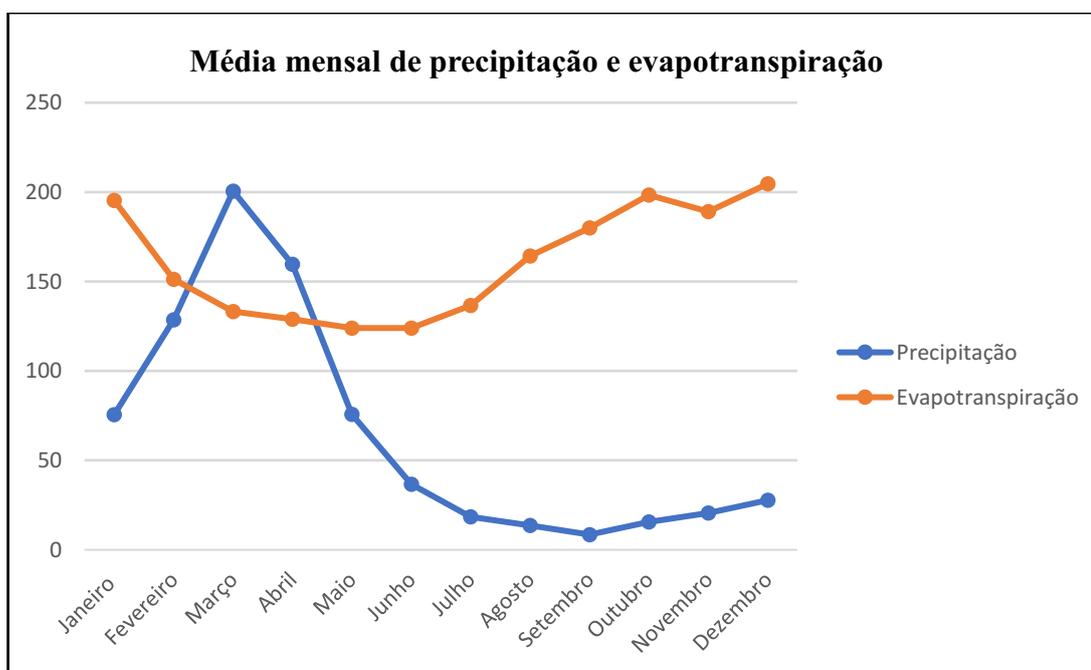
O conhecimento do clima da região onde está implementado a obra é de suma importância, pois permite ao empreendedor ou a equipe responsável pela implementação, adquirir informações necessárias para a escolha da maneira como será realizada a obra, o período e a forma de manejo empregado na construção.

O Açude Comunitário da Forquilha encontra-se com sua área total inteiramente presente no semiárido, com médias de temperaturas anuais elevadas, geralmente superiores a 25 °C e com chuvas escassas e irregulares com longos períodos de seca. As chuvas concentram-se em 3 ou 4 meses no ano, apresentando uma deficiência hídrica no restante do ano, com o período

de excedente hídrico nos meses de fevereiro a maio. Segundo o projeto básico de implantação do reservatório, a região apresenta uma média anual em torno de 780 mm, com os meses de temperatura mais elevadas de outubro a janeiro e as mais amenas de abril a junho.

O reservatório está localizado numa região onde os índices de radiação solar são os maiores do Brasil (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2006). Dessa forma influencia diretamente nos índices de evaporação, que são superiores aos de precipitação, fazendo com que a região tenha uma variabilidade climática tendendo à desertificação. O Gráfico 1, apresenta as médias mensais para precipitação e evapotranspiração encontrada a partir da análise de uma série histórica de 56 anos no posto pluviométrico localizado no município de Condado-PB.

**Gráfico 1:** Dados de precipitação e evapotranspiração médios mensais na bacia



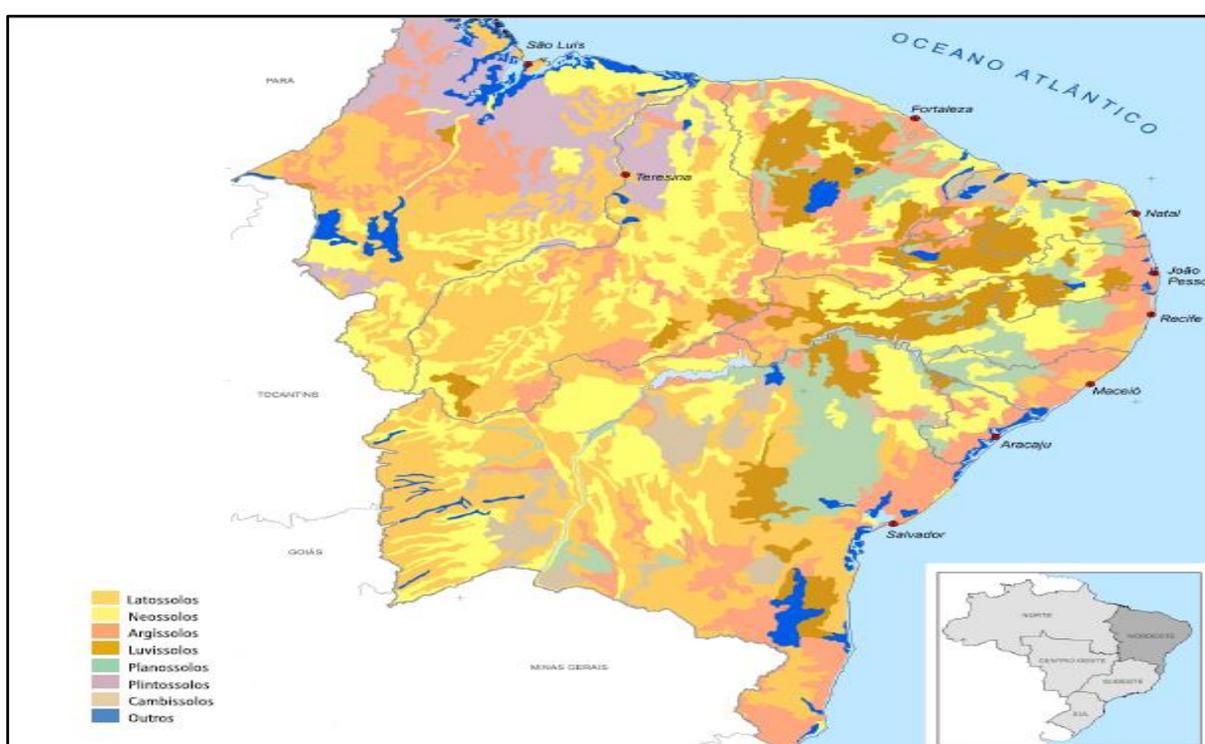
**Fonte:** Projeto básico (2003)

A partir dos dados apresentados no Gráfico 1, foi possível estimar uma capacidade de armazenamento para o reservatório e assim uma totalidade de recursos financeiros e naturais necessários para a construção.

### 5.2.2.2 Solos e relevo

A região nordeste apresenta uma grande diversidade de climas, vegetação e tipos de rochas, os quais apresentam diversos ambientes distintos e por consequência tipo de solo, sendo comum encontrar solos arenosos e argilosos variando de baixa a alta profundidade (EMBRAPA, 2014). Conforme pode ser visto na Figura 7, foi classificado como Luvissolos.

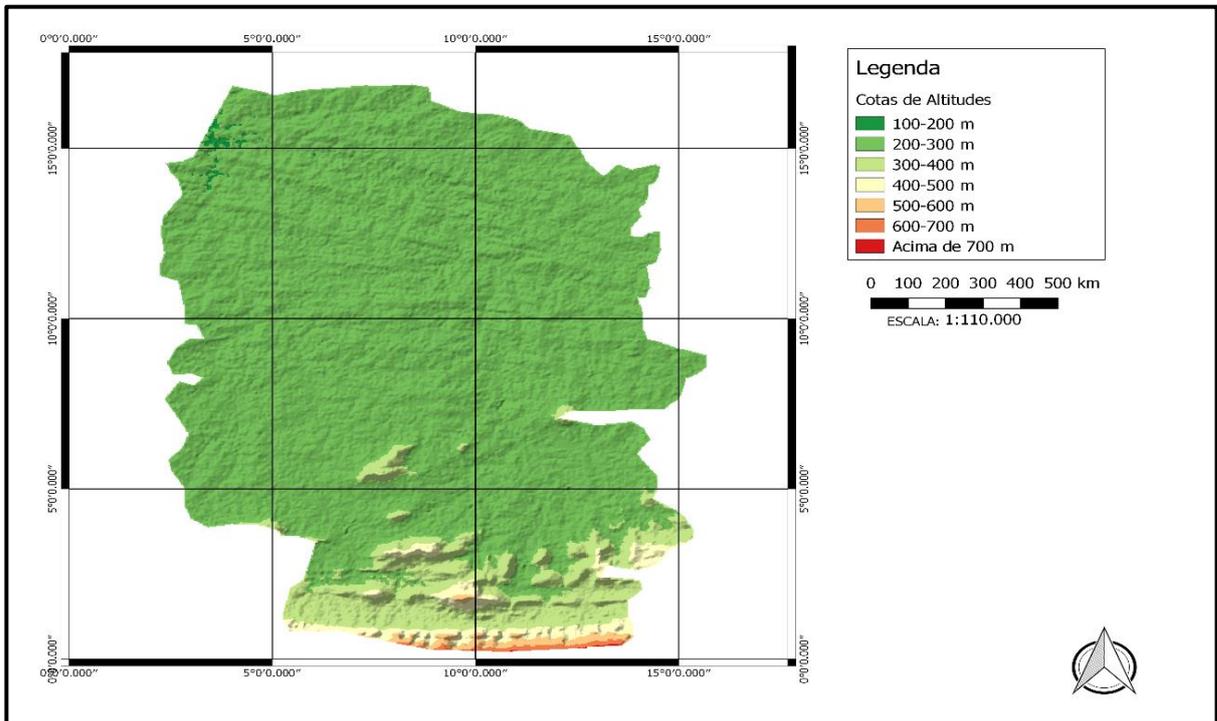
**Figura 7:** Classificação dos solos do Nordeste



**Fonte:** Embrapa (2014)

Dessa forma, segundo a EMBRAPA (2014), esse tipo de solo é caracterizado por ser de baixa profundidade, apresentando acúmulo de argila na superfície, se tornando seco no período de estiagem e pegajoso durante o período chuvoso, podendo ser irrigado com cautela e manejo adequado.

O relevo encontrado na região é levemente plano, com poucas ondulações ao longo da bacia hidrográfica do reservatório, e uma altitude máxima de 729 metros e a mínima de 192 metros, com uma diferença de cotas de 537 metros. Na Figura 8, apresenta-se a diferença de altitude encontrada ao longo da bacia hidrográfica do Açude Comunitário da Forquilha.

**Figura 8:** Altitude da Bacia Hidrográfica

**Fonte:** Autor (2018)

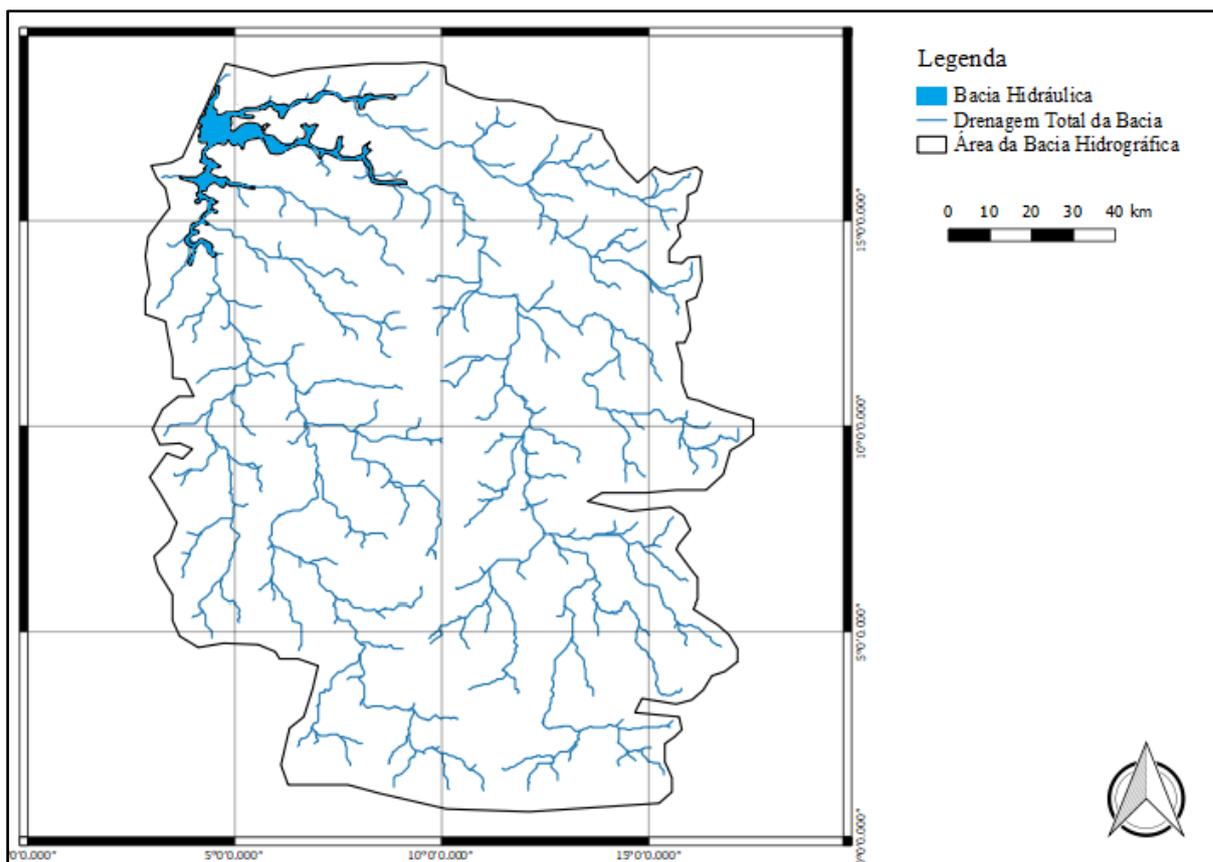
A partir da Figura 8, é possível notar que a bacia apresenta uma diferença de altitude baixa, o que pode dificultar o escoamento superficial e consequentemente o volume de água que chega no reservatório.

### 5.2.2.3 Recursos hídricos

A região apresenta uma irregularidade nas precipitações, o que causa uma imprevisibilidade nas vazões anuais das principais redes de drenagem.

O reservatório é composto por três efluentes, o “Riacho das Cajazeiras”, como é popularmente conhecido, com nascente no município de Cajazeirinhas, onde se encontram as maiores altitudes da bacia, o “Riaçhão” com origem na divisa dos municípios de São Bentinho e Cajazeirinhas e o “Riacho dos Currais” com nascentes no município de São Bentinho. Na Figura 9, mostra as principais redes de drenagem do reservatório.

**Figura 9:** Redes de Drenagem total da Bacia Hidrográfica



**Fonte:** Autor (2018)

Assim como a maioria das redes de drenagem da região nordeste, os rios da bacia hidrográfica do Açude Comunitário da Forquilha são de caráter intermitente, que só apresenta vazão durante o período chuvoso. As três principais redes de drenagem são de ordem quatro, com um pequeno trecho antes do barramento de ordem 5, resultante da união do “Riacho das Cajazeiras” e do “Riachão”, que no cenário atual se encontra submerso.

Segundo o Projeto Básico (2003), o reservatório apresenta uma área de bacia hidráulica de aproximadamente 550 ha, com uma capacidade de armazenamento em torno dos 15.000.000 m<sup>3</sup>, mas durante sua construção esse volume foi reduzido para cerca de 7.000.000 m<sup>3</sup>, devido a área alagada atingir as residências das comunidades próximas ao açude.

### 5.2.3 Meio biótico

#### 5.2.3.1 Cobertura vegetal

Para a elaboração do projeto básico com finalidade de realizar a construção do Açude Comunitário da Forquilha, foi elaborado um estudo da vegetação, no qual constatou que a mesma é caracterizada por uma vegetação nativa, onde recebe a denominação de Caatinga hipoxerófila, que segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2011) é característica das regiões do Agreste e Sertão do estado, sendo comum entre as espécies: xiquexique, mandacaru, macambira, baraúna, aroeira, angico, umbuzeiro, juazeiros e outros, que hibernam na estação seca e renascem no período chuvoso, com a ocorrência variando em espécies de porte arbóreo e arbustivo, fechadas e abertas. No Quadro 2, apresenta algumas das principais espécies vegetais da região.

**Quadro 2: Principais espécies vegetais da região do reservatório**

Nome Popular	Nome científico	Fotografia
Xiquexique	<i>Pilosocereus polygonus</i>	
Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i>	

Macambira	<i>Bromelia laciniosa</i>	
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i>	
Juazeiros	<i>Ziziphus joazeiro</i>	

Fonte: CS Fotojornalismo (2018)

O processo de ocupação da área onde está localizado o reservatório, mediante as atividades antrópicas nas quais se destacam a exploração agrícola e agropecuária, vem reduzindo consideravelmente a vegetação nativa, elevando assim o grau de degradação e com isso contribuindo para a intensificação do processo de aridez na região.

### 5.2.3.2 Fauna

Antes da construção do reservatório, a região apresentava uma cobertura vegetal densa, com grande presença de pequenos roedores, como o “Preá” (*Cavia Aperea*), e de aves de rapina, como o Carcará (*Caracara Plancus*), predador natural do Preá. Notava-se também a presença de Caburé (*Glaucidium Mooreorum*) e uma grande presença de aves migratórias, como as Avoantes (*Zenaida Auriculata*).

Na parte de répteis, encontrava-se uma grande quantidade de serpentes, tais como: cobra Cascavel, cobra Suaçuboia ou cobra-de-veado, cobra Corre Campo, entre outras espécies típicas do Bioma Caatinga, a exemplos dos lagartos como teiú-branco (*Tupinambis teguixin L.*), que eram facilmente encontrados na região. No Quadro 3, encontra-se algumas espécies típicas do Bioma Caatinga, que são bastante encontradas na área do reservatório.

**Quadro 3: Principais espécies da fauna na região do reservatório**

Nome Popular	Nome científico	Fotografia
Preá	<i>Cavia Aperea</i>	
Carcará	<i>Caracara Plancus</i>	

Caburé	<i>Glaucidium Mooreorum</i>	
Teiú-branco	<i>Tupinambis teguixin L.</i>	
Cobra Cascavel	<i>Crotalus durissus terrificus</i>	

Fonte: Terra da Gente (2017)

Após a construção do reservatório, as áreas de cobertura vegetal reduziram e espécies passaram a ser mais difíceis de serem observadas, como é o caso das Avoantes, que perderam boa parte de seus alimentos e seu número diminuiu consideravelmente em algumas partes do reservatório, principalmente onde as águas são mais profundas; outro exemplo de redução da espécie e o do Preá, que tornou-se muito difícil de ser encontrado. Houve uma redução considerável das espécies nativas da região, e em contrapartida, com o reservatório, novas

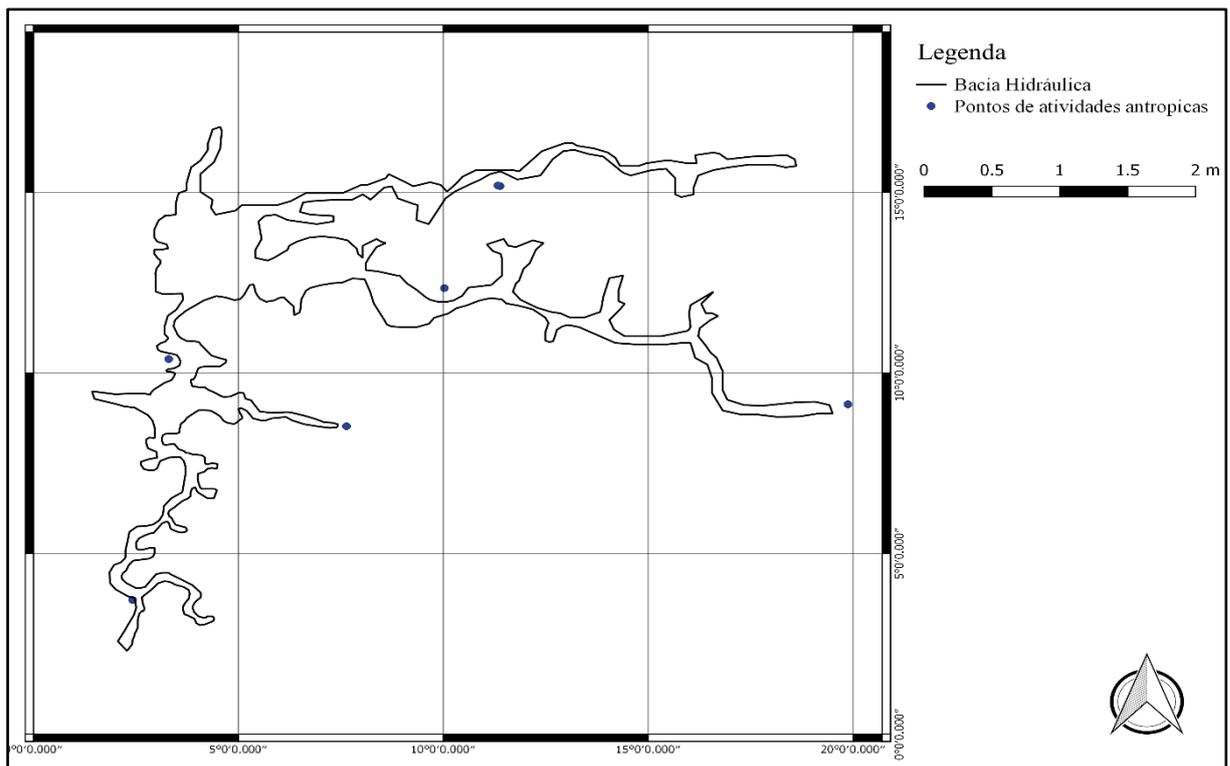
espécies passaram a frequentar a região, ocorrendo assim uma alteração das espécies que viviam/vivem no local.

#### 5.2.4 Meio antrópico

##### 5.2.4.1 Atividades antrópicas na área de estudo

Para realizar a identificação das atividades antrópicas na área de estudo, foram realizadas visitas *in loco*, nas quais foram observados 6 pontos, onde os proprietários já utilizam o reservatório para a realização de atividades agropecuárias. Na Figura 10, apresenta-se os locais onde já existem tais atividades.

**Figura 10: Pontos de atividade agrícolas e/ou pecuárias**



**Fonte: Autor (2018)**

Na Figura 10, é possível perceber que ainda existe pouca atividade agrícola e pecuária na região, isso se dá porque o reservatório atingiu sua capacidade máxima no ano de 2018, apresentando um período de tempo reduzido para que se possa apresentar resultados

expressivos na região. Nas Figuras 11 a 15 apresentam-se fotografias com parte das atividades realizadas na área de estudo.

**Figura 11: Plantio de Tomate na área de estudo**



**Fonte: Autor (2018)**

**Figura 12: Plantio de Banana na área de estudo**



**Fonte: Autor (2018)**

**Figura 13: Plantação de Milho na área de estudo**



**Fonte: Autor (2018)**

**Figura 14: Criação Bovina na área de estudo**



**Fonte: Autor (2018)**

**Figura 15: Criação Ovina na área de estudo**



**Fonte: Autor (2018)**

#### ***5.2.4.2 Levantamento socioambiental***

O levantamento socioambiental foi realizado por meio de entrevistas nas propriedades fundiárias beneficiadas pela construção do reservatório, nas quais foram identificadas as propriedades que já desenvolvem atividades econômicas relacionadas à construção do açude conforme visto no Tópico 5.2.4.1. Foram realizadas 20 entrevistas, das quais foram identificados 6 pontos de atividades agrícolas e ou pecuária na região, como mostra a Figura 10 do Tópico 5.2.4.1

O Quadro 4, apresenta alguns resultados obtidos por meio das entrevistas, como o nome da propriedade, o município, a renda antes da construção do açude, a perspectiva de aumento e a principal atividade realizada na propriedade.

Quadro 4: Dados da entrevista

Nº	Sexo	Sítio	Município	Escolaridade	Renda antes do açude	Perspectiva de aumento	Principal atividade
1	M	Barroão	Cajazeirinhas	Não alfabetizado	até 01 salário	Não	Ovinos
2	M	V. da Forquilha	Cajazeirinhas	Ens. Técnico	de 01 a 02 salários	Sim	Ovinos, pecuária, frutíferas
3	F	Riacho dos Currais	São Bentinho	Ens. Fund. Completo	até 01 salário	Sim	Pecuária, Apicultura
4	F	Cantinho	São Bentinho	Ens. Fund. incompleto	até 01 salário	Sim	Pecuária, ovinos
5	F	Forquilha	São Bentinho	Ens. Fund. Completo	até 01 salário	Não	Pecuária, ovinos
6	F	Forquilha	São Bentinho	Ens. Med. Completo	até 01 salário	Não	Avicultura
7	M	Cantinho	São Bentinho	Não alfabetizado	até 01 salário	Sim	Pecuária, caprinos
8	M	Cantinho	São Bentinho	Ens. Fund. incompleto	até 01 salário	Inserto	Pecuária
9	M	Forquilha	Cajazeirinhas	Ens. Fund. incompleto	de 01 a 02 salários	Sim	Pecuária, Ovinos, Agricultura
10	M	Cantinho	São Bentinho	Ens. Fund. incompleto	de 01 a 02 salários	Não	Pecuária
11	F	Quixadá	Cajazeirinhas	Ens. Fund. incompleto	até 01 salário	Sim	Pecuária
12	M	Forquilha	Cajazeirinhas	Ens. Fund. incompleto	até 01 salário	Sim	Pecuária, ovinos
13	M	Forquilha	Cajazeirinhas	Ens. Med. Completo	até 01 salário	Sim	Pecuária
14	M	Forquilha	Cajazeirinhas	Ens. Fund. incompleto	até 01 salário	Sim	Pecuária, Ovinos, Caprinos, Apicultura
15	M	Forquilha	Cajazeirinhas	Ens. Técnico	até 01 salário	Sim	Pecuária, Ovinos, Avicultura
16	F	Barroão	Cajazeirinhas	Ens. Fund. incompleto	de 01 a 02 salários	Não	Pecuária
17	M	Barroão	Cajazeirinhas	Ens. Med. Completo	de 01 a 02 salários	Não	Pecuária
18	M	Barroão	Cajazeirinhas	Ens. Fund. incompleto	de 01 a 02 salários	Não	Pecuária
19	F	Barroão	Cajazeirinhas	Ens. Fund. Completo	até 01 salário	Não	Pecuária
20	M	V. da Forquilha	Cajazeirinhas	Não alfabetizado	de 01 a 02 salários	Sim	Pecuária, ovinos, avicultura

Fonte: Autor (2018)

A pesar do pouco tempo da utilização dos recursos hídricos provenientes da construção do reservatório, a maior parte da população beneficiada tem uma grande perspectiva em relação a ganhos futuros, sendo o açude uma esperança de melhoria de renda e qualidade de vida para a população local.

### 5.3 Identificação e análise dos impactos ambientais

A identificação e análise dos impactos ambientais, baseia-se nos métodos de AIA, e tem como finalidade conhecer os impactos ambientais decorridos de uma atividade/empreendimento, para que a partir do conhecimento possa ser desenvolvida medidas de controle ambiental, para cessar e/ou minimizar os impactos. Mediante a isso, as Figuras 16 e 17 mostram a área do reservatório antes e depois da implementação.

**Figura 16: Área de estudo antes da implementação do empreendimento**



**Fonte: Google Earth (2007)**

Na Figura 16, é possível notar diversos sinais de atividades antrópicas, mas a área apresenta uma vegetação ainda densa, o que indica a redução dos impactos ambientais.

Figura 17: área de estudo após construção do empreendimento



Fonte: Google Earth (2013)

A Figura 17 mostra a área após a construção do reservatório, com uma notória mudança em comparação com a Figura 16, com grandes áreas desmatadas.

### 5.3.1 Lista de impactos do método *ad hoc* e check lists

A lista desenvolvida por meio do método *AD HOC* foi realizada com base no projeto básico de construção do açude e complementada com visitas *in loco*. A lista individual, para os meios físicos/abiótico, biótico e antrópico, considerando diversos fatores, tanto ecológico quanto o econômico, buscando reduzir ao máximo o maior problema da aplicação dos métodos de AIA, a subjetividade. Com isso, observando tanto o cronograma físico de execução da obra como também a utilização de imagens de satélites e fotográficas realizadas durante a visita, foi desenvolvida uma lista de impactos ambientais, sendo a mesma tida como base para a aplicação dos demais métodos.

Meio Físico/Abiótico:

- Aceleração dos processos erosivos
- Assoreamento dos corpos hídricos
- Alteração da paisagem
- Degradação das áreas de empréstimo

- Intrusão visual
- Poluição atmosférica causadas pela emissão de materiais particulares (poeira)
- Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado
- Alteração do relevo
- Alteração do microclima da região
- Aumento do volume de água nos reservatórios subterrâneos
- Perdas de água no reservatório por evaporação, infiltração e irrigação
- Redução das áreas destinadas aos usos rurais
- Redução das dimensões territoriais de das propriedades fundiárias

#### Meio Biótico:

- Afugentamento da fauna
- Destruição da vegetação na área
- Diminuição da fauna nativa na área de influência
- Destruição do banco de sementes na área ocupada
- Aumento da presença de espécies da fauna invasoras
- Aumento de espécies aquáticas
- Alteração das espécies migratórias

#### Meio Antrópico:

- Ruído causados na construção
- Valoração das propriedades em torno do reservatório
- Aumento das atividades agrícolas e pecuária na área
- Aumento da renda da população beneficiada
- Aumento da oferta de emprego na área
- Aumento da piscicultura
- Interrupção do abastecimento de água

No meio físico, os impactos são decorrentes a implementação do reservatório. Sendo realizado o desmatamento de uma grande área pertencente à bacia hidráulica e em áreas de empréstimos de materiais para a construção do maciço. Após o reservatório atingir sua capacidade máxima, diversos proprietários das terras banhadas pelo mesmo, utilizaram suas

margens para produção agrícola, fazendo o uso do desmatamento de forma manual para terem uma área para a realização de suas atividades.

No meio biótico, foi possível notar, por meio das visitas e por meio de conversas com os proprietários, o afastamento de espécies antes comuns na região, como o caso das Avoantes, que deixaram de frequentar o local por falta de alimento. E a introdução de novas espécies migratórias, o caso do “Pato-Preto”, como ficou conhecido na região. No ecossistema aquático, diversas espécies de peixes podem ser encontradas, outras como a Curimatã, passaram a ser mais difíceis de se pescar.

No meio antrópico, houve um notório aumento das atividades agrícolas que antes não podiam ser praticadas devido à escassez de água, com isso a perspectiva de renda da população beneficiada pelo açude aumentou, e já gera emprego a diversas pessoas da região. Durante as visitas *in loco* e em conversas com moradores da região, foi constatado que uma parte da tubulação da adutora Curemas-Sabugi ficou submersa após a cheia do açude, com isso, diversos municípios do sertão da Paraíba correm o risco de ficar sem abastecimento de água em caso de rompimento da tubulação, pois a mesma se encontra sob uma profundidade de aproximadamente 8 (oito) metros, sendo considerado um potencial impacto ambiental decorrido da construção do reservatório.

No Quadro 5, apresenta-se os impactos ambientais observados no método *AD HOC* e *CHECK LIST*, e as atividades que os originaram, sendo o este utilizado nos métodos da Matriz de Interação e *NETWORKS*.

**Quadro 5: Atividades/ações antrópicas x Impactos ambientais**

<b>ATIVIDADES/AÇÕES ANTRÓPICAS.</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>
Limpeza mecânica da área de acesso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleração dos processos erosivos</li> <li>• Assoreamento dos corpos hídricos</li> <li>• Alteração da paisagem</li> <li>• Poluição atmosférica causadas pela emissão de materiais particulares (poeira)</li> <li>• Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Destruição da vegetação na área</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruição do banco de sementes na área ocupada</li> <li>• Diminuição da fauna nativa na área de influência</li> <li>• Ruído causados devido ao trânsito de maquinário pesado</li> </ul>
Desmatamento mecanizado da bacia hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleração dos processos erosivos</li> <li>• Assoreamento dos corpos hídricos</li> <li>• Alteração da paisagem</li> <li>• Poluição atmosférica causadas pela emissão de materiais particulares (poeira)</li> <li>• Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Destruição da vegetação na área</li> <li>• Destruição do banco de sementes na área ocupada</li> <li>• Diminuição da fauna nativa na área de influência</li> <li>• Ruído causados devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Redução das áreas destinadas aos usos rurais</li> </ul>
Transporte de equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrusão visual</li> <li>• Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Diminuição da fauna nativa na área de influência</li> <li>• Ruído causados devido ao trânsito de maquinário pesado</li> </ul>
Remoção da camada vegetal no local de perfuração das jazidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleração dos processos erosivos</li> <li>• Assoreamento dos corpos hídricos</li> <li>• Poluição atmosférica causadas pela emissão de materiais particulares (poeira)</li> <li>• Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Destruição da vegetação na área</li> <li>• Destruição do banco de sementes na área ocupada</li> <li>• Ruído causados devido ao trânsito de maquinário pesado</li> </ul>
Escavação, carga e transporte de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleração dos processos erosivos</li> <li>• Assoreamento</li> <li>• Alteração da paisagem</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradação das áreas de empréstimo</li> <li>• Poluição atmosférica causadas pela emissão de materiais particulares (poeira)</li> <li>• Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Alteração do relevo</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Destruição da vegetação na área</li> <li>• Diminuição da fauna nativa na área de influência</li> <li>• Destruição do banco de sementes na área ocupada</li> <li>• Ruído causados devido ao trânsito de maquinário pesado</li> </ul>
Espalhamento e compactação de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleração dos processos erosivos</li> <li>• Assoreamento</li> <li>• Alteração da paisagem</li> <li>• Degradação das áreas de empréstimo</li> <li>• Poluição atmosférica causadas pela emissão de materiais particulares (poeira)</li> <li>• Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado</li> <li>• Alteração do relevo</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Destruição da vegetação na área</li> <li>• Diminuição da fauna nativa na área de influência</li> <li>• Destruição do banco de sementes na área ocupada</li> <li>• Ruído causados devido ao trânsito de maquinário pesado</li> </ul>
Escavação manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da renda da população beneficiada</li> <li>• Aumento da oferta de empregos na área</li> </ul>
Construção de muros de proteção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da renda da população beneficiada</li> <li>• Aumento da oferta de empregos na área</li> </ul>
Construção do maciço (corpo da barragem)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assoreamento</li> <li>• Alteração da paisagem</li> <li>• Intrusão visual</li> <li>• Alteração do microclima da região</li> <li>• Aumento do volume nos reservatórios subterrâneos</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdas de água no reservatório por evaporação, infiltração e irrigação</li> <li>• Redução das áreas destinadas aos usos rurais</li> <li>• Redução das dimensões territoriais de das propriedades fundiárias</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Destruição da vegetação na área</li> <li>• Destruição do banco de sementes na área ocupada</li> <li>• Aumento da presença de espécies da fauna invasoras</li> <li>• Aumento de espécies aquáticas</li> <li>• Alteração das espécies migratórias</li> <li>• Valoração das propriedades em torno do reservatório</li> <li>• Aumento das atividades agrícolas e pecuária na área</li> <li>• Aumento da renda da população beneficiada</li> <li>• Aumento da oferta de empregos na área</li> <li>• Aumento da piscicultura</li> <li>• Interrupção do abastecimento de água</li> </ul>
--	---

Fonte: Autor (2018)

### 5.3.2 Matriz de interação com os impactos ambientais

A criação da matriz de interação teve como base a lista desenvolvida no método *AD HOC* com checagem via visita *in loco* utilizando o método *CHECK LIST*. Com isso foi desenvolvida uma matriz das ações/atividades antrópicas x impactos ambientais observados durante a fase de construção e após o reservatório atingir sua capacidade máxima.

Dessa forma, a matriz de interação com as atividades versus os impactos ambientais encontra-se apresentada no Quadro 6.

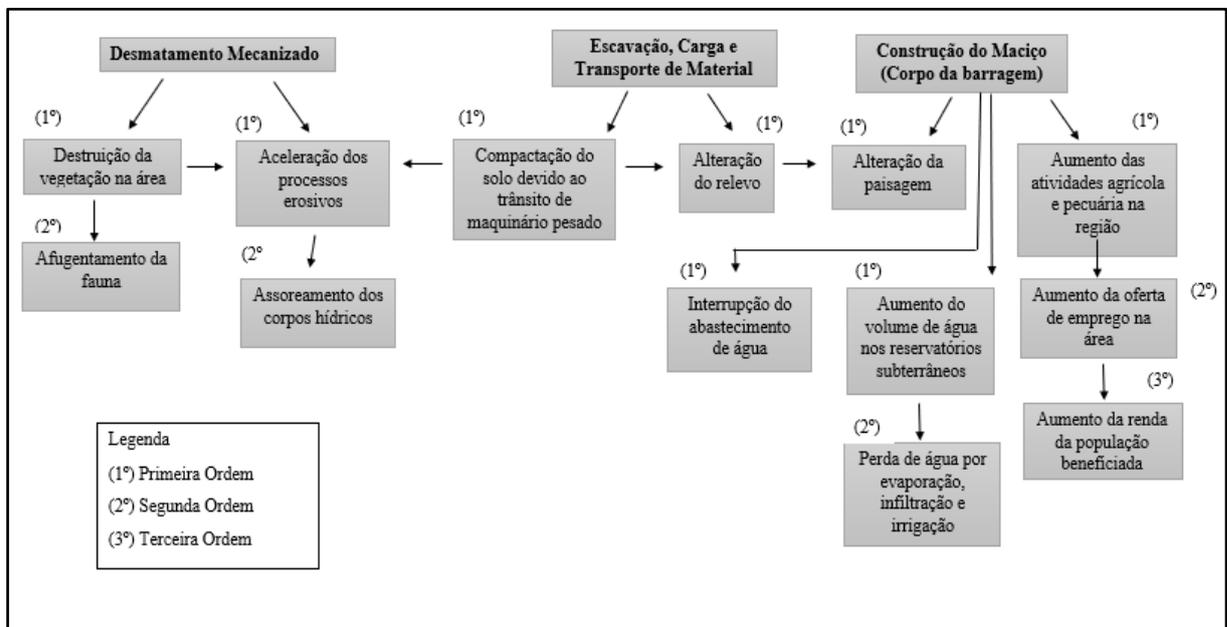




### 5.3.3 Elaboração das redes de interações (networks)

A construção das redes de interações teve como base os impactos ambientais apresentados na matriz de interação, assim como as atividades e/ou ações antrópicas mais impactantes que os originaram. Foram consideradas 3 (três) ações antrópicas: desmatamento mecanizado; escavação, carga e transporte de material; construção do maciço (corpo da barragem). Dessa forma, a Figura 18 mostra a rede de interação adquirida mediante a ligação dos impactos ambientais e as ações formadoras.

**Figura 18: Diagrama de interação indicando algumas consequências da implementação do reservatório**



Fonte: Autor (2018)

Tal método proporciona ao analista a identificação dos impactos no início da cadeia e possibilita o controle ambiental na sua origem ou em qualquer ponto da rede de interação.

A partir da Figura 18, é possível identificar a ordem dos impactos e a atividade/ação antrópica que gerou mais impacto. A construção do maciço é à atividade que teve o maior numero de impactos, sendo apresentado na Figura 18, 4 (quatro) impacto de 1º (primeira) ordem, 2 (dois) de 2º (segunda) ordem e 1 (um) de 3º (terceira) ordem. Pois, a partir da construção do maciço e com o reservatório atingindo sua capacidade máxima, diversos impactos são decorrentes dessa atividade.

O método *NETWORKS* se destaca dos demais, pois com a sua utilização se torna possível aplicar a medida de controle ambiental em determinado ponto da rede de interação, cessando e/ou minimizando os impactos que venham ser apresentados na sequência.

#### 5.4 Seleção e classificação dos impactos ambientais significativos

A seleção e classificação dos impactos ambientais em significativos e não significativos seguiu a metodologia de Sá (2015), na qual se atribui valores para a magnitude e importância numa escala de 1 a 10 para cada interação encontrada na matriz.

Escala de Significância:

Não Significativo (NS)	1-50
Significativo (S)	51-100

Levando em consideração a escala pré-estabelecida com valores de 1 a 50 para impactos não significativos e de 51 a 100 para impactos significativos. Se atribui os valores de magnitude e importância nas interações da matriz de interação, foi dividido cada célula de interação em duas partes, a parte superior ficou os valores de magnitude e na inferior os valores de importância.

A partir da atribuição de valores para a magnitude e importância, apresentados no Quadro 6, observaram-se 37 interações de um total de 81 que foram consideradas significativas.



						3				7		5									7	4				7	7	Remoção da camada vegetal no local de perfuração das jazidas		
						5				8		8										8	6				8		8	
						4				4	6	6	6									5	6	4		8	8	7	7	Escavação, carga e transporte de material
						4				8	8	8	7									8	7	5		7	8	8	9	
						3				5	4	6	6									7	8	6		8	7	8	7	Espalhamento e compactação de material
						4				8	6	8	7									7	9	7		8	8	8	8	
			7	7																										Escavação manual
			8	8																										
			3	4																									Construção de muros de proteção	
			8	8																										
9	4	6	6	4	8		7	7	4	9		6	8	8	6	7	7	3							7		8	7	Construção do maciço (corpo da barragem)	
9	6	9	8	8	9		8	7	6	9		8	9	8	7	8	8	5						8		8	8			

Fonte: Autor (2018)

Quadro 8: Matriz de Impactos Ambientais Significativos

Meio Antrópico	Meio Biótico	Meio Físico																	
		Aceleração dos processos erosivos	Assoreamento dos corpos hídricos	Alteração da paisagem	Degradação das áreas de empréstimo	Intrusão visual	Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado	Aumento do volume de água nos reservatórios subterrâneos	Redução das áreas destinadas aos usos rurais	Redução das dimensões territoriais de das propriedades fundiárias	Afugentamento da fauna	Destruição da vegetação na área	Destruição do banco de sementes na área ocupada	Alteração das espécies migratórias	Valoração das propriedades em torno do reservatório	Aumento da renda da população beneficiada	Aumento da oferta de empregos na área	Interrupção do abastecimento de água	
																			Limpeza mecânica da área de acesso
																			Desmatamento mecanizado da bacia hidráulica
																			Transporte de equipamentos
																			Remoção da camada vegetal no local de perfuração das jazidas
																			Escavação, carga e transporte de material
																			Espalhamento e compactação de material
																			Escavação manual
																			Construção do maciço (corpo da barragem)

Fonte: Autor (2018)

Considerando a quantidade de impactos ambientais determinados e a quantidade de impactos significativos, nota-se que a maneira que foi executada a obra apresenta muitos impactos negativos, com uma grande magnitude e importância, com isso, a elaboração de medidas de controle ambiental se torna de suma importância para reduzir os efeitos causados pelos impactos.

No Quadro 9, os impactos ambientais significativos são apresentados em ordem crescente, variando de 1 a 17.

**Quadro 9: Disposição dos impactos ambientais significativos**

<b>Impactos Ambientais Significativos</b>	<b>Ordem</b>
Aceleração dos processos erosivos	1
Assoreamento dos corpos hídricos	2
Alteração da paisagem	3
Degradação das áreas de empréstimos	4
Intrusão visual	5
Compactação do solo devido ao trânsito de maquinário pesado	6
Aumento do volume de água nos reservatórios subterrâneos	7
Redução das áreas destinadas aos usos rurais	8
Redução das dimensões territoriais de das propriedades fundiárias	9
Afugentamento da fauna	10
Destruição da vegetação na área	11
Destruição do banco de sementes na área ocupada	12
Alteração das espécies migratórias	13
Valoração das propriedades em torno do reservatório	14
Aumento da renda da população beneficiada	15
Aumento da oferta de empregos na área	16
Interrupção do abastecimento de água	17

Fonte: Autor (2018)

## 5.5 Elaboração das medidas de controle ambiental

As medidas de controle ambiental visam minimizar as alterações ambientais identificadas, potencializar os impactos positivos e compensar os impactos que não podem ser mitigados.

Dessa forma, o Quadro 10, são apresentadas medidas que devem ser adotadas para prevenir, minimizar, controlar, corrigir e potencializar os impactos ambientais considerados significativos para o empreendimento. Os impactos estão representados de acordo com a ordem estabelecida no Quadro 8.

**Quadro 10: Medidas de Controle Ambiental para impactos significativos**

<b>Medidas de Controle Ambiental</b>	<b>Classificação</b>
Desmatar apenas a área da bacia hidráulica do reservatório. (1,2,4,8,10,11,12)	Preventiva; Controle.
Promover a recuperação das áreas de empréstimos. (1,2,4,7,8,10,11,12)	Corretivas; Controle.
Utilizar espécies típicas da região para recuperar áreas degradadas (1,2,4,8,10,11,12)	Corretivas; Controle.
Utilização das terras a medida em que o reservatório diminui seu volume. (8,9,15,16)	Corretivas; Potencializadoras.
Programas de educação ambiental. (8,9,11,15,16)	Preventivas; Potencializadoras.
Uso de práticas conservacionistas do solo e água. (1,2,7,8,11,12)	Corretivas; Preventivas; Potencializadoras.
Desmatamento manual da bacia hidráulica. (1,2,10,15,16)	Minimizadoras.
Criação de áreas de preservação permanente (APP) nas margens. (1,2,10,11,12,14)	Preventivas; Corretivas.
Desvio do sistema adutor Curemas-Sabugi. (17)	Preventiva.
Utilização de uma única rota para o maquinário (6)	Preventiva
Adição de espécies típicas da região. (10,13)	Corretivas.

**Fonte: Autor (2018)**

A partir do Quadro 10, é possível notar que os impactos 3 (três) e 5 (cinco), alteração da paisagem e intrusão visual respectivamente, não foi encontrada medidas de controle

ambiental que pudesse minimizar, prevenir, corrigir ou controlar, pois a partir da implementação do reservatório a paisagem não irá voltar a condição anterior ao empreendimento, e o maciço é um elemento estranho no cenário antes da construção.

Entretanto, com a utilização dessas medidas de controle ambiental é possível reduzir diversos impactos, minimizando os efeitos negativos causados pela construção do reservatório e maximizando os impactos ambientais positivos.

## 6. CONCLUSÕES

- Foi possível identificar diversas ações que resultaram em impactos ambientais.
- Com diagnóstico ambiental simplificado da área de influência do reservatório, foi possível identificar como era caracterizado a região antes da implementação do açude, sendo realizado para os meios físicos, biótico e antrópico.
- No meio físico notou-se que apesar de estar localizado no semiárido a região apresenta uma média anual de precipitação de aproximadamente 800 (oitocentos) mm anuais, superior à média do semiárido. Na parte de solo e relevo, percebeu-se que a região tem como solo predominante o Luvissolo, caracterizado por ser de baixa profundidade, seco no período de estiagem e pegajoso no período chuvoso, em relação ao relevo, notou-se que a bacia hidrográfica do reservatório apresenta uma baixa diferença de altitude, o que dificulta o escoamento até o reservatório. A bacia tem 3 (três) principais efluentes, o “Riacho das Cajazeiras”, o “Riachão” e o “Riacho dos Currais”, sendo eles responsáveis por abastecer o reservatório durante o período chuvoso.
- No meio biótico, antes da construção do reservatório a região apresentava uma densa cobertura vegetal que foi retirada para a implementação do açude. O que resultou no afastamento de diversas espécies que frequentavam a área, como é o caso das Avoantes e dos Preá, que passaram a ser de difícil visualização.
- No meio antrópico, através de visitas, percebeu-se que em algumas localidades da região já fazem uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório para o desenvolvimento de diversas atividades agrícolas e pecuárias. Mediante a aplicação dos questionários socioambiental, notou-se que a população que é beneficiada com o reservatório tem uma grande perspectiva em relação a melhoria da renda e da qualidade de vida.
- Foi desenvolvida uma lista com 27 (vinte e sete) impactos ambientais, que foram originados de 9 (nove) atividades/ações antrópicas. E na matriz de interação, observou-se um número de interação de 81 (oitenta e um) de um total 243 (duzentos e quarenta e três) possíveis.
- Com a classificação, notou-se que dos 27 (vinte e sete) impactos iniciais 17 (dezessete) foram classificados como significativos, o que indica que esses impactos apresentam uma grande magnitude e importância.
- As medidas de controle ambiental foram utilizadas para os impactos considerados significativos, sendo que dos 17 (dezessete), 2 (dois) não foi possível identificar e/ou

criar medida de controle ambiental, pois os estes são de caráter irreversível, e os demais em sua maioria apresentaram mais de uma medida de controle ambiental.

- A avaliação de impactos ambientais no Açude Comunitário da Forquilha mostrou que o mesmo poderia ter sido construído de forma diferente, apresentando menos impactos em diversos setores da implementação.
- Por ser um açude considerado de médio porte, sua área de bacia hidráulica é bastante extensa, devido a sua baixa diferença entre cotas altimétricas, fazendo com que o mesmo venha a cobrir uma área considerável entre os municípios de Cajazeirinhas, São Bentinho e Pombal, inundando e dificultando o acesso a algumas comunidades.
- Dessa forma podemos concluir, que apesar de inúmeros impactos negativos apresentados no decorrer do trabalho, a implantação do reservatório contribui bastante para à geração de renda nas comunidades beneficiadas.

## REFERÊNCIAS

- AB`SABER, Aziz Nacib; MULLER-PLANTENBERG, Clarita.; **Previsão de Impactos**. – 2. ed. 2, reimpr, - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.
- ACHON, C. L.; SOARES, L. V.; MEGDA, C. R. **Impactos ambientais provocados pelo lançamento in natura de lodos provenientes de estações de tratamento de água**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saneamento ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade? Rio de Janeiro, ABES, 2005. p.1-9.
- ANA- Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil, Abastecimento Urbano de Águas. Volume II**. 2010. Disponível em: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br). Acesso em: 04/09/2018
- BEHELLI, C. B. **Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.
- BRAGA, et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2a Ed. São Paulo. Pearson, Prentice Hall, 2005.
- CARVALHO, D.L.; LIMA, A.V. **Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.
- CLAUDIO, C. F. B. R. Implicações da Avaliação de Impactos Ambientais. **Revista Ambiente**, v. 1, n. 3, p.159-162, 1987.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre procedimentos relativos ao Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA-RIMA)**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 25 de junho. 2018.
- CSFOTOJORNALISMO- Agência Potiguar de Fotografia e Notícia. **Arvores e Plantas**. Disponível em <https://www.csfotojornalismo.net/%C3%81rvores-e-Plantas/>. 2018
- CUNHA, B. S.; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. – Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1999. 266p.
- CUNHA, B. S.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. 10a Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, 286 p.
- EMBRAPA – **Solos do Nordeste**/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Recife -PE; 2014. 8 p.
- FERREIRA, A.O.; SÁ, J.C. DE M.; NASCIMENTO, C.G.; RAMOS, F.S. Impacto de Resíduos Orgânicos em Abatedouro de Aves e Suínos na Produtividade do Feijão na Região dos Campos Gerais. **Revista Verde**, v.5, n.4, p.15-21. 2010.
- FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos**. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-

graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP. 2010.

FREITAS, F.R.S.; RIGHETTO, A.M.; ATTAYDE, J.L. Suspended solids and phosphorus load in a Brazilian semi-arid reservoir. **Oecologia Australis**. 15(3), 655-665. (2011).

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais: Aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência: 2004, 249 p.

FONTANELLA, A. Diagnostico ambiental da bacia hidrográfica do rio da ilha, taquara, Rio Grande do Sul, brasil. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 7, p.23-41, 2009.

GILBUENA, R.; KAWAMURA, A.; MEDINA, R.; AMAGUCHI, H.; NAKAGAWA, N.; BUI, D. D. Environmental impact assessment of structural flood mitigation measures by a rapid impact assessment matrix (RIAM) technique: A case study in Metro Manila, Philippines. **Science of the Total Environment**, v. 456-457, p. 137–147, 2013

GUIMARÃES, A. J. A., CARVALHO, D. D., & SILVA, L. D. **Saneamento básico**. Apostila IT, v. 179, 2007

G1-TERRA DA GENTE. **Fauna**. Disponível em <http://faunaeflora.terradagente.g1.globo.com/fauna/aves/NOT,0,0,1223020,Cabure.aspx>. 2017

MALHEIROS, T.M.M. **Análise da Efetividade da Avaliação de Impactos Ambientais como Instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente: sua aplicação em nível federal**. Tese (Doutorado) – PPE/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 250p. 1995.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J.P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental – AIA**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985

MOREIRA, A.C. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. Estrato da tese de doutorado intitulada Megaprojetos & Ambiente urbano: metodologia para elaboração do Relatório de Impacto de Vizinhança, apresentada a FAU-USP em outubro de 1997. 6p, 1997

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 30, n. 1, p. 5-14, 2012.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. **Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais**. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Engenharia sanitaria e ambiental. Vitória-ES. Anais... Vitória – ES. 2002.

OLIVEIRA, F.C.; MOURA, H.J.T. de. **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. **PRETEXTO**, v.10, n.4, p.79-98. 2009.

PEREIRA, E. B; MARTINS, F. R; ABREU, S. L; RÜTHER, R. **ABES-Atlas Brasileiro de Energia Solar**. – São José dos Campos: INPE, 2006. il. p38

PRADO, R. B. **Manejo integrado de reservatórios destinados a uso múltiplo como perspectiva de recuperação da qualidade da água.** Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado. Ed. Rima, São Carlos. 2002

SÁ, J.C. DE M. **Impacto de Resíduos Orgânicos em Abatedouro de Aves e Suínos na Produtividade do Feijão na Região dos Campos Gerais.** 2015

SALAZAR, L.F.; NOBRE, C.A. and OYAMA, M.D. Climatic change consequences on the biome distribution in tropical South America. **Geophysical Research Letters.** In press. 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e métodos.** 2a Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 495 p.

SILVA, R.M. Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste.** Fortaleza, 38 (3), 466-485. (2007).

STAMM, H.R. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte:** estudo de caso de uma usina termelétrica. 2003. 284f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC

SUREHMA/ GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA).** Secretaria Especial do MeioAmbiente, Curitiba: 1992. 281 p

TORO, J., DUARTE, O., REQUENA, I., & ZAMORANO, M. Determining Vulnerability Importance in Environmental Impact Assessment. **The case of Colombia. Environmental Impact Assessment Review,** v. 32, n. 1, p. 107–117, 2012.

UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Paraíba** / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011. 57 p.

