



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL**

**CARLA CRISTINA DE LIRA**

**ANÁLISE DA SUPRESSÃO VEGETAL E EXPLORAÇÃO MINERAL NA CONSTRUÇÃO**  
**DA BARRAGEM SERRO AZUL EM PALMARES, PERNAMBUCO**

**Recife, 2019**

**CARLA CRISTINA DE LIRA**

**ANÁLISE DA SUPRESSÃO VEGETAL E EXPLORAÇÃO MINERAL NA CONSTRUÇÃO  
DA BARRAGEM SERRO AZUL EM PALMARES, PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, para qualificação como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Prof. Dr. José Antônio Aleixo da Silva  
Orientador

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva  
Coorientador

**Recife, 2019**

**CARLA CRISTINA DE LIRA**

**ANÁLISE DA SUPRESSÃO VEGETAL E EXPLORAÇÃO MINERAL NA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM SERRO AZUL EM PALMARES, PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da aprovação: 27/02/2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Antônio Aleixo da Silva  
Orientador - IFPE

---

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva  
Coorientador - IFPE

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marília Regina Costa Castro Lyra  
Examinador Interno – MPGA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Martins Sobral  
Examinador Externo – UFPE

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Maria Gico Lima Montenegro  
Examinador Externo - UFPE

**Recife, 2019**

## **APRESENTAÇÃO DA AUTORA**

A autora é graduada em Engenharia Florestal (2013) e em Licenciatura em Ciências Agrícolas (2018) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (2017) pelo Centro Universitário Estácio do Recife.

A trajetória profissional da autora se iniciou na área dos Recursos Hídricos como estagiária durante o curso de graduação de Engenharia Florestal, na Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) na Gerência de Meio Ambiente onde manteve o primeiro contato com os impactos ambientais em barragens, sendo um dos temas do seu relatório de estágio a Barragem de Pirapama.

Atuou como Engenheira Florestal na Secretaria Executiva de Recursos Hídricos de Pernambuco na área ambiental das barragens de contenção de inundações da Mata Sul pernambucana e também como Gestora Ambiental compondo a equipe da Gerência Geral de Gestão Ambiental atuando no Licenciamento Ambiental, fiscalização e acompanhamento dos Planos de Controle Ambiental das Barragens de responsabilidade dessa Secretaria de Estado.

Em função disto, o interesse em aprofundar sobre a temática tendo a barragem Serro Azul como objeto de estudo visto que, na época se encontrava em fase final de conclusão.

## ***Ofereço***

*A Deus e aos meus anjos da guarda  
por me darem forças e equilíbrio nos momentos  
mais difíceis e por me livrarem de todo o mal.*

## ***Dedico***

*À minha mãe Maria Carneiro de Lira, pelo seu exemplo de honestidade e integridade e  
pelos seus cuidados e apoio nos momentos mais difíceis.*

*Ao meu noivo e futuro esposo Wesly Lapa Cardoso da Silva pela compreensão, força e amor nesse  
momento conturbado.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco(IFPE), *campus* Recife, pela oportunidade de formação profissional e pessoal.

Ao Programa de Pós-graduação, Mestrado Profissional em Gestão Ambiental -MPGA, pela excelência no ensino e comprometimento com a sociedade refletido no seu Colegiado.

Ao meu orientador, Professor José Antônio Aleixo da Silva, por acreditar em meu trabalho e pela confiança e incentivo nos momentos difíceis, toda a minha admiração e agradecimento.

Ao meu Coorientador, Professor Hernande Pereira da Silva, por toda sua paciência e dedicação comigo, seus conselhos e injeções de ânimo e otimismo sempre. Ao querido professor todo o meu agradecimento.

Aos professores e professoras que integram o corpo docente do MPGA pela dedicação, comprometimento e parceria com os mestrandos e mestrandas.

À Secretaria Executiva de Recursos Hídricos de Pernambuco (SERH), por todas as informações compartilhadas. Agradeço em especial à Jupaira Aguiar Garcia de Souza por sua amizade e parceria profissional, por todos os seus conselhos e ideias. A ela toda a minha admiração e agradecimento.

Agradeço a toda equipe SERH, em especial aos senhores Pedro Cavalcanti e Celso Agra, pela confiança em meu trabalho.

Aos residentes do Distrito de Serro Azul e das comunidades afetadas pela construção da barragem, em nome de seu Zé Ferreira agradeço a todos e todas por acreditarem e respeitarem meu trabalho. Agradeço às Irmãs Sandra Leoni e Marisa Amaral pelo seu trabalho pastoral com as comunidades.

Ao meu irmão José Carlos de Lira por todas as vezes que me buscava no IFPE ao final das aulas noturnas. Agradeço a toda minha família por acreditar em meu potencial e por toda admiração que possuem por mim.

Aos meus colegas de turma do MPGA pela oportunidade de convivemos e pela troca enriquecedora de experiências.

Em especial à Priscylla Santos pela parceria e amizade e a Carlos Batista amigos que levo para a vida.

Ao amigo Adriano Alcântara pelo apoio e amizade.

"Prefiro virar adubo dessa terra do que parar de lutar por ela"  
Provérbio Indígena

## RESUMO

Nas últimas décadas a construção de grandes barragens vêm causando repercussão mundial devido ao seu potencial de degradação aos recursos naturais e a segurança dessas obras. Devido as mudanças climáticas e aumento dos eventos climáticos extremos como alta precipitação pluviométrica, por exemplo, as barragens surgem como medidas de adaptação a esses eventos e proteção às consequências que os mesmos podem acarretar. Em Pernambuco, na bacia hidrográfica do rio Una, na região da Mata Sul, são recorrentes os desastres naturais. Essa região passou por grandes inundações nos anos de 2000, 2004, 2005 e 2010 ocasionando perdas econômicas e sociais, como: óbitos, destruição de moradias, equipamentos públicos, infraestrutura, áreas agrícolas, afetando fortemente a economia dos municípios atingidos pelas inundações. Como medidas de adaptação a esse fenômeno foi lançado o sistema de controle de cheias da Mata Sul com a construção de cinco barragens, dentre elas a que se tornou objeto desse estudo, a de Serro Azul localizada na cidade de Palmares, Pernambuco. Nesta perspectiva, o presente trabalho analisou a supressão vegetal e a exploração mineral ocorridos na implantação da barragem de Serro Azul por meio das exigências do licenciamento ambiental. Especificamente, analisou-se o cumprimento das exigências ambientais das autorizações de supressão vegetal para o enchimento do reservatório e licença de operação da jazida de extração mineral para construção do empreendimento. Além disto foram analisados alguns projetos como: o programa de recuperação de áreas degradadas, tabelas de medição do empreendedor, inventários florestais e o relatório de supressão vegetal. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) geraram o foco principal deste estudo que foi à análise da supressão vegetal e da exploração mineral por meio de metodologia adaptada de Silva (2016). A partir dessa análise, constatou-se que o volume suprimido de vegetação foi 56,5%, menor que o indicado na autorização de supressão vegetal e em relação a exploração mineral apenas foi utilizado na obra um percentual de 26,8 % do material explorado. A análise da supressão e da exploração mineral, demonstrou uma certa preocupação na avaliação dos relatórios e projetos apresentados aos órgãos ambientais, pois dos dados avaliados, a supressão vegetal foi executada parcialmente e na exploração mineral houve um excedente de material muito grande. As condicionantes das licenças ambientais não foram cumpridas de forma eficiente. O material vegetal não retirado na supressão vegetal poderá interferir na qualidade da água, ocasionando maiores custos no tratamento da água para a empresa que vier a operar o reservatório. A quantidade de brita excedente não utilizada na construção do reservatório, gerou uma exploração desnecessária ocasionando maiores custos e impactos ambientais irreversíveis na região explorada. Recomenda-se aperfeiçoar os mecanismos de fiscalização dos órgãos ambientais competentes e de controle pelo órgão empreendedor no que concerne ao acompanhamento dos relatórios técnicos, e das condicionantes apresentadas nas licenças ambientais, para minimizar os impactos ambientais e efetivamente ser cumprido o papel da gestão pública.

**Palavras –chave:** Reservatórios; Licenciamento ambiental; Eficiência de uso dos recursos naturais; Gestão Pública



## ABSTRACT

In the last decades, the construction of great dams have caused worldwide repercussion due to their degradation potential to the natural resources and the safety of these dams. Due to climatic changes and the increase of extreme climatic events such as high rainfall, for example, dams appear as measures of adaptation to these events and protection against the consequences that they may entail. In Pernambuco, in the watershed of the Una river in the region of South Forest, natural disasters are recurrent. This region suffered major floods in the years 2000, 2004, 2005 and 2010, causing economic and social losses, such as: deaths, destruction of housing, public facilities, infrastructure, agricultural areas, affecting the economy of the cities affected by the floods. As a measure of adaptation to this phenomenon was launched the flood control system of the South Forest with the construction of five dams, among which the object of this study, the dam of Serro Azul located in the city of Palmares - Pernambuco. From this perspective, the present study analyzed the vegetation suppression and mineral exploration that took place in the implementation of the Serro Azul dam through the environmental licensing requirements. Specifically, it was analyzed the fulfillment of the environmental requirements of the plant suppression authorizations for the filling of the reservoir and license of operation of the mineral extraction deposit for construction of the project. In addition, some projects were analyzed, such as the degraded areas recovery program, entrepreneur measurement tables, forest inventories and the vegetation suppression report. The Environmental Impact Study (EIS) and the Environmental Impact Report (EIR) generated the main focus of this study, which was the analysis of vegetation suppression and mineral exploration using a methodology adapted from Silva (2016). From this analysis, it was found that the suppressed volume of vegetation was 56.5%, lower than that indicated in the plant suppression authorization and in relation to the mineral exploration only a percentage of 26.8% of the exploited material was used in the work. The suppression and mineral exploration analysis showed a certain concern in the evaluation of the reports and projects presented to the environmental agencies, because of the evaluated data, the plant suppression was partially executed and in the mineral exploration there was a surplus of very large material. Environmental licensing constraints have not been met efficiently. Plant material not removed in the vegetation suppression may interfere with the water quality, leading to higher water treatment costs for the company that will operate the reservoir. The amount of unused surplus stone in the construction of the reservoir has generated unnecessary exploitation, resulting in higher costs and irreversible environmental impacts in the exploited region. It is recommended to improve the control mechanisms of the competent environmental agencies and control by the business body regarding the monitoring of the technical reports and the constraints presented in the environmental licenses to minimize environmental impacts and effectively to fulfill the role of public management.

**Keywords:** Reservoirs; Environmental licensing; Efficiency of use of natural resources; Public administration

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Barragem de Apipucos na cidade do Recife	18
Quadro 01	Estudos exigidos para o licenciamento ambiental	32
Figura 2	Fluxograma dos procedimentos para o licenciamento ambiental	33
Figura 3	Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Una	40
Figura 4	Ilustração do sistema de controle de Cheias da Mata Sul de Pernambuco	45
Quadro 02	Ranking das maiores barragens de abastecimento e controle de inundações em capacidade de acumulação de Pernambuco	47
Quadro 03	Principais características da barragem Serro Azul em Palmares, Pernambuco	48
Figura 5	Mapa da área da barragem Serro Azul – Pernambuco	49
Quadro 04	Classificação de avaliação e eficiência quanto ao cumprimento das condicionares das licenças ambientais	51
Quadro 05	Lista das autorizações de supressão de vegetação emitidas pela CPRH para a barragem de Serro Azul para limpeza da cota operacional do reservatório.	54
Figura 6	Mapa da delimitação de trechos para a otimização em campo das frentes de supressão	56
Figura 7	Indicação em campo da cota operacional da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	56
Figura 8	Trator de esteira atuando em áreas declivosas situadas na área de limpeza da barragem Serro Azul.	58
Figura 9	Operadores de motosserra em atuação em campo durante a supressão vegetal para a construção da barragem Serro Azul.	59
Figura 10	Carregadeira agrícola abastecendo caminhão destinado ao transporte da lenha cortada para o pátio de armazenamento	60
Figura 11	Pátio de empilhamento de material lenhoso.	61
Figura 12	Volume Estéreo (st) = Altura x Comprimento x Largura - Cubagem	61
Quadro 06	Espécies florestais arbóreas e arbustivas suprimidas	62
Figura 13	Espacialização das áreas suprimidas na área da barragem Serro Azul	64
Quadro 07	Cálculo de eficiência do volume de supressão vegetal	65
Figura 14	Autorização de supressão vegetal – supressão de indivíduos isolados de espécies nativas na cota operacional da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	66

Figura 15	Autorização de supressão vegetal – intervenção em APP da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	67
Figura 16	Área da cota operacional da barragem Serro Azul após a supressão vegetal	68
Quadro 08	Resumo da análise das exigências das autorizações de supressão vegetal na Barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	69
Figura 17	Presença de macrófitas aquáticas durante o enchimento do lago da barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco	69
Figura 18	Uso do material mineral na Construção da barragem Serro Azul.	70
Figura 19	Uso do material mineral na construção da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	71
Figura 20	Área da pedreira durante a exploração mineral para a construção da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	72
Quadro 09	Impactos ambientais referentes as atividades da jazida	73
Quadro 10	Lista de espécies plantadas ao entorno da barragem Serro Azul em cumprimento as especificações do programa de recuperação de áreas degradadas	75
Quadro 11	Quantitativo de material da jazida utilizado na barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	76
Quadro 12	Material excedente da jazida mineral da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	77
Quadro 13	Resumo da análise da condicionante da licença ambiental para a exploração mineral para a construção da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco.	77
Figura 21	Licença de operação para exploração da jazida mineral da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco	78
Figura 22	Volume de material extraído da jazida – Pedreira 01	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
ANA	Agência Nacional de Águas
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
APP	Área de Preservação Permanente
CCR	Concreto Compactado a Rolo
CCV	Concreto Convencional Vibrado
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDEPE	Instituto de Planejamento de Pernambuco
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FIDEM	Fundação de Desenvolvimento Municipal
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia
IFPE	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PCA	Plano de Controle Ambiental
PBA	Plano Básico Ambiental
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SERH	Secretaria Executiva de Recursos Hídricos
SIGRH	Sistema de Informação e Gerenciamento dos Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	16
<b>2.1</b>	<b>Objetivos Geral</b>	16
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	16
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	17
3.1	Histórico de barragens no Nordeste	17
3.2	Planejamento e adequação ambiental na construção de barragens	20
3.3	Impactos ambientais ocasionados pela construção de barragens	23
3.4	Estudos e fases do licenciamento ambiental aplicado a barragens	29
3.5	Supressão vegetal e exploração mineral na construção de barragens	34
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	38
4.1	Caracterização da área de estudo	38
4.1.1	Bacia hidrográfica do Rio Una	38
4.1.2	Barragem Serro Azul	43
4.2	Descrição dos métodos	50
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	53
5.1	Análise da supressão vegetal	53
5.2	Análise da exploração mineral	71
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	83
	<b>REFERÊNCIAS</b>	85

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil as barragens são tradicionalmente empreendimentos de grande importância para a sobrevivência humana, pois a água armazenada nesses reservatórios garante o cultivo vegetal, a criação animal e o bem - estar ao ser humano.

Na história da civilização humana, percebe-se a presença das barragens como estruturas de significativa importância para as atividades humanas. Faz-se menção dessas obras desde os impérios babilônicos, egípcios, persas, indianos e romanos onde o reservatório de água era fundamental para a agricultura e para o controle da vazão de corpos d'água (MOURA; VIEIRA; BOHN, 2015).

O Nordeste brasileiro apresenta ao longo da sua história uma gestão inadequada dos recursos hídricos, desafio contemporaneamente enfrentado em busca de soluções que propiciem usos adequados respeitando as especificidades físico-naturais, socioeconômicas e culturais de forma a contribuir com a redução dos impactos negativos. (TOMINAGA, 2009)

O crescimento populacional nas grandes cidades é algo que se discute em esfera global, as causas dessa acelerada movimentação urbana nos aspectos antropológicos, geológicos e geográficos e o que todas essas transformações nos espaços poderão provocar a longo e médio prazo levando o prejuízo dessas ações a gerações futuras considerando que tais discussões apontam para a escassez dos recursos hídricos.

Com o passar do tempo e crescimento desordenado da população, deu-se início a observação dos cenários de ocupação urbana em áreas suscetíveis, ou seja, que apresentam predisposição para ocorrência de desastres, surgindo à necessidade de estruturas de contenção de inundações. As barragens de contenção de inundações visam mitigar desastres naturais. Nesta perspectiva, as inundações não são fenômenos de caráter eminentemente natural, mas também social (MATTEDI et al., 2009).

Diante deste cenário mundial, no qual as barragens demandam uma gestão de risco eficiente para mitigar e prevenir desastres, foi aprovada a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que instituiu

a Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010) com o objetivo de orientar as ações de segurança e meio ambiente da construção de barragens. Neste contexto, chegaram a ser criados alguns comitês para auxiliar no processo de gestão, contudo, como suas atribuições eram mais consultivas, os mesmos não tiveram maiores papéis na gestão dos recursos hídricos (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETO, 2000).

A recorrência de desastres na bacia hidrográfica do rio Una principalmente na cidade de Palmares – Pernambuco, causou grandes perdas econômicas e sociais, com óbitos, destruição de moradias, equipamentos públicos, infraestrutura, áreas agrícolas, afetando fortemente a economia dos municípios atingidos pelas enchentes.

Segundo Cirilo (2011), a Mata Sul pernambucana é uma região que sofre com o regime de chuvas intensas, alagamentos e inundações ocorrem quando há uma precipitação pluviométrica acima do normal esperado para o período habitual de chuvas e como medidas de adaptação a esse fenômeno foi lançado o sistema de Controle de Cheias da Mata Sul com a construção de cinco barragens, entre elas a de Serro Azul em Palmares que se tornou objetivo desta dissertação.

Por ser o maior empreendimento do sistema de controle de cheias com a capacidade de acumulação de água de 303 milhões de metros cúbicos de água e com um investimento de R\$ 500 milhões, a construção da Barragem de Serro Azul causou e vem causando impactos ambientais (BANCO MUNDIAL, 2012).

A análise de atividades de grandes impactos ambientais em um empreendimento do porte de uma barragem é de extrema importância por observar e relatar o cumprimento das medidas ambientais exigidas pelos órgãos competentes, permitindo quantificar os impactos ambientais sofridos para a implementação, construção e operação da barragem.

Nesta perspectiva, o presente trabalho teve por objeto de estudo a análise da supressão vegetal e da exploração mineral da Barragem de Serro Azul tendo por consoante as exigências presentes no processo de licenciamento ambiental conduzido pelo estado de Pernambuco.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a supressão vegetal e a exploração mineral realizadas na barragem de contenção de inundações do Rio Una no Distrito de Serro Azul em Palmares, Pernambuco, por meio da análise dos relatórios de monitoramento ambiental e das exigências do licenciamento ambiental regulamentadas pelos órgãos executores e fiscalizadores das políticas ambientais.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Analisar os relatórios de monitoramento ambiental;
- Verificar o cumprimento das exigências recomendadas nas licenças ambientais;
- Contribuir para a gestão de recursos hídricos de barragens de contenções de inundações apontando aspectos para projetos futuros.



### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o embasamento teórico da pesquisa serão apresentados a seguir uma revisão dos principais temas relacionados a esse estudo.

#### 3.1 Histórico de barragens no Nordeste

As barragens têm servido muitas civilizações ao longo dos últimos cinco mil anos, como se pode perceber a partir de ruínas ou, até mesmo, a partir daquelas que ainda se encontram ativas. Essas barragens projetadas surgiram para atender a escassez de um recurso natural, essencialmente nas atividades agrícolas que tiveram origem no período neolítico. Há indícios na história antiga da China, da Mesopotâmia, da Pérsia e da Índia, cujos os livros sagrados e lendas épicas mencionam a presença desses elementos (CIGB, 2007).

As barragens são construídas há milhares de anos, com objetivos distintos como: controlar inundações, fonte de energia hidrelétrica para o consumo humano, contenção de rejeitos, para o uso industrial e irrigação, etc. Devido aos seus diversos usos, as barragens se tornaram populares e vistas como solução ao crescimento econômico e populacional em todo o mundo.

Segundo o relatório da Comissão Mundial de Barragens, ao menos 45.000 grandes barragens foram construídas para o atendimento das demandas de água e energia. De acordo com a ICOLD (Comissão Internacional sobre Grandes Barragens) para ser considerada como uma grande barragem ela deve possuir de cinco a 15 metros de altura contando do seu alicerce e deve ter o seu reservatório com capacidade de acumulação superior a 3 milhões de m<sup>3</sup> (CBDB, 2011).

O processo e a direção do crescimento urbano no Nordeste, rumo às cidades, contribuiu para tornar mais difícil o atendimento da demanda de água na região. Com a população cada vez mais concentrada em áreas urbanas, existe a tendência a ser desfavorável no balanço entre oferta (disponibilidade) e demanda de água em numerosas áreas do Nordeste, destacando-se a este respeito as porções semiáridas do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (VIEIRA, 1994; GONDIM FILHO, 1995).

No Brasil o registro mais antigo da construção de uma barragem foi no século XVI onde hoje é área

urbana do Recife, antes mesmo da invasão dos holandeses. Atualmente é conhecida como o açude de Apipucos (Figura 01) e possui um volume de acumulação de cerca de 43.267 m<sup>3</sup> de água, sendo responsável por 3% do abastecimento do Recife (CBDB, 2011).

Figuras 01:- Barragem de Apipucos na cidade do Recife.



Fonte: EBAH, 2018.

A maioria das grandes barragens do Brasil (pela classificação da Comissão Internacional das Grandes Barragens - CIGGB) se encontra na região Nordeste, sendo a maior parte delas em aterro compactado, sem serem muito altas (CBDB, 2011).

O ano de 1877, foi o início da maior tragédia nacional devido a fenômeno natural: a grande seca no Nordeste com duração superior a três anos deixou cicatrizes que até hoje são nítidas. As principais recomendações foram a construção de estradas para que a população pudesse atingir o litoral e a construção de barragens para suprimento de água e irrigação no Polígono das Secas cuja área é superior a 950.000 km<sup>2</sup>. Isso marcou o início do planejamento e projeto de grandes barragens no Brasil. A primeira dessas barragens foi Cedros, situada no Ceará e concluída em 1906. Para a construção desses empreendimentos se faz necessário a observação de indicadores (CBDB, 2011).

Apresentam-se a seguir alguns elementos básicos do balanço entre oferta e demanda de recursos hídricos no Nordeste, referidos aos seguintes indicadores: potencialidade e disponibilidade de recursos hídricos, capacidade de armazenamento e demanda de água, segundo diferentes usos. A potencialidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica se refere ao escoamento natural médio de água, ou seja, a somados escoamentos de superfície e de base. A disponibilidade de recursos hídricos representa uma parcela da potencialidade, ativada por meio de açudes, poços, etc. A capacidade de armazenamento de água (de superfície ou subterrânea) equivale ao potencial nominal de armazenamento de açudes e poços. O nível de garantia da água armazenada em um açude é definido a partir de sua disponibilidade efetiva, que é aquela com a qual se pode de fato contar para diferentes tipos de consumo. O nível de garantia mais utilizado no planejamento dos recursos hídricos é o de 90% (VIEIRA, 1994; GONDIM FILHO, 1995).

Por muitos anos desde 1944, o Departamento Nacional de Saneamento, órgão do Ministério do Interior, foi ativo em empreendimentos de controle de cheias envolvendo a construção de barragens, diques e drenagens. As barragens foram construídas principalmente com o objetivo de evitar inundações em áreas populosas (CBDB, 2011).

Segundo o relatório de segurança de barragens da Agência Nacional de Águas (ANA) em Pernambuco, são 447 barragens no domínio do Estado, identificadas em rios de domínio estadual. Deste total de barragens 290 estão edificadas, 13 estão em fase de construção, 16 em fase de projeto e planejamento e 128 não se tem informações (APAC, 2018).

As barragens podem ser classificadas quanto ao Dano Potencial Associado – DPA. O DPA é o dano que pode ocorrer devido a rompimento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais (PETRY et al., 2018).

Do total de barragens cadastradas em Pernambuco, existem 110 com um volume total de acumulação superior a 3.000.000 m<sup>3</sup>, das quais 85 possuem alturas superiores a 15 metros e 93 barragens com DPA alto ou médio. Na atualidade, estão classificadas 430 barragens com base nos dados existentes na Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) quanto ao DPA (APAC, 2017).

### 3.2 Planejamento e adequação ambiental na construção de barragens

As barragens e represas são demandas da sociedade e possuem diversos usos, como: geração de energia elétrica, irrigação, controle de inundações e regularização do abastecimento hídrico que são uma das suas principais funções. Há também demandas e usos secundários como: recreação, turismo, piscicultura, esporte e lazer.

Apesar das demandas sociais por essas construções há uma preocupação subsequente com os impactos causados por esses grandes empreendimentos. No ano de 1981, foi promulgada a Lei Federal 6.938/1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente como uma das ferramentas para proteção e gestão ambiental.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) em 1986 regulamentou a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) por intermédio da Resolução n. 01/1989, determinando estudos de impactos ambientais prévios à implantação de obras potencialmente impactantes ao meio ambiente.

Posteriormente, na década de 1990, foram amadurecidas e materializadas em nível federal a Lei Federal nº9.433/1997, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Em Pernambuco, a base legal da gestão de recursos hídricos iniciou com a Lei nº 11.427, de 17 de janeiro de 1997, que dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas no estado de Pernambuco e no ano de 2005, foi instituída Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos Lei nº 12.984.

Conforme não poderia deixar de ser, a legislação estabelece o princípio de adequação ambiental para a instrução e processos de uso e gestão de recursos naturais, os quais envolve substancialmente dois aspectos: o administrativo e o do fomento hidráulico (ARAÚJO, 2002).

Para Silveira et al. (2005) o aspecto administrativo se associa à aplicação dos instrumentos de gestão em que se destacam, por exemplo, os estudos de impacto ambiental, o licenciamento ambiental, o enquadramento dos corpos de água em classes de uso, a outorga de direito de uso, a

cobrança pelos usos das águas e os planos de bacia. Salienta ainda que o aspecto do fomento hidráulico se insere na demanda e na garantia da oferta hídrica. As barragens têm a característica de criar um reservatório de regularização da oferta de água para o atendimento a demanda por esse recurso. Desta forma, o aspecto do fomento hidráulico, vincula-se diretamente com o planejamento do uso da água, materializando nos planos de bacia hidrográfica

Os planos de bacia são instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos e ambientais. Podem ser simplificados descritos como um conjunto de ações estruturais e não estruturais a serem implantadas na bacia, em horizontes temporais definidos, de forma a assegurar que as metas e usos da água sejam alcançados simultaneamente com melhorias contínuas dos aspectos quantitativos dos corpos d' água (APAC, 2013).

São decididos e aprovados pelos Comitês de Bacia, que são instituições integrantes dos sistemas de recursos hídricos, e compostos por representantes das populações da bacia, dos usuários da água, dos órgãos da administração direta federal e estadual com atuação relacionada com os recursos hídricos (APAC, 2013).

Em Pernambuco, os Comitês de Bacia fazem parte do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Pernambuco (SIGRH) que foi instituído pela Lei Estadual nº 11.426, de 17 de janeiro de 1997, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Ainda sobre os Instrumentos de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Estado foi criado o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIRH), que se constitui em uma base de dados, informatizada, obtida a partir de coleta de dados sobre recursos hídricos e fatores intervenientes no ciclo hidrológico.

Dentre as pluriatividades do SIRH, está o instrumento que serve de base para o planejamento, estudos e projetos. Além do mais, ele compila informações dos diversos órgãos federais e estaduais que lidam com águas meteóricas, superficiais ou subterrâneas e operará de modo descentralizado e acessível aos interessados em planejamento, gestão ou uso dos recursos hídricos (APAC, 2013).

Segundo Silveira et al. (2005) a questão de onde se construir uma barragem de forma ambientalmente adequada se insere no processo de discussão e elaboração do plano de bacia, pois, inevitavelmente, alterações ambientais de diferentes graus de intensidade ocorrem como consequência das obras e de sua entrada em operação. Por conseguinte, essas obras devem ser inventariadas em bases sustentáveis dentro do indissociável espaço ambiental, sendo que a unidade de planejamento é a bacia hidrográfica.

A contrariedade entre a construção de barragens e a conservação ambiental levou, no período de 1980 a 2000, ao estigma de que as barragens eram de difícil adequação ambiental e chegaram a ser consideradas como um ‘mal necessário’ quando não há como evitar sua construção. Os impactos ambientais gerados a partir da implantação de uma barragem em um local vêm sendo estudados desde o século passado, sendo significativa a experiência das empresas do setor energético ao longo da década de 1980 no Brasil (SILVEIRA et al., 2005).

Embora não se possa definir a magnitude dos impactos sem revisar diferentes aspectos e critérios de classificação desses impactos, encontram-se em uso diferentes classificações, utilizadas por diferentes entidades, baseadas na magnitude das obras, dos lagos e do número de pessoas atingidas.

Dentre os diversos impactos conhecidos na implantação dessas obras, têm-se alagamentos de cidades, povoados, sistema viário da região, linha elétricas e de comunicação, das propriedades rurais e suas culturas, criações e benfeitorias. Esses alagamentos causam inúmeros problemas sociais, o que exige a relocação e reassentamento das pessoas atingidas, e a desapropriação das terras nas áreas de influência do reservatório (MME, 2007).

Ainda segundo MME (2007), precedentemente a essa adequada interpretação dos ciclos da natureza, as barragens eram inseridas no meio sem a devida avaliação de impactos e, na prática, muitas vezes sem regras operacionais que efetivamente fossem aplicadas e profundamente estudadas.

Desta forma, é exatamente na compreensão do que significa uma barragem que surge o referencial para a sua aceitação como estrutura passível de fomento no contexto de um plano de desenvolvimento em bases ambientais. Deve conceber a esses empreendimentos como sistemas

dinâmicos que deve ter suas construções regras operacionais adequadas a realidade ambiental, social e econômica do espaço onde se insere (MME, 2007).

### 3.3 Impactos ambientais ocasionados pela construção de barragens

As barragens são empreendimentos que originam muitos impactos ambientais como: perdas de terrenos férteis, de biota e de infraestrutura pelo enchimento do reservatório e devido a alteração no ciclo hidrológico, perdas de fauna, flora, alterações no transporte de sedimentos, na qualidade do ar, poluição, entre outros (MME, 2007).

Pode-se definir os impactos causados na construção de barragens em duas grandes dimensões: a físico-biótica e a socioeconômica. A dimensão física biótica pode ser subdividida em três subgrupos. O primeiro compõe as interferências nos aspectos físicos na região abrangida pelo empreendimento, o segundo abrange interferências nos ecossistemas terrestres e o terceiro é composto pelas interferências nos sistemas aquáticos (MME, 2007).

Dentre os impactos que podem ocorrer nos aspectos físicos na região abrangida na dimensão físico-química estão: a diminuição na concentração de vegetação, alterações sobre o microclima regional e os sistemas aquáticos naturais com o aumento da superfície de evaporação, alteração na produção, transporte e acúmulo de sedimentos a montante e a jusante, cujos processos de erosão e sedimentação podem causar alterações no leito do rio; redução na velocidade de escoamento da água e retenção de sedimentos no reservatório; variabilidade dos níveis de água e retenção de sedimentos no reservatório; variabilidade dos níveis de água em função da barragem; estratificação térmica e redução da qualidade da água com a profundidade; alterações no subsolo devido à flutuação do lençol freático; infiltrações, principalmente em terrenos cársticos (de origem calcária); impactos geofísicos nos sistemas terrestres, formação de áreas degradadas e erosivas; contaminação dos solos pela acumulação de efluentes agrícolas e sanitários, tendência a eutrofização e liberação de gás carbônico e metano a partir do fundo do reservatório que podem contribuir para o aumento do efeito estufa. (MME, 2007).

Batista et al. (2014) relataram que a eutrofização pode ser definida como o aumento da fertilidade dos ambientes aquáticos provocado pela entrada excessiva de nutrientes, principalmente fósforo e

nitrogênio, nos corpos hídricos, levando ao crescimento acelerado de organismos aquáticos autotróficos (fitoplâncton e macrófitas), sendo esta uma das principais características deste fenômeno.

O processo de eutrofização pode ser natural ou artificial. Em condição natural, sem que haja interferência de atividades antrópicas, o aporte de nutrientes é trazido pelas chuvas e pelas águas superficiais que fluem e lavam a superfície terrestre, consistindo em um processo erosivo gradual e contínuo. Quando ocorre artificialmente (induzida pelo homem), o processo de eutrofização pode ser acelerado e os nutrientes podem ter diferentes origens, como: efluentes domésticos, efluentes industriais e atividades agrícolas, incluindo os efluentes de sistemas de criação de organismos aquáticos (ESTEVES, 1998).

O fenômeno de eutrofização é capaz de ocasionar uma série de consequências negativas sobre o ambiente natural, dentre elas (DEZOTTI, 2008):

- Aumento da demanda de oxigênio em corpos d'água para a degradação da matéria orgânica das plantas e algas, podendo acarretar na mortalidade de peixes e outros organismos aquáticos por asfixia;
- Aumento do custo de tratamento das águas eutrofizadas, podendo ainda torná-las inadequadas para diversos usos;
- Crescimento exagerado de macrófitas enraizadas podendo interferir na navegação, aeração e capacidade de transporte do corpo d'água.
- Acúmulo de vegetação no reservatório, em decorrência da eutrofização e do assoreamento, pode torná-lo cada vez mais raso, até vir a desaparecer. Vale ressaltar que este processo é irreversível, porém bastante lento;
- Interferências com a utilização recreacional do reservatório, com o aparecimento de tapetes de algas e elevada turbidez nas águas.
- Deposição de algas mortas no fundo do corpo dá água, ocasionando condições anaeróbias.

As interferências nos ecossistemas terrestre abrangem: alterações em áreas de significativo interesse ecológico, impacto sobre a fauna e flores terrestre, com possibilidade de perda de biodiversidade e de desaparecimento de fauna terrestre em razão da extinção de matas ciliares (essas matas



funcionam como ambiente de refúgio e como importantes sistemas de manutenção da diversidade biológica) e alterações na cobertura vegetal da área abrangência do empreendimento, fragmentação ou perda de ambientes, alterações no uso do solo com perda de áreas produtivas; alterações no uso da fauna e flora, ou perda de recursos florestais; e inundações de jazidas de recursos minerais (MME, 2007).

As interferências nos ecossistemas aquáticos envolvem: alterações no regime hidrológico e nas vazões; impactos sobre a fauna e flora aquáticas (dentre outros fatores, também em decorrência do desaparecimento de matas ciliares); perda de habitats como lagoas marginais ou de várzea; alterações nos estoques pesqueiros e fenômenos ecológicos, como por exemplo, a piracema, podendo levar a redução ou extinção de espécies, contaminação tóxica ou concentração de poluentes no reservatório devido ao acúmulo ou maior carga de efluentes urbanos (esgotos domésticos e resíduos sanitários) por insumos das atividades agrícolas (como fertilizantes e agrotóxicos), por resíduos da criação de animais, e mesmo efluentes indústrias, podendo gerar processos de eutrofização e grande concentração de metais pesados (MME, 2007).

Na dimensão socioeconômica os impactos causados são classificados em três subgrupos. O primeiro diz respeito a organização do território, o segundo abrange as interferências nas atividades econômicas e o terceiro se refere às principais pressões sobre as condições de vida (SILVEIRA et al., 2005).

Um dos maiores problemas sociais causados pela construção de barragens é a desapropriação e remoção de populações rurais e urbanas, comunidades indígenas e quilombolas de seus territórios de origem (SILVEIRA et al., 2005).

No Brasil não existem estatísticas oficiais quanto ao total de pessoas atingidas por barragens. O movimento de atingidos por barragens (MAB) calcula que esse número possa chegar a um milhão de pessoas, que em muitos casos nunca receberam qualquer tipo de compensação em termos de indenização financeira ou em projetos de reassentamento (REIS, 2007).

Entre outros impactos sobre a organização do território estão: alteração na rede urbana, em núcleos urbanos que podem ser atingidos completamente ou parcialmente; modificações em infraestrutura e

circulação local e regional de comunicações (estradas, pontes e outros acessos); especulação imobiliária; perda total ou parcial de patrimônios históricos, culturais e arqueológicos, interferências sobre a base territorial municipal (áreas atingidas no município) (VAINER, 2007).

Ainda de acordo com Vainer (2007), na área econômica podem ser citadas algumas interferências como: alterações na capacidade produtiva de grupos sociais, podendo causar diminuição de renda e aumento de desemprego; perda de terras férteis e de áreas de pastagens, com possível diminuição da produtividade agropecuária, perda de recursos minerais; perda de paisagens naturais com potencial turístico, possibilidade de aumento da dependência dos municípios de recursos financeiro externos. Em contrapartida, também há possibilidades que os usos múltiplos das águas permitam o surgimento de oportunidades econômicas e a oferta de mais empregos.

Já Silveira et al. (2005), concluíram que as condições de vida podem ser pressionadas, entre outros fatores, por: possibilidades de aumento de doenças devido à formação do reservatório (deslocamentos e expansão da distribuição geográfica de vetores de doenças, como dengue, zika, chikunguya, esquistossomose, leishmaniose, entre outras); riscos epidemiológicos e de ecologia humana pela intensificação do fluxo migratório de pessoas, serviços de saúde sobrecarregados; falta de adaptação de populações removidas aos novos locais de moradia, a novas atividades de trabalho, ou dificuldades para conseguir trabalho, resultando em efeitos psicológicos, contaminação de reservatórios devido ao acúmulo ou maior carga de efluentes sanitários, por insumos das atividades agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos, e por resíduos da criação de animais, podendo gerar eutrofização; alterações da produção, transporte e acúmulo de sedimentos a montante e a jusante, cujos processos de erosão e sedimentação podem causar alterações no leito do rio; alterações nos estoques pesqueiros e fenômenos ecológicos, como a piracema, podendo levar a redução de espécies.

Com as mudanças trazidas nas legislações ambientais e de recursos hídricos surgem novas regras para a elaboração de projetos e junto com essas novas regras surgem a necessidade de incorporar o componente ambiental como variável de viabilidade dos empreendimentos.

Mas como deve ser considerada a variável ambiental nos projetos, como contemplar as diferentes interações interdisciplinares necessárias ao conhecimento do ambiente ou como procurar obter e

quais variáveis devem ser estudadas e caracterizadas? (SILVEIRA et al., 2005).

De acordo com Silveira et al. (2005), as variáveis ambientais abrangem componentes físicos, bióticos, técnicos, econômicos financeiros e socioculturais de um espaço geográfico, elas devem estar inter-relacionadas para subsidiar o estabelecimento de alternativas locacionais mais apropriadas para a instalação de empreendimentos, objetivando maximizar a geração de riquezas e o mais importante minimizar os impactos negativos resultantes.

Também devem levar em consideração no processo de tomada de decisão referente a implantação das barragens, não somente a análise de risco ambiental, mas também o processo de licenciamento. Como constituinte do processo de licenciamento, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), objetiva a partir de uma base sólida de informações, subsidiar a administração pública quando da tomada de decisão quanto a licenciar ou não o empreendimento.

No panorama da legislação dos recursos hídricos, a questão do licenciamento deve ser remetida para o Plano de Recursos Hídricos em nível de bacia hidrográfica, uma vez que o plano se constitui em um instrumento de gestão, que visa à implantação a longo prazo de um conjunto de ações voltadas tanto à recuperação e à proteção ambiental quanto ao fomento hidráulico do uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos (APAC, 2013).

As barragens necessitam de licenciamento ambiental, o qual só é concedido após estudos ambientais que, dependendo do porte da obra, podem necessitar de Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) ou estudos básicos simplificados.

Os EIA/RIMA são os documentos que analisam as alternativas técnicas e locacionais do empreendimento, devendo considerar, inclusive, a hipótese de não instalação. O escopo dos estudos compreende a definição das áreas de influência direta e indiretas do empreendimento, para os meios físico, biótico e socioeconômico, o diagnóstico ambiental dessas áreas, a análise integrada dos diversos meios, a análise dos impactos ambientais, a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias e a conclusão sobre a viabilidade ambiental do empreendimento. O RIMA é o resumo elaborado em linguagem acessível ao público leigo, dos conteúdos presentes nos EIA. Para análise dos documentos, pode o órgão ambiental requerer audiência pública, a fim de levantar

subsídios à decisão sobre o licenciamento (SILVA, 2016).

O Plano Básico Ambiental (PBA) tem como objetivo apresentar os programas ambientais propostos no EIA/RIMA bem como os programas ambientais e condicionantes listadas na licença prévia. Esse plano tem como finalidade detalhar o sistema de controle ambiental incluindo os programas de salvamento de fauna e flora, educação ambiental, indenização e desapropriação da população afetada, reassentamento, arqueologia, limpeza e desinfecção da bacia de acumulação, recuperação de áreas degradadas, entre outros (SILVEIRA et al., 2005).

Segundo Silva (2016) os relatórios de execução dos programas ambientais e/ou das exigências constantes na licença de operação devem conter os resultados dos programas ambientais determinados para cada fase de operação, a fim de que se possa avaliar os impactos ambientais realmente existentes e fazer correções de rumo a gestão ambiental do empreendimento.

Para se construir um grande empreendimento é necessário cumprir algumas fases do licenciamento ambiental que no Brasil segundo a Resolução CONAMA 01/86 e Resolução CONAMA 237/97, é constituído em três fases: a Licença Prévia (ou de Localização, LP ou LL), Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO).

Segundo Silva et al.(2018) a Licença Prévia é concedida na fase preliminar do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos atendidos nas próximas fases de sua implementação e Licença de Instalação é concedida com base no projeto executivo aprovado, autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.

Salienta ainda que a Licença de Operação autoriza a operação da atividade ou empreendimentos após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores (compatibilidade da instalação com o previsto na Licença Prévia e na Licença de Instalação e com medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para operação).

### 3.4 Estudos e fases do licenciamento ambiental aplicado as barragens

Anteriormente a aprovação das leis que instituíram os planos de bacia hidrográfica como instrumentos de gestão de recursos hídricos e ambientais, as fases eram em número de quatro: inventário, viabilidade, projeto básico e projeto executivo. Com o novo ordenamento legal, pode-se admitir que as fases passaram para cinco, já que há a necessidade de aprovação das alternativas selecionadas como parte do Plano de Bacia (SILVA et al., 2018).

A fase de inventário, constitui-se na fase inicial dos estudos e visa identificar os locais mais favoráveis para a implantação das barragens na bacia ou região. Essa identificação deve considerar tanto os diversos potenciais de usos múltiplos, quanto os possíveis impactos ambientais e limitações físicas (cidades, estradas, jazidas, patrimônio arqueológico, terras indígenas, etc.). Isto significa potencializar os benefícios do conjunto de obras, aliados à redução de efeitos negativos sobre o meio ambiente. Conforme Silveira et al. (2005), a dificuldade da otimização de todas as variáveis se deve a sua multiplicidade e, principalmente, às possíveis alterações futuras da importância relativa dessas variáveis.

Segundo Marques Filho e Geraldo (1998), os estudos na fase de inventário “são de natureza ampla, regional, abrangendo um rio inteiro ou uma bacia hidrográfica”. Eles são realizados a partir de dados existentes e levantamentos bibliográficos, complementos com informações de campo e pautados em estudos básicos como os hidrometeorológicos, os bióticos, os geológicos, os geomorfológicos, os pedológicos, os hidroagrícolas, os energéticos e/ou de outros usos da água. O resultado das pesquisas é a apresentação de características, estimativas de custo, índices custos – benefícios e índices ambientais, mesmo sem contar com grandes recursos de prospecção. Cada alternativa de projeto se caracteriza pela seleção de um trecho do rio, ficando o detalhamento da localização exata da obra para as fases posteriores de projeto.

Segundo Silva (2008) a fase de aprovação do plano de bacia é a etapa na qual o conjunto de alternativas identificadas pelos estudos de inventário da bacia hidrográfica é apresentada ao Comitê de Bacia para apreciação e aprovação. Cabe ao Comitê aprovar na íntegra o conjunto apresentado, aprovar parcialmente ou não aprovar. As alternativas elencadas e aprovadas podem, então, ser

objeto de estudo nas fases posteriores. Essa etapa de submissão à sociedade, pelo bom senso, deve vir antes da fase de estudo de viabilidade, devido ao risco pequeno, mas existente, de ser uma alternativa de não interesse para a bacia e, por consequência, transforma-se em perda significativa dos recursos investidos. Porém, nenhum impedimento legal há em levar ao comitê de bacia as propostas de inclusão no plano de bacia, de obras cujos estudos de viabilidade (fase posterior dos estudos de engenharia) já tenham sido realizados.

Conforme exemplifica o Tribunal de Contas da União (2014), a fase de viabilidade é realizada individualmente para cada alternativa aprovada no plano, objetivando determinar a importância para as múltiplas possibilidades de aproveitamento. Os estudos desta fase caracterizam-se por análises técnicas e econômicas comparativas entre possíveis alternativas locais de eixo dentro de cada trecho inventariado (ou alternativa obtida na fase de inventário), bem como de definição de diversos arranjos adequados de obras civis. Para isto, são detalhados os estudos hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geotécnicos e topográficos; são feitas análises das obras de infraestrutura local e regional necessárias à sua implantação, do seu reservatório e respectiva área de influência; são realizados pré-dimensionamentos civis e eletromecânicos; são quantificados os usos da água e identificadas e quantificadas as ações ambientais necessárias à mitigação dos impactos negativos da implantação da obra.

O detalhamento dos estudos deve ser suficiente para permitir um adequado pré-dimensionamento das obras e ações que devem ser implementadas de tal modo que possibilite, com segurança, processar as análises comparativas entre as diversas alternativas (SILVA, 2008).

Ainda segundo Silva (2008) o arranjo geral de obras mais vantajoso, sob o ponto de vista técnico, econômico e ambiental, é o projeto de detalhamento na fase seguinte. Esta fase culmina com a seleção precisa do local da obra, tipo de barragem e arranjo geral.

O projeto básico é fase de aprofundar o detalhamento da obra. Nesta fase, são realizados dimensionamentos, memoriais descritivos da obra, especificações técnicas, plantas e cortes das estruturas e equipamentos permanentes, cronograma e orçamento. O produto desta fase oferece embasamento necessário aos processos de licitação das obras, além de permitir aos vencedores das licitações a implantação do empreendimento diretamente ou através de contratação de outras

companhias. Nesta fase, realiza-se também o Projeto Básico Ambiental (TCU, 2014).

O projeto executivo é, então, a fase de detalhamento tanto de obras civis como de equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos necessários à execução da obra e à montagem dos equipamentos. Nesta etapa, são tomadas todas medidas pertinentes à implantação de barragens. O projeto executivo inicia junto com a obra, pois à medida que se iniciam as escavações, novos elementos relativos as fundações das estruturas das obras vão surgindo e, então, pode-se definir com precisão as cotas de escavações e assentamentos das estruturas com mínimos detalhes e efetuar o dimensionamento correto dos elementos constituintes das obras da barragem. Tradicionalmente, é nesta fase que se faz o detalhamento das estruturas de concreto armado. São considerados como integrantes desta fase os estudos de estabelecimento das regras operativas da barragem (esses estudos são realizados em paralelo com o detalhamento da obra, mais poderiam ser considerados como uma sexta etapa do processo), (TCU, 2014).

O licenciamento ambiental consiste em um instrumento de prevenção e fiscalização instituído e regulamentado pela Lei Federal n. 6.938, de 1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente. O licenciamento é um processo administrativo pelo qual órgãos competentes em esfera federal, estadual ou municipal licencia a localização, instalação, operação, ampliação de obras, empreendimentos e atividades que possam ocasionar poluição e/ou degradação ambiental.

As barragens necessitam de licenciamento ambiental, sejam pequenas ou grandes, o qual só é concedido após estudos ambientais que, dependendo do porte da obra, podem necessitar de Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) ou estudos básicos simplificados.

Os EIA/RIMA são os documentos que analisam as alternativas técnicas e locacionais do empreendimento, devendo considerar, inclusive, a hipótese da não instalação. O escopo dos estudos compreende a definição das áreas de influência diretas e indiretas do empreendimento para os meios físico, biótico e socioeconômico, o diagnóstico ambiental dessas áreas, a análise integrada dos diversos meios, a análise de impactos ambientais, a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias e a conclusão sobre a viabilidade ambiental do empreendimento. O RIMA é o resumo elaborado em linguagem acessível ao público leigo, nos conteúdos presentes nos EIA. Para

a análise dos documentos, pode o órgão ambiental requerer audiência pública, a fim de recolher subsídios à decisão sobre o licenciamento (SILVEIRA et al., 2005).

Ainda segundo Silveira et al. (2005), o PBA é o Plano Básico Ambiental ou PCA Plano de Controle Ambiental. Esse plano deve detalhar os programas ambientais expressos no EIA/RIMA bem como aqueles programas e ações listados como condicionantes da Licença Prévia. Esse plano deve detalhar, em especial, o sistema de controle ambiental que acompanha toda a instalação do empreendimento, incluindo os programas de monitoramento, salvamento de fauna e flora, educação ambiental, desapropriação e indenização, limpeza e desinfecção da bacia de acumulação, entre outros.

Os relatórios de execução dos programas ambientais e/ou das exigências constantes na licença de operação devem conter os resultados dos programas ambientais determinados na fase de operação do empreendimento, a fim que se possa avaliar os impactos ambientais que realmente existem e realizar as correções de rumo na gestão ambiental do empreendimento.

No geral o barramento de grande impacto como a barragem de Serro Azul segue os estudos demonstrados no Quadro 01 e o fluxo de procedimentos apresentados na Figura 02.

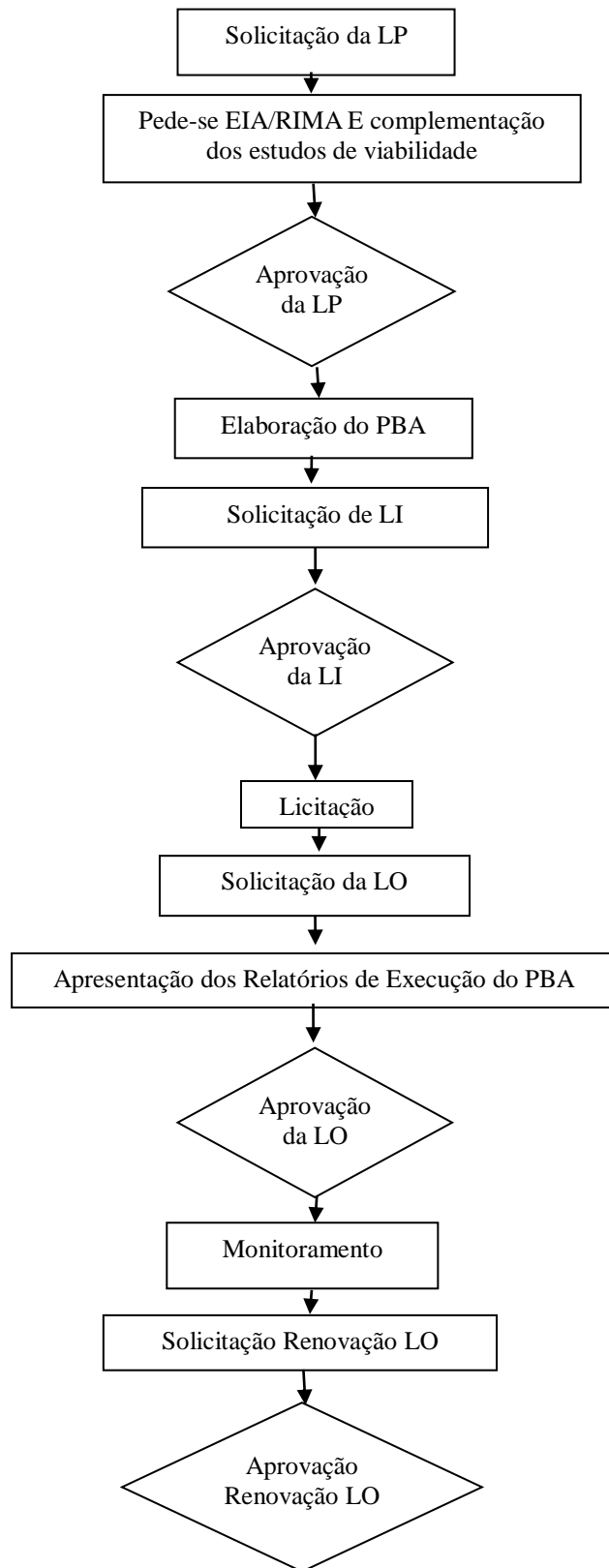
Quadro 01 – Estudos exigidos para o licenciamento ambiental

Tipo de licença	Estudos exigidos
LP	EIA/RIMA
LI	PBA
LO	Relatórios de execução dos programas ambientais
Renovação da LO	Relatórios de execução dos programas ambientais e/ou das exigências constantes na licença de operação anterior

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA 06/87



Figura 02: Fluxograma dos procedimentos para o licenciamento ambiental



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

### 3.5 Supressão vegetal e exploração mineral na construção de barragens

A construção dos reservatórios causa grandes impactos, dentre esses a supressão vegetal. Entende-se por supressão vegetal a substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas do solo, como atividade agropecuárias, industriais e de geração e de transmissão de energia, de mineração e de transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação urbana. Em barragens se faz necessário a supressão da vegetação para a construção de estruturas como: o canteiro de obras, abertura de acessos, limpeza da área do eixo da barragem, movimento de terras (escavação, corte, aterros e bota-fora), construção e remoção de ensacadeiras (desvio do rio), movimentos de máquinas e dos trabalhadores da obra, exploração de jazidas, limpeza do reservatório (remoções e destoca), enchimento do reservatório como foi previsto no Estudo de Impacto Ambiental (WOLFGANG ; NUNES DE MELO, 1990).

No EIA/ RIMA da barragem Serro Azul foram levantados os impactos a flora terrestre, dentre esses impactos a supressão de vegetação. A partir do levantamento desses impactos foi criado o Programa de supressão e limpeza do reservatório.

Esse tipo de programa tem como objetivo promover a diminuição da matéria orgânica proveniente da biomassa existente na área alagada para a formação da bacia de acumulação do reservatório. Trata de ações de desmatamento e limpeza que se justificam pelo fato da inundação da biomassa vegetal ocasionar, segundo Esteves (1998), alterações físicas e químicas do ecossistema aquático, como o aumento do grau de trofia das águas do reservatório e o aumento da concentração de gás sulfídrico, resultante da decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias, o que pode aumentar a acidez das águas e, eventualmente, aumentar a probabilidade de danos nas estruturas hidráulicas do reservatórios.

A retirada da vegetação é de suma importância para a proteção da qualidade da água acumulada no reservatório, por meio da redução do volume de biomassa que será submersa, reduzindo a incorporação de nutrientes e, minimizando o potencial de proliferação de algas e plantas aquáticas (ITEP, 2011).

Segundo Itep (2011) haverá uma redução nas taxas de formação de gases resultantes da decomposição anaeróbica da biomassa submersa minimizando os efeitos corrosivos nos equipamentos metálicos e nos componentes hidráulicos do reservatório, além do que, haverá uma melhor qualidade da água além de melhorar as condições e possibilitar o uso múltiplo das águas e das adjacências do futuro reservatório.

Com a supressão da vegetação os fragmentos vegetacionais remanescentes ficam mais reduzidos e sujeitos a um maior efeito de borda. Conseqüentemente ocorre mudança na composição florística no sentido borda-interior do fragmento, ficando a borda sujeita a ação de espécies exóticas e às vezes invasoras, que monopolizam os espaços e impedem a dinâmica natural das populações vegetais remanescentes e de menor habilidade competitiva. Além disto, fragmentos florestais de terra firme podem se tornar ciliares com a chegada da água até a borda dos mesmos. Conseqüentemente, os indivíduos das populações vegetais que não tenham condições de sobreviver em condições de anoxia, provocada pelo alagamento, vão morrer e as populações terão redução de tamanho ou até poderão desaparecer com o passar do tempo (GREENTEC, 2017).

Com a supressão da vegetação ocorre o risco de perda de biodiversidade, sobretudo para as populações com baixa frequência de ocorrência na comunidade vegetal impactada. A supressão desencadeia outros impactos biológicos em efeito cascata que leva a perda de características das populações vegetais remanescentes, como por exemplo: perda de variabilidade genética; redução do tamanho das populações remanescentes; interrupção do fluxo gênico e de alguns mecanismos de dispersão e redução do tamanho das populações remanescente (ITEP, 2011).

A madeira resultante da supressão vegetal possibilita o aproveitamento econômico dessa biomassa vegetal, ou pode ser aproveitada socialmente sendo doada para a população ao entorno das áreas atingidas pelo empreendimento (ITEP, 2015).

Ainda segundo o ITEP (2015), como medida de compensação florestal devido aos impactos causados pela remoção dos ecossistemas florestais é indicado o plantio de mudas e o reflorestamento nos fragmentos remanescentes e em áreas abertas que apresentam potencial de regeneração, em uma nova área de preservação permanente no entorno do lago do reservatório.

Já em relação a exploração mineral, para a construção de empreendimentos como reservatórios artificiais são efetuados trabalhos de investigação geotécnica com objetivo de identificar jazidas de solos, filtros, drenos ou transições, bem como de potenciais pedreiras, destinadas ao fornecimento e utilização de agregados para a fabricação de concretos, argamassas e enrocamentos. As jazidas para obtenção dos materiais a serem utilizados na construção da barragem devem, sempre que possível, estar localizadas no interior do reservatório, de modo a diminuir a sua distância às obras e a reduzir os impactos ambientais (ITEP, 2011).

A interação homem-ambiente, a partir da análise dos impactos que possam ser provocados pela implantação de um empreendimento mineral, levanta problemáticas que se constituem indicadores importantes para que sejam estabelecidas novas formas de relação nos processos de desenvolvimento da região a ser explorada (IBRAM, 2013).

Ainda segundo Ibram (2013) em virtude desses fatores, se torna obrigatória a utilização de tecnologias que controlem os efeitos degradadores do meio ambiente, sem ocasionar a expulsão, quase sempre obrigatória, do homem. É fundamental que esse processo torne-se prática na implantação de qualquer atividade industrial, assim como também devem ser criadas novas formas de incentivo para subsidiar a pesquisa de novas tecnologias direcionadas ao aproveitamento dos recursos naturais.

Os principais impactos ambientais decorrentes da exploração de pedreiras, caracterizam-se em: impacto visual, vibrações e ruídos, ultra lançamento de fragmentos, resíduos sólidos, resíduos líquidos e resíduos atmosféricos.

Os efeitos ambientais estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como à abertura da cava, (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local), ao uso de explosivos no desmonte de rocha (sobre pressão atmosférica, vibração do terreno, ultra lançamento de fragmentos, fumos, gases, poeira, ruído), ao transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), afetando os meios como água, solo e ar, além da população local (IBRAM, 2013).

Os impactos gerados pela mineração podem ser controlados pela adoção de medidas preventivas e corretivas. O controle preventivo pode evitar a ocorrência ou minimizar os efeitos negativos dos

impactos. *“Já está comprovado que as medidas preventivas representam custos expressivamente menores comparados aos custos necessários para realizar correções posteriores”* (IBRAM, 2013).

As principais operações desenvolvidas numa pedreira são: retirada de expurgo, perfuração utilizando martelotes e /ou perfuratrizes pneumáticas, extração do bem mineral, utilizando explosivos variados, fogacheamento para redução de blocos maiores, utilizando explosivos. O processo de beneficiamento compreende: britagem, rebritagem, peneiramento, e estocagem de produtos em pilhas ao tempo ou em silos e transporte do material para o seu destino (SEABRA; CORRALES, 2014)

As medidas de controle ambiental se caracterizam como alternativas passíveis de reduzir a índices aceitáveis, permitidos pela Legislação Ambiental os impactos ambientais (muitas vezes, inevitáveis), a serem promovidos, quando da instalação de qualquer atividade mineral.

## 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada uma revisão da literatura sobre os temas em estudo, assim como foi analisado o processo de implantação dos empreendimentos, adotando-se como base para análise, os Estudos de Impacto Ambiental e seus respectivos Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) na área de supressão vegetal e exploração mineral, suas medidas de mitigação elaboradas durante o processo de licenciamento ambiental, e os programas ambientais para mitigar esses impactos, entre outros documentos como: inventário florestal; relatório de supressão vegetal; autorização de supressão vegetal, licenças ambientais.

O levantamento dos demais dados foi realizado por meio de pesquisas nos órgãos direta e/ou indiretamente responsáveis pela implantação dos empreendimentos: Secretária Executiva de Recursos Hídricos (SERH), Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

Além disto, foram realizadas visitas *in loco*, objetivando a observação desses impactos ambientais. Para melhor detalhamento do processo de licenciamento, implantação e monitoramento da barragem em análise.

### 4.1 Caracterização da área de estudo

#### 4.1.1 Bacia hidrográfica do rio Una

O presente estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Una (Figura 03), especificamente na Mata Sul do estado de Pernambuco, região que sofre por eventos extremos climáticos, como chuvas intensas que provocam inundações.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (PERH-PE, 1998), a bacia hidrográfica é a unidade geográfica utilizada para planejar, avaliar e controlar os recursos hídricos. Para atender a esta determinação o território pernambucano foi dividido em 29 Unidades de Planejamento (UP), composto de 13 bacias (rios Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Pajeú, Terra Nova, Brígida, Garça e Pontal), que são as que apresentam maior relevância em relação ao contexto hídrico do Estado. Além dessas bacias existem outras que

foram agrupadas, em função de seu pequeno tamanho, constituindo os assim chamados “grupos de bacias hidrográficas de pequenos rios” (APAC, 2018).

A bacia hidrográfica do rio Una (UP 5) está situada entre 8° 17'14" e 8° 55' 28" de latitude Sul, e 35° 07'48" e 36° 42'10" de longitude a Oeste de Greenwich. No espaço territorial do estado de Pernambuco se encontra localizada na porção Sul da região litorânea (CPRM/ PRODEEM, 2005).

Por sua configuração, estende-se desde a região Agreste até o litoral do Estado. Essa unidade hídrica faz parte de áreas de duas mesorregiões (Agreste Pernambucano e Mata Pernambucana), de quatro microrregiões (Vale do Ipojuca, Garanhuns, Brejo Pernambucano e Mata Meridional Pernambucana) e de três regiões de desenvolvimento: Agreste Meridional, Agreste Central e Mata Sul. Limita-se ao Norte, com as bacias hidrográficas dos rios Ipojuca e Sirinhaém; ao Sul, com a bacia hidrográfica do rio Mundaú, o estado de Alagoas e o quinto grupo de bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos (CPRM/ PRODEEM, 2005).

Figura 03: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Una



Fonte: CONDEPE/FIDEM, (2006).



O rio Una nasce na serra da Boa Vista situada em áreas do município de Capoeiras, a uma altitude de 900 m. O seu curso tem de uma maneira geral a direção Oeste-Leste. Percorre aproximadamente 255 km até o seu encontro com o oceano Atlântico. Apresenta-se com escoamento intermitente até o espaço territorial do município de Altinho, quando, torna-se perene. Essa perenização é provocada essencialmente pelo aumento dos índices pluviométricos. Os principais tributários do rio Una são: margem direita, os riachos Salobro, Salgadinho, Quatis, da Mandioca; os rios Chata, Pirangi e Jacuípe e à margem esquerda, os riachos Games, Gravatá e Exú e os rios Mentiroso, Maracujá, Camevô, Preto, Camocim-Mirim e José da Costa (MARQUES FILHO; GERALDO, 1998).

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (2005), a região oriental da unidade hídrica apresenta formas de relevo bem distintas: planície (com cotas altimétricas inferiores a 100 m), correspondente à faixa costeira e outra formada por um conjunto de morros e colinas, de formato malemolar, que se estende até as proximidades do planalto da Borborema, no espaço territorial dos municípios de Maraiá, Catende e Palmares (as altitudes chegam até 300 m). A partir desse ponto na parte ocidental da bacia (sobre o planalto da Borborema), localizam-se superfícies aplainadas com altitudes variando entre 400 e 700m.

O clima da região onde estão situadas as unidades hídricas em estudo está caracterizado da seguinte forma: na área costeira, localizada na Zona da Mata (estão localizadas nessa faixa parte da bacia do rio Una e integralmente os Grupos de Bacias GL 4 e GL 5), apresenta-se quente e úmido, com totais anuais de precipitação elevados (superiores a 1.000 mm). Os maiores índices pluviométricos têm duração de seis meses, iniciando-se no mês de março e prolongando-se até julho/agosto (SEABRA; CORRALES, 2014).

As áreas do Agreste mais próxima do Sertão, têm o mês de março como o mês mais chuvoso (a precipitação anual média está entre 600 e 800 mm), salientando-se que essas precipitações são menos concentradas do que no Sertão. Já nas áreas da região localizadas próxima da Zona da Mata, o mês mais chuvoso é junho (APAC, 2018).

Na porção oriental da bacia cuja maior parte se localiza na Zona da Mata, apresenta vegetação do tipo floresta perenifólia tropical atlântica, hoje já bastante degradada pela ação antrópica para atender a exploração da cultura da cana-de-açúcar (ITEP, 2011).

Os solos mais expressivos da bacia hidrográfica do rio Una são: Planossolos, Regossolos, Vertissolos, Solos Litólicos, Podzólicos Distróficos, Latossolos Distróficos e Areias Quartzosas Marinhas. A porção semiárida da bacia, já situada no Agreste, encontra-se ocorrência de Regossolos (REe e REd), Planossolos (PL), Vertissolos (V) e Solos Litólicos (Re), que têm no geral potencial de aproveitamento econômico com pastagem e com agricultura (CPRM/ PRODEEM, 2005).

Os principais impactos ambientais que afetam os recursos hídricos da bacia do rio Una, Grupo de Bacias GL 4 e GL 5 são: lavagem de pulverizadores, polvilhadeiras e embalagens de defensivos agrícolas nas águas dos rios; descarga de efluentes domésticos; retirada de areia e pedras do leito de vários rios da bacia; construção de edificações (residências, entre outras), próximas aos cursos d'água e nas áreas de proteção dos barramentos (nas margens a montante); poluição atmosférica produzida pela emissão de fuligem decorrente da queima do bagaço de cana de açúcar nas caldeiras das usinas; plantio de cana-de-açúcar e outras culturas às margens dos rios; lançamento de efluentes oriundos de matadouros públicos e clandestinos localizados às margens dos rios em vários municípios; captação desordenada de água dos rios; uso de agrotóxicos nos plantios de cana-de-açúcar, e outras culturas localizados às margens dos rios e no entorno dos barramentos; desmatamento das áreas de nascentes e das matas ciliares; presença de lixões nas proximidades de cursos d'água; criatório de suínos, bovinos e aves nas áreas ribeirinhas, com os seus dejetos lançados nos rios; lançamento de lixo doméstico, pela população, diretamente na calha dos rios e riachos; descarga de efluentes da lavagem de veículos (lava-jato) nos cursos d'água; lançamento de esgoto público nos mananciais; efluentes de curtumes e agroindústrias lançados nos rios e aterramento em áreas da foz do rio una (ALBUQUERQUE; GALVÍNCIO, 2010).

O comitê da bacia do rio Una foi instalado em 2004, e desde então vem realizando reuniões periódicas itinerantes nos municípios que compõem a sua área de abrangência. A Diretoria Executiva é formada por 01 (um) Presidente, 01 (um) Vice-Presidente e 01 (um) Secretário Executivo (APAC, 2018).

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Una (COBH-UNA) representa os interesses diretos dos municípios participantes da área da bacia hidrográfica, dos usuários de águas, da sociedade civil organizada, do poder legislativo (câmaras municipais), poder executivo (prefeituras) dos respectivos municípios e dos órgãos técnicos representativos do poder público estadual e federal (APAC, 2018).

#### 4.1.2 Barragem de Serro Azul

Entre os dias 17 e 19 de junho de 2010, 67 municípios da Mata Pernambucana, do Agreste e Região Metropolitana do Recife foram atingidos por fortes chuvas durante a que foi considerada a pior temporada chuvosa da década (CIRILO, 2011). Como resultado do fenômeno Onda Leste, caracterizado pela conjunção de ventos fortes do oceano em direção ao interior do Estado, por uma grande concentração de nuvens nas cabeceiras dos rios e por um aquecimento acima do esperado da massa do oceano Atlântico, em 24 horas choveu 180 milímetros na região, cerca de 70% do volume esperado para o mês de junho (BANCO MUNDIAL, 2011).

Segundo o Atlas de Desastres Naturais (2013), o município de Palmares foi atingido por inundações de grande intensidade nos anos de 2000, 2004, 2005 e 2010, sendo este último ano o mais intenso, chegando a mais de 219 milímetros somente no mês de junho.

Por incidir em um período de tempo curto, esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, provocando danos materiais e intensos do que as inundações graduais. Esta afirmação é legitimada pelos dados da Defesa Civil que afirmaram que cerca de 740 mil pessoas foram afetadas pelo desastre em todo o estado de Pernambuco, correspondendo a 9% da população total. (SILVA et al., 2018). O grande volume de chuvas concentrados atingiu e destruiu principalmente alguns municípios da Mata Sul do Estado e dentre eles destacam-se: Belém de Maria, Catende, Palmares, Água Preta e Barreiros.

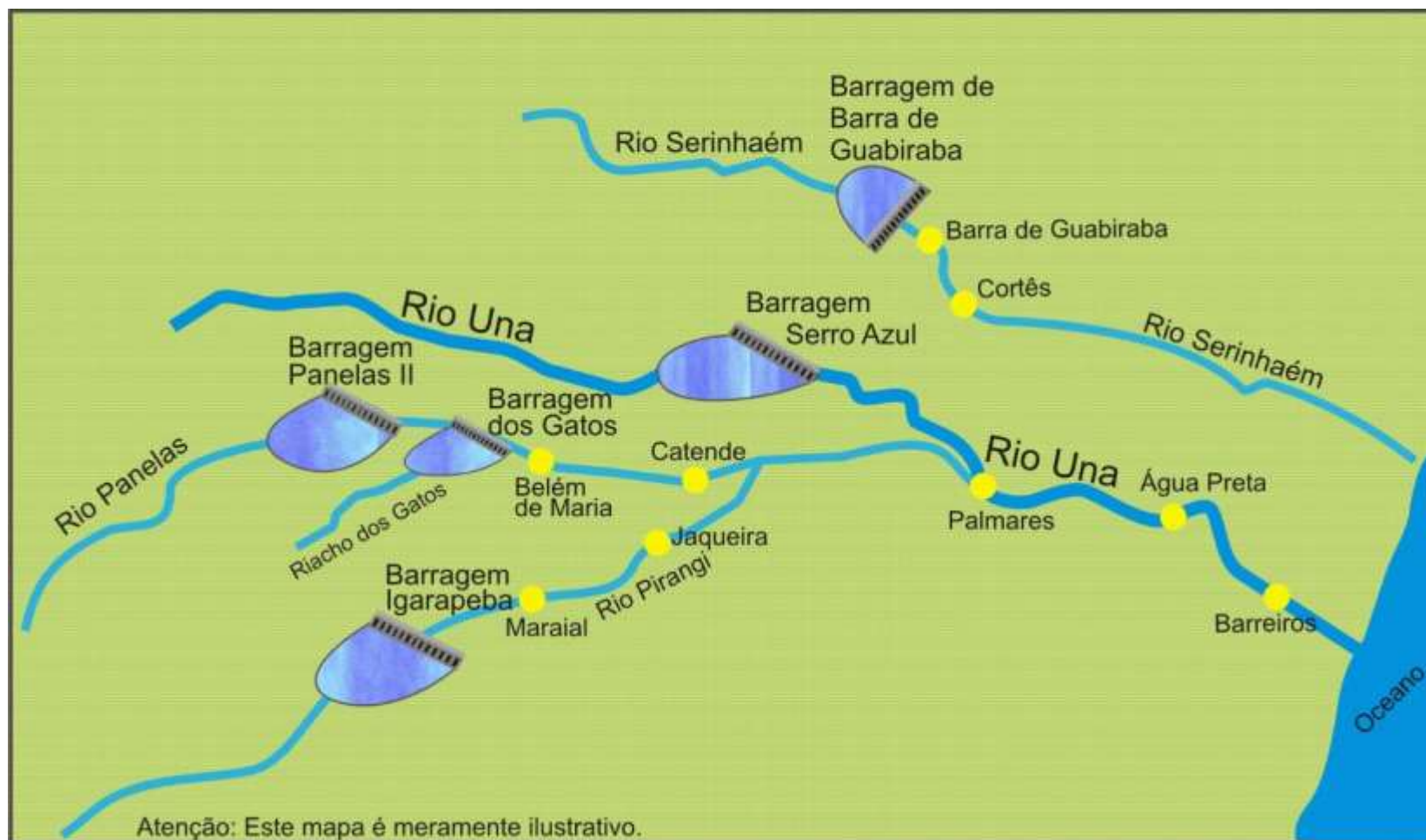
Os desastres ocorrem nos municípios que recebem diretamente o impacto dos eventos extremos da natureza e os de origem antrópica. Neste sentido, a gestão e o estudo de desastres, especificamente dos que se relacionam, direta ou indiretamente com as chuvas, inundações, enxurradas continua sendo um assunto atual e urgente, constituindo-se em um sério e crescente desafio para o desenvolvimento (LOPES JÚNIOR, 2015).

Segundo a APAC (2018) o município de Palmares foi um dos mais atingidos pelas chuvas de 2010, sendo parcialmente destruído em decorrência delas. No município de Palmares passam o rio Pirangi e o rio Una, ambos localizados na unidade de planejamento UP 5 - bacia hidrográfica do rio Una. Nessa época, a bacia do Una recebeu mais de 150 mm<sup>3</sup> de chuvas em um único dia e mais de 400

mm<sup>3</sup> em quatro dias, o que causou uma catástrofe de grandes dimensões, levando a mortes e destruição que tiveram repercussão nacional e internacional.

De forma a solucionar a questão das inundações na bacia do rio Una foram tomadas medidas emergenciais e o governo do estado de Pernambuco viabilizou a implementação de um sistema de contenção de enchentes na bacia desse rio (Figura 04), que consiste na construção de cinco barragens com a finalidade de resolver definitivamente o problema cíclico das inundações da Mata Sul: 1) Barragem de Panelas II (Rio Panelas – município de Cupira); 2) Barragem Gatos (Riacho dos Gatos – município de Lagoa dos Gatos), 3) Barragem de Igarapeba (rio Pirangi – município de São Benedito do Sul) e; 4) Barragem Serro Azul (rio Una – municípios de Catende, Bonito e Palmares) e São Bento do Una. A previsão é que essas barragens possam acumular até 180 milhões de m<sup>3</sup> de água (ITEP, 2011).

Figura 04: Ilustração do Sistema de Controle de Cheias da Mata Sul de Pernambuco



Fonte: SERH, (2011).

A barragem Serro Azul foi implantada na bacia do rio Una, considerada uma das mais importantes do estado de Pernambuco, cobrindo uma superfície de 6.295,77 km<sup>2</sup>, onde estão inseridas as áreas totais ou parciais de 42 municípios. Limita-se ao Norte, com as bacias dos rios Ipojuca e Sirinhaém, e o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos (quatro); ao Sul, com a bacia do rio Mundaú, no estado de Alagoas, o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos (cinco) e o grupo de bacias de pequenos rios interiores (um); a Leste, com o Oceano Atlântico, a bacia do rio Sirinhaém e, a Oeste, com as bacias dos rios Ipojuca e Ipanema (APAC, 2017).

Para a construção do empreendimento supracitado, a análise de alternativas para a escolha da solução técnica e economicamente mais viável para a construção da barragem Serro Azul levou em consideração os seguintes fatores: custo, capacidade de acumulação, velocidade de construção e população beneficiada. Com base nestes aspectos, a alternativa que se mostrou mais indicada, satisfazendo, portanto, os critérios citados a construção de uma barragem em concreto compactado a rolo – CCR, a qual aproveita ao máximo as condições do terreno local e atende às necessidades primordiais de controle de cheias. (RIMA, 2011)

A barragem foi projetada visando o represamento de 303 milhões de m<sup>3</sup> de água, sendo a quinta maior barragem do Estado e maior do sistema de controle de cheias da Mata Sul, possuindo a finalidade principal de conter inundações na região de Palmares, inundando uma área máxima de 907 ha. Além de proteger as cidades contra as inundações, possibilitou regularizar uma vazão de 850 L/s, para outros usos (abastecimento humano, irrigação, lazer, pesca). Conforme o Quadro 02, Serro Azul é a quinta maior barragem em capacidade de acumulação de água do estado de Pernambuco.

Quadro 02: Ranking das maiores barragens de abastecimento humano e controle de inundações em capacidade de acumulação de Pernambuco.

<b>Posição</b>	<b>Barragem</b>	<b>Localização</b>	<b>Capacidade de acumulação de água (m³)</b>
1º	Engenho São Francisco Sabóia	Ibimirim, represa águas do Rio Moxotó	504 milhões
2º	Entremontes	Parnamirim, represa de águas do Rio São Pedro	339,3 milhões
3º	Jucazinho	Surubim, represa de águas do Rio Capibaribe	327 milhões
4º	Serrinha II	Serra Talhada, represa águas do Rio Pajeú	311 milhões
5º	Serro Azul	Palmares, represa águas do Rio Una	303 milhões
6º	Carpina	Lagoa do Carmo, represa águas do Rio Capibaribe	270 milhões
7º	Chapéu	Parnamirim, represa águas do Rio Brígida	188 milhões
8º	Saco II	Santa Maria da Boa Vista, represa águas do Rio Garças	123,5 milhões
9º	Tapacurá	São Lourenço da Mata, represa águas do Rio Tapacurá	94,2 milhões

Fonte: ANA (2017).

A barragem de Serro Azul está situada no distrito de Serro Azul a uma distancia de 18 km do centro do município de Palmares, entre as áreas do Engenho Verde e do Engenho Serro Azul. A barragem é inserida em três municípios: Bonito, Catende e Palmares, com uma área de inundação de aproximadamente 907 hectares (Figura 4). Para esse empreendimento foi previsto o orçamento inicial de R\$ 302 milhões, além de outros custos como a desapropriação, por exemplo. O custo total da obra física atingiu os R\$ 500 milhões. Suas principais características estão descritas no Quadro 03:

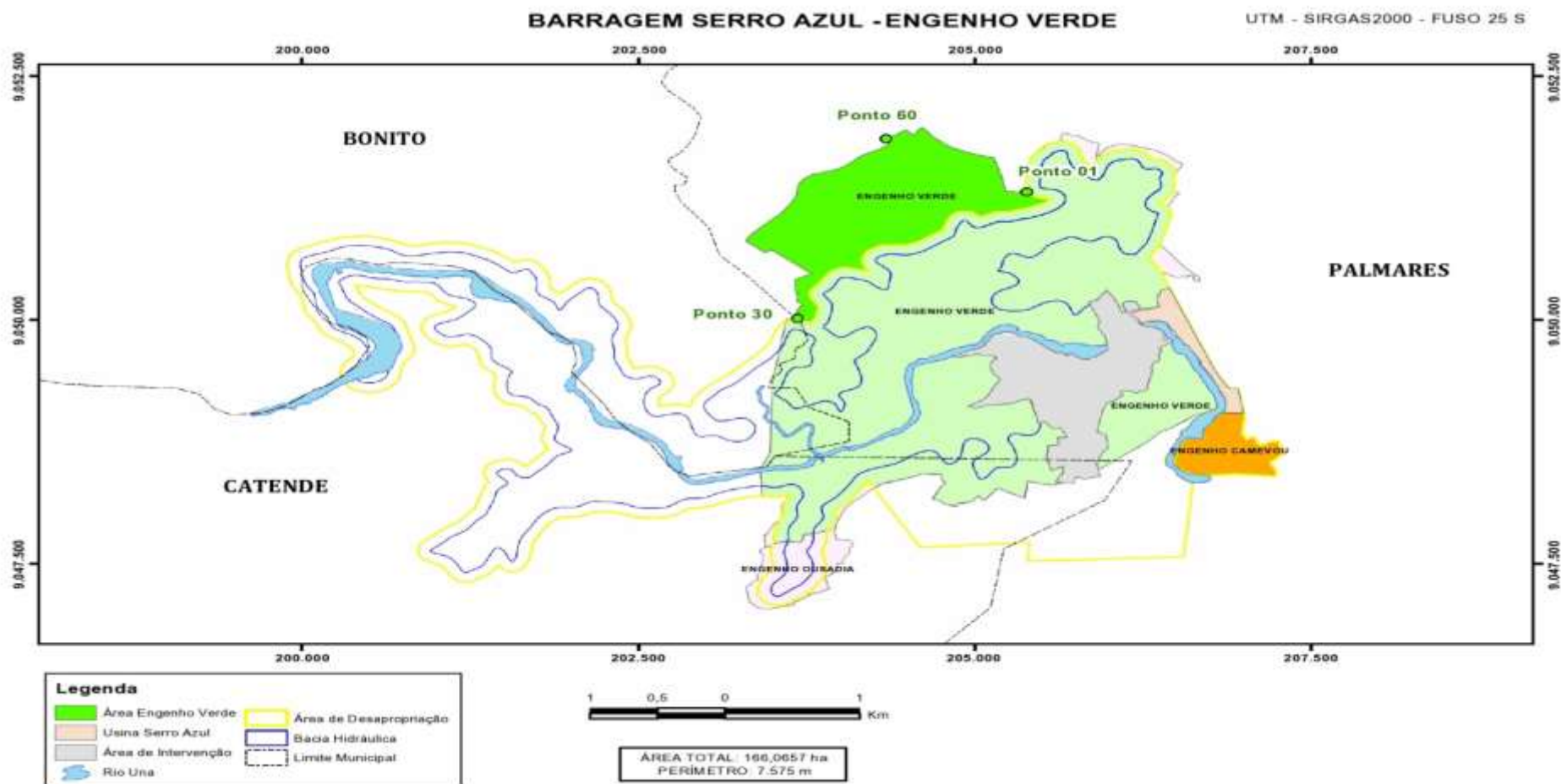
Quadro 03 Principais características da barragem Serro Azul em Palmares Pernambuco.

<b>CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM DE SERRO AZUL</b>	
Empresa responsável pelo projeto:	Techene Engenheiros Consultores Ltda.
Localização:	Palmares – PE
<b>Barragem Principal</b>	
Rio barrado	Una
Material	Concreto Compacto a Rolo(CCR)
Altura máxima	65,76m
Extensão do maciço	1.012,59 m
Área alagável	9.070.000,00m <sup>2</sup>
Volume acumulado	303.000.000,00m <sup>3</sup>
Coordenadas margem direita	206.240.63E/ 9.049.384,728N
Coordenadas margem esquerda	205.910,805E / 9.050.342,095N
Extensão do sangradouro estrangulada	25m
Extensão do sangradouro ampliado	360 m
<b>Barragem Auxiliar</b>	
Material	Terra homogênea
Altura máxima	50,00m
Extensão do maciço	211,13 m

Fonte: SERH, (2016).



Figura 05: Mapa da área da barragem Serro Azul - Pernambuco



Fonte: SERH, (2016).

## 4.2 DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS

No caso do levantamento documental, além da revisão bibliográfica, foram identificados os arquivos impressos e em formato digital dos estudos de impacto ambiental e respectivos relatórios de impacto ambiental, o plano de controle ambiental e especificamente os seguintes programas: programa de supressão e limpeza do reservatório e programa de recuperação de áreas degradadas e outros documentos específicos como: inventários florestal, projetos de compensação e reposição florestal, autorizações de supressão vegetal, relatório de supressão vegetal, autorização de supressão vegetal e algumas licenças ambientais da Barragem de Serro Azul, a partir dos arquivos da Secretaria Executiva de Recursos Hídricos.

Também foram realizadas etapas de levantamento de dados primários, por meio de visitas *in loco* às áreas da barragem de Serro Azul com objetivo de acompanhar se foi realizada alguma medida compensatória para atenuar os impactos ocasionados pela exploração mineral e pela supressão vegetal.

Levantamento e análise do cumprimento das condicionantes da licença de operação da pedreira e da autorização de supressão vegetal da barragem Serro Azul

O levantamento do cumprimento das condicionantes da autorização de supressão vegetal, foi realizado mediante consulta ao relatório de supressão vegetal, ao inventário florestal, ao EIA/RIMA da Barragem de Serro Azul, além de materiais suplementares como o projeto de compensação florestal; reposição florestal, recuperação florestal e do programa ambiental referente a flora terrestre em estudo por meio de material cedido pela Secretaria Executiva de Recursos Hídricos, além do que, foram realizadas pesquisas nos sites das instituições envolvidas e visitas em campo ao empreendimento.

A partir dos dados levantados, esses foram tabulados e apresentados, de forma a permitir a rápida visualização do que foi elaborado nos estudos ambientais e conseqüentemente aprovado pela Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH nas licenças e autorizações ambientais.

Para a análise da supressão vegetal e da exploração mineral identificaram-se os resultados

quantitativos de madeira explorada na atividade de supressão no relatório referente a essa atividade e na exploração mineral foi verificado a quantidade de material utilizado na planilha de medição de material.

A partir dos dados coletados elaboraram-se quadros seguindo metodologia adaptada de Silva, (2013), baseada em Sánchez (2008; 2013) que auxiliou na verificação quanto ao atendimento da legislação ambiental, assim como, nos projetos e estudos ambientais solicitados pelo órgão ambiental e em sua execução, o qual de um modo geral tem por objetivo estabelecer um referencial para orientar o órgão ambiental com relação ao cumprimento das condicionantes da licença ambiental e pode ser demonstrado a qualidade dos projetos e relatórios

Para a verificação do atendimento das condicionantes das licenças ambientais adotou -se a seguinte classificação (Quadro 04);

- Eficiente = Quando as atividades executadas e/ou liberadas na licença ambiental obtiver um percentual de eficiência maior ou igual a 75% do cumprimento da condicionante ambiental.
- Regular = Quando as atividades executadas e/ou liberadas na licença ambiental obtiver um percentual de eficiência entre 50% a 74% do cumprimento da condicionante ambiental.
- Deficiente = Quando as atividades executadas e/ou liberadas na licença ambiental obtiver um percentual de eficiência menor que 49% do cumprimento da condicionante ambiental.

Quadro 04: Classificação de avaliação e eficiência quanto ao cumprimento das condicionantes das licenças ambientais

<b>PERCENTUAL DE EFICIÊNCIA</b>	<b>AVALIAÇÃO</b>
75% a 100%	eficiente = A condicionante foi atendida
50% a 74%	regular = A condicionante foi atendida em parte
>49%	deficiente = A condicionante não foi atendida

Fonte: Silva, 2013.

Vale salientar que, devido a ausência de informação dos dados de alguns projetos referentes a exploração mineral, o cumprimento das condicionantes da licença de operação está demonstrado de forma mais abrangente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram produzidos por meio de análises comparativas entre os dados dos relatórios de execução e dos dados das licenças ambientais e proporcionaram uma série de possibilidades de interpretação.

A partir dos levantamentos e estudos realizados, foi possível obter os resultados detalhados a seguir.

Para a avaliação da supressão vegetal e da exploração mineral foram utilizados dados do relatório de supressão vegetal da barragem Serro Azul, do inventário florestal, do programa de recuperação de áreas degradadas da jazida mineral – Pedreira 01, das autorizações de supressão vegetal – ASV; e da licença de operação da Pedreira. Todo esse material foi disponibilizado pela SERH.

Para esta análise foram pontuadas três licenças ambientais e dois grandes impactos ao meio ambiente: as licenças são as ASV's e a L.O da Pedreira e os impactos se referem as áreas degradadas e as áreas suprimidas de vegetação. A escolha desses dados foi devido a continuidade das informações e a facilidade do acesso.

A partir do cálculo dessa eficiência (%), pode-se avaliar a qualidade dos projetos e relatórios ambientais, otimizando tempo e dinheiro e reduzindo os impactos ambientais causados pelas atividades.

### 5.1 Levantamento e análise da supressão vegetal

A supressão de vegetação nativa para uso alternativo do solo é considerada como qualquer alteração e/ou retirada da cobertura vegetal, visando à implantação de empreendimentos e/ou atividades públicas e privadas (CPRH IN. 007/2006). Conforme Lei nº 3.824, de 1960 que torna obrigatória a destoca e consequentes limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas ou lagos artificiais.

As ações de supressão de vegetação se iniciam após o recebimento das autorizações de supressão

vegetal (ASV) e da autorização para o resgate e afugentamento da fauna silvestre. No caso da barragem Serro Azul foram emitidas duas autorizações de supressão de vegetação pelo órgão ambiental competente, conforme o Quadro 05.

Quadro 05: Lista das autorizações de supressão de vegetação emitidas pela CPRH para a barragem Serro Azul, para limpeza da cota operacional do reservatório.

<b>Nº da Autorização de Supressão</b>	<b>Área Total</b>	<b>Validade</b>	<b>OBS</b>	<b>Data Emissão</b>
04.16.04.001327-4	435 ha	05/04/2017	Área voltada à exploração de indivíduos isolados de espécie nativas.	05/04/2016
04.16.04.001328-1	135 ha	05/04/2017	Supressão ou intervenção em APP	05/04/2016

Fonte: SERH, 2017.

A supressão da vegetação na barragem de Serro Azul foi considerada uma das etapas finais antes do enchimento do reservatório, utilizando como referência o “plano de supressão vegetal da barragem Serro Azul” elaborado pelo Consórcio de empresas responsáveis pela obra, e as “autorizações de supressão vegetal” (ASV), expedidas pelo órgão competente - Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH).

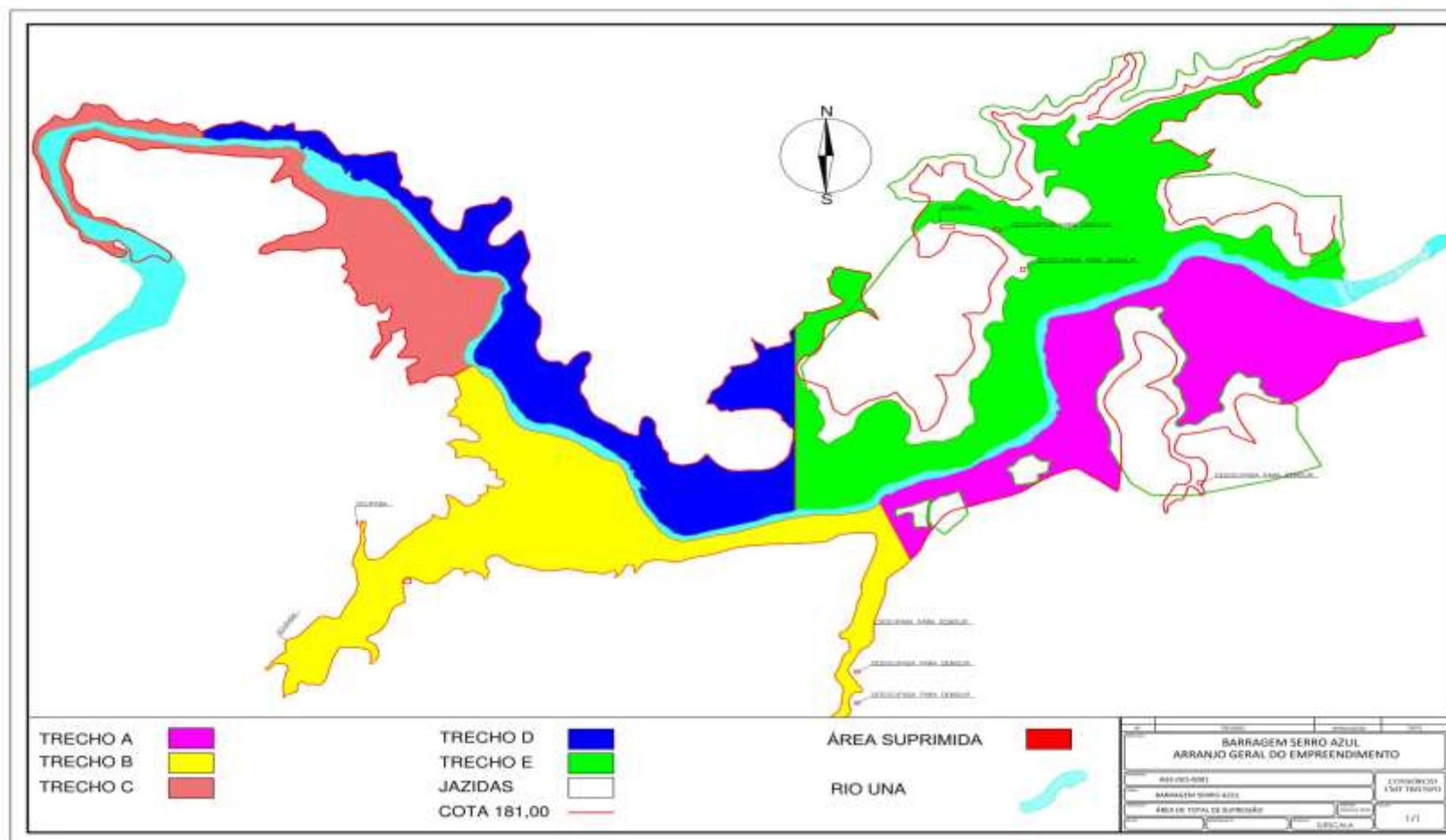
Os aspectos abordados envolveram a descrição de todas as etapas relativas a retirada da cobertura vegetal na área da bacia de acumulação da barragem, dentre elas: a marcação da cota de enchimento, planejamento das ações de supressão, técnicas de supressão mecanizadas (com o uso de tratores), semimecanizada (com o uso de motosserras), ou manuais (uso de foice e facão), transporte, cubagem e destinação do material lenhoso.

Para a execução da supressão vegetal foi realizado o planejamento das atividades entre os representantes da Secretaria de Desenvolvimento Econômico / Secretaria Executiva de Recursos Hídricos (contratante), da Greentec (responsável pelo acompanhamento da supressão e resgate da fauna silvestre), do Consórcio CMT- Triunfo (responsável pela obra da barragem) e da empresa M. A. Ximenes (empresa terceirizada contratada para realizar as ações de supressão).

Para a execução da atividade houve uma segmentação da área do entorno do reservatório da

barragem Serro Azul, com cinco diferentes trechos de supressão, com o objetivo de otimizar as ações em campo, bem como avaliar a dinâmica das operações de supressão vegetal (Figura 06).

Figura 06: Mapa da delimitação de trechos para a otimização em campo das frentes de supressão.



Fonte: SERH, 2016.



As cotas altimétricas, com a representação do limite da área a ser suprimida (cota 181 metros), foi realizada por equipe de topografia do consórcio CMT-Triunfo, utilizando-se receptor GPS, estação total e piquetes com marcações na extremidade na cor branca (Figura 07).

Figura 07: Indicação em campo da cota operacional do lago da barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco.



Fonte: A autora, 2016.

As ações de supressão na área do reservatório de Serro Azul se desenvolveram em três frentes de serviço, sendo duas mecanizadas, com a utilização de tratores de esteira e de pneus, dispostas uma em cada margem do rio Una, e uma terceira frente, semimecanizada, que fez uso de motosserras, e atuou de forma itinerante em diferentes áreas do reservatório que concentravam indivíduos arbóreos com mais de 15 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), bem como nas áreas onde os tratores apresentavam restrição de acesso pela condição do relevo ou pelo tipo de solo. Os tratores de esteira foram utilizados em diversos tipos de operação, da abertura de acessos, remoção de vegetação mais densa, áreas de culturas agrícolas, até a supressão em áreas mais declivosas situadas às margens do rio Una (Figura 08).

Figura 08: Trator de esteira atuando em áreas declivosas situadas na área de limpeza da barragem Serro Azul.



Fonte: A autora, 2016.

O uso das motosserras (Figura 09) ocorreu, de forma itinerante, em uma única frente de serviço com a presença de até oito operadores de motosserras, que atuaram nas localidades com potencial para supressão de material lenhoso, considerando os indivíduos arbóreos com DAP acima de 15 cm. O uso desse equipamento demandou habilidade do operador ao manuseá-lo sendo exigido de cada técnico o curso e/ou treinamento para o uso e porte de motosserra a capacitação em NR – nº12 que trata da norma que regulamenta o uso de máquinas e equipamentos, sendo todas as motosserras licenciadas conforme exige o IBAMA. Para casos em trabalhos em altura também foi exigido o curso da Norma Regulamentadora nº35.

Figura 09: Operadores de motosserra em atuação em campo durante a supressão vegetal para a construção da Barragem Serro Azul.



Fonte: A autora, 2016.

As ações de supressão com motosserra foram acompanhadas do trabalho de “operador de carregadeira” e de duas “máquinas carregadeira agrícola”. Os primeiros tiveram o objetivo de empilhar e cortar o material lenhoso originário do corte com motosserra. Já a segunda ficou encarregada de abastecer os caminhões (Figura 10) responsáveis pelo transporte da madeira cortada em campo para o pátio de armazenagem do material lenhoso, localizado nas proximidades do barramento.

Figura 10: Carregadeira agrícola abastecendo caminhão destinado ao transporte da lenha cortada para o pátio de armazenamento de lenha.



Fonte: A autora, 2016.

Para o armazenamento e empilhamento da madeira suprimida foram definidos dois pátios, conforme indicação do plano de supressão da barragem, das legislações estadual e federal e no manual do IBAMA. Essas áreas eram afastadas das cotas de enchimento da barragem sendo um local de fácil acesso e seguro para que não houvesse a entrada de terceiros sem prévia autorização, outros fatores foram observados como: local que não acumulasse água para evitar o apodrecimento da madeira, declividades leves para facilitar o transporte e empilhamento.

O pátio estava situado ao lado da estrutura da barragem Serro Azul, nas coordenadas 25 L 0206204/9049398, com aproximadamente 42,83 metros de comprimento e 15,43 de largura, na cota 205 metros (Figura 11).

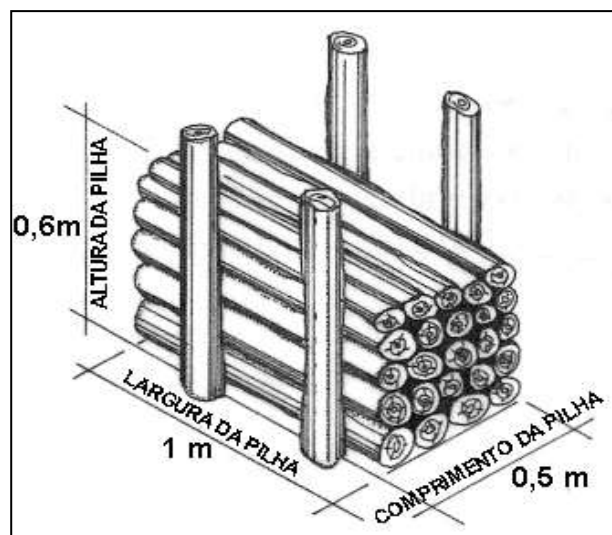
Figura 11: Pátio de empilhamento de material lenhoso.



Fonte: a autora, 2016.

A medição da lenha foi realizada por meio da cubagem do material lenhoso conforme metodologia indicada no plano de supressão e indicada conforme exemplo na (Figura 12);

Figura 12: Volume Estéreo (st) = Altura x Comprimento x Largura- Cubagem



Fonte: IBAMA, 2017

O volume madeireiro foi calculado em estéreo de lenha (st) e convertido em metro cúbico (m<sup>3</sup>) para que houvesse essa conversão foi necessário dividir o volume madeireiro em estéreo de lenha por fator de empilhamento (fe) que foi calculado em campo (conforme nota técnica) devido à falta de informações sobre esse fator para o bioma Mata Atlântica. O fator de empilhamento utilizado foi de 2,65 conforme indicado no Inventário Florestal da Barragem Serro Azul (ITEP, 2015).

Foi medido o volume de 2.654,35st ou 1.001,64m<sup>3</sup> de lenha empilhada de espécies nativas e 2.306,7st ou 870,45m<sup>3</sup> de lenha empilhada de espécies florestais exóticas. Sendo um total de 4.961,05 st ou 1.872,09m<sup>3</sup> de lenha de espécies florestais nativas e exóticas empilhadas e cubadas em pátio na Barragem de Serro Azul (GREENTEC, 2017).

O Quadro 06 exemplifica as espécies florestais nativas e exóticas que foram suprimidas durante as atividades em campo. As espécies suprimidas estavam de acordo com o levantamento florístico dos inventários florestais da barragem, assim como a dominância relativa de cada espécie, sendo as espécies florestais primárias mais encontradas.

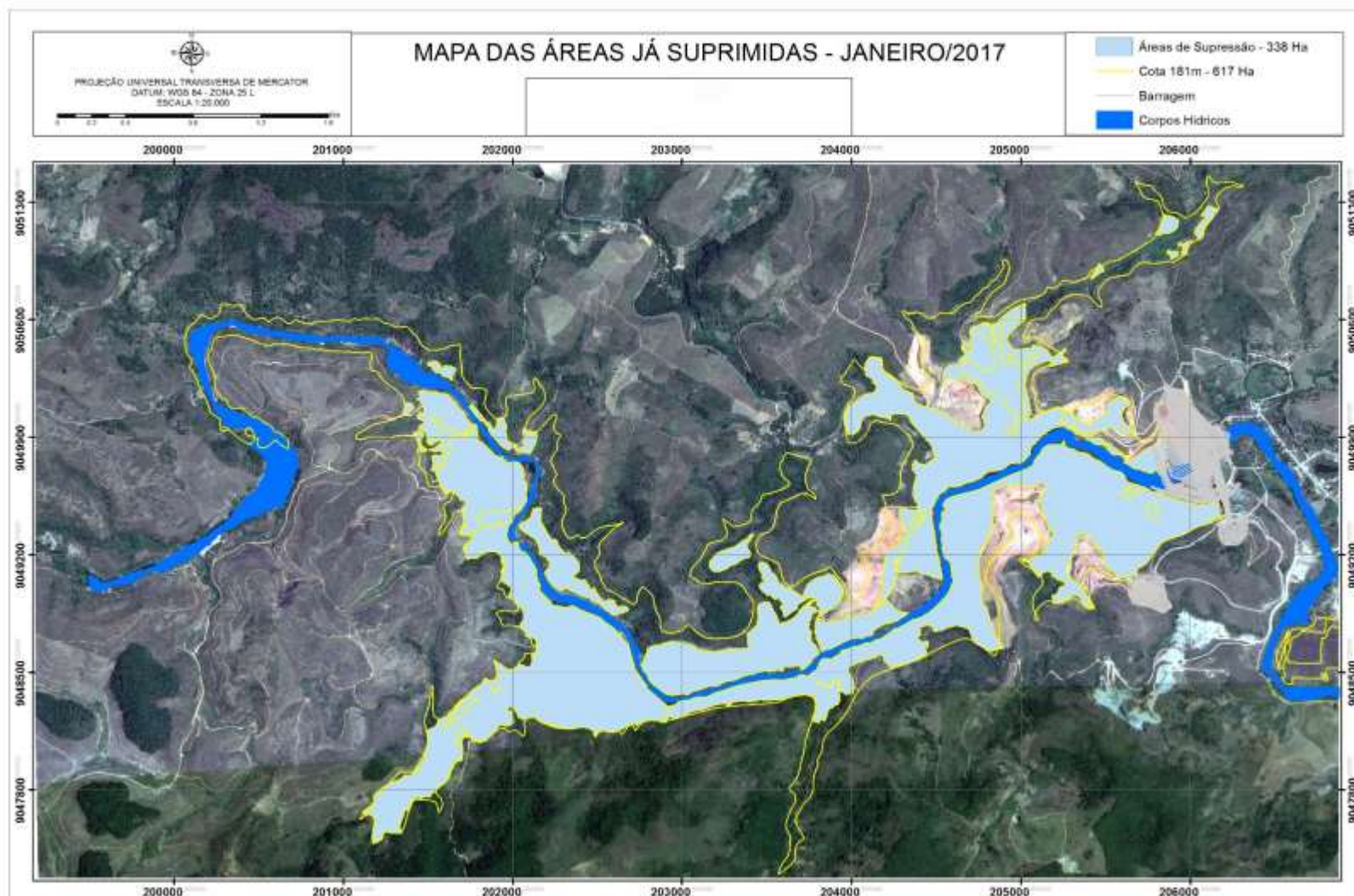
Quadro 06: Espécies florestais arbóreas e arbustivas suprimidas

<b>Nome Vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Família</b>	<b>Origem</b>
Aroeira	<i>Schinus therebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	Nativa
Pitombeira	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Sapindaceae	Nativa
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Nativa
Ipê roxo	<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae	Nativa
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Nativa
Cajazeira	<i>Spondias mombim</i> L.	Anacardiaceae	Nativa
Angelim	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	Nativa
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	Nativa
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Exótica
Azeitona	<i>Syzygium cuminii</i> (L.) Skeels.	Myrtaceae	Exótica
Mulungu	<i>Laurus nobilis</i> Vell.	Lauraceae	Exótica
Abacateiro	<i>Persea americana</i> Miller	Laureáceae	Exótica
Siriguela	<i>Spondias purpúrea</i> L.	Anacardiaceae	Nativa
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i> (L.)	Arecaceae	Exótica
Caboatã-de-rego	<i>Cupania impressinervia</i> Acev. Rodr	Sapindaceae	Nativa
Sambaquim	<i>Schefflera morototonii</i> Aubl.	Myrtaceae	Nativa
Araçá-da-mata	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae	Nativa
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Malpighiaceae	Exótica
Chifre-de-bode	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld.	Fabaceae	Nativa
Bisnagueira	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae	Exótica
Louro	<i>Ocotea duckei</i> Vattimo-Gil	Lauraceae	Nativa
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	Exótica
<b>Nome Vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Família</b>	<b>Origem</b>
Jambeiro	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry.	Myrtaceae	Exótica

<b>Nome Vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Família</b>	<b>Origem</b>
Sucupira	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	Fabaceae	Nativa
Sabiazheiro	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Leguminosae	Exótica
Ingaí	<i>Inga fagifolia</i> (L.) Willd. ex Benth.	Mimosaceae	Nativa
Gargaúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae	Nativa
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Fabaceae	Nativa
Laranjeira	<i>Citrus x sinensis</i> Macfad.	Rutaceae	Exótica
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> (L.) Aubl.	Myrtaceae	Nativa
Lacre	<i>Chrysophyllum rufum</i> Mart.	Clusiaceae	Nativa
Jitó	<i>Guarea guidonia</i> (L) Sleumer	Meliaceae	Nativa
Fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Moraceae	Exótica
Castanhola	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretácea	Exótica
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.)	Fabaceae	Exótica
Cupiúba	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Nativa
Pau-brasil	<i>Paubrasilia echinata</i> Lam.	Fabaceae	Nativa
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Exótica
Murici	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	Nativa
Brasa-apagada	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	Nativa
Salgueiro-da-mata	<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke	Umbelliferae	Nativa
Ingazeira	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Fabaceae	Nativa
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	Exótica
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Nativa
Burra-leiteira	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	Euphorbiaceae	Nativa
Periquiteira	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	Nativa
Palmeira	<i>Arenga</i> sp.	Arecaceae	Exótica
Dendezeiro	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq	Arecaceae	Exótica
Imbira-vermelha	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Annonaceae	Nativa
Graviola	<i>Annona muricata</i> Linnaeus	Annonaceae	Exótica
Acácia-rosa	<i>Robina hispida</i> L.	Fabaceae	Exótica
Aticum-cagão	<i>Annona</i> sp	Annonaceae	Nativa
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Exótica
Murici	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	Nativa
Macaifeira	<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	Arecaceae	Nativa

Em algumas áreas não foi possível realizar a supressão devido há alguns fatores como: declividade de terrenos, áreas alagadiças que colocavam em risco a vida e a segurança dos trabalhadores (Figura 13).

Figura 13: Espacialização das áreas suprimidas na área do reservatório da barragem Serro Azul



Fonte: SERH, 2011



O material lenhoso suprimido foi doado conforme previa o inventário florestal da barragem para a população local para uso próprio. A doação foi feita por meio de termo de doação de material lenhoso expedido pela secretaria executiva de recursos hídricos da secretaria de desenvolvimento econômico de Pernambuco no qual o recebedor dessa lenha se comprometia em fazer uso próprio da lenha sem vendê-la.

No total foram contabilizados 4.961,05 st ou 1.872,09 m<sup>3</sup> de lenha de espécies florestais nativas e exóticas de material lenhoso em uma área total de 543,86 hectares, proveniente das ações de supressão de vegetação na área da bacia de inundação da barragem Serro Azul.

O cálculo da eficiência (Quadro 07) foi baseado no cumprimento das exigências nº1 das Autorizações de Supressão Vegetal (Figura 14 e 15) que consistem em “Apenas suprimir os indivíduos isolados dentro da área de 435 hectares, gerando um total estimado em 2.527 m<sup>3</sup> (6.697 st) gerados pela supressão de espécies nativas e exóticas, autorização pela CPRH” e “Apenas suprimir a vegetação e intervir na área de 135 hectares, gerando um volume estimado em 784 m<sup>3</sup> (2.078 st) gerado pela supressão de espécies nativas da Mata Atlântica e exóticas, autorizadas pela CPRH”.

Quadro 07: Cálculo da eficiência do volume de supressão vegetal

Volume total liberado para a supressão=	3.311,00m <sup>3</sup> =	100%
Volume suprimido=	1.872,09m <sup>3</sup> =	-
Eficiência=	-	56,54%
		Eficiente

Fonte: a autora, 2019.

Figura 14: Autorização de supressão vegetal – supressão de indivíduos isolados de espécies nativas na cota operacional da barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco

<b>AUTORIZAÇÃO</b>	
Nº 04.16.04.001327-4	
VALIDADE 05/04/2017	
Agência Estadual de Meio Ambiente - CPRH, com base na legislação ambiental e demais normas pertinentes, e tendo em vista o conteúdo no expediente protocolado sob o nº 000038/2016 expedie a presente Autorização Ambiental.	
1 - Nº Empreendimento 0000026615	2 - Razão Social SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
3 - Endereço PRAÇA DO ARSENAL DE MARINHA, S/N - BAIRRO DO RECIFE	
4 - Município Recife - PE	5 - CEP 50030360
6 - CNPJ / CPF 10.572.113/0001-15	7 - RG / Inscrição Estadual
8 - Sumário da Atividade Principal O processo enquadra-se na Tipologia de Supressão de Indivíduos Isolados de Espécies Nativas, Código 1.24 (G), do Anexo II da Lei Estadual nº 14.249/2010 e suas alterações. BARRAGEM SERRO AZUL, ZONA RURAL, 55000000, Palmares - PE	
9 - Exigências	
<p>1. Apenas suprimir os indivíduos isolados dentro da área de 435 ha, gerando um volume total estimado em 2.527 m³ (6.697 st) gerado pela supressão de espécies nativas da Mata Atlântica e exóticas, autorizados pela CPRH;</p> <p>2. Cumprir o Termo de Compromisso firmado com a CPRH;</p> <p>3. Manter cópia desta Autorização, e da planta da localidade na área de supressão de vegetação, para efeito de fiscalização;</p> <p>4. Não utilizar fogo na área da supressão da vegetação;</p> <p>5. Orientar os trabalhadores no sentido de, na exploração florestal, respeitar e conservar as áreas caracterizadas como de Área de Preservação Permanente, acatando os critérios estabelecidos pela Lei Federal nº 12.651/2012;</p> <p>6. Vencida a Autorização de corte, a exploração deverá ser paralisada até que a CPRH realize nova vistoria e emita nova Autorização;</p> <p>7. Empilhar todo material lenhoso nativo oriundo da supressão em local de fácil acesso que permita a conferência do seu volume, para efeito de fiscalização;</p> <p>8. No caso do material lenhoso ser utilizado fora dos limites do empreendimento, deverá ser transportado conforme Documento de Origem Florestal (DOF) e respectiva nota fiscal;</p> <p>9. Informar previamente à CPRH sobre o destino final do material lenhoso resultante da supressão;</p> <p>10. Caso seja necessário o uso de motosserra, fica obrigado o detentor da autorização, apresentar licença da mesma expedida pelo IBAMA;</p> <p>11. A supressão da vegetação deverá ser procedida (executada) tomando-se todos os cuidados com a fauna local, assegurando-se de que serão deslocados para um novo habitat e após a emissão da autorização capture, coleta e transporte de fauna silvestre.</p>	

Fonte: SERH, 2016.

Figura 15: Autorização de Supressão Vegetal – Intervenção em APP na cota operacional da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco.

<b>AUTORIZAÇÃO</b>	
Nº 04.16.04.001328-1	
VALIDADE 05/04/2017	
Agência Estadual de Meio Ambiente - CPRH, com base na legislação ambiental e demais normas pertinentes, e tendo em vista o contido no expediente protocolado sob o nº 000039/2016 expedite a presente Autorização Ambiental.	
1 - Nº Empreendimento 0000026616	2 - Razão Social SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
3 - Endereço PRAÇA DO ARSENAL DE MARINHA, S/N - BAIRRO DO RECIFE	
4 - Município Recife - PE	5 - CEP 50030360
6 - CNPJ / CPF 10.572.113/0001-15	7 - RG / Inscrição Estadual
8 - Sumário da Atividade Principal O processo enquadra-se na Tipologia de Supressão de Vegetação ou Intervenção em Área de Preservação Permanente - APP, Código 1.15, do Anexo II da Lei Estadual nº 14.249/2010 e suas alterações. BARRAGEM SERRO AZUL, S/N, ZONA RURAL, 55000000, Palmares - PE	
9 - Exigências	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apenas suprimir a vegetação e intervir na área de 135 ha, gerando um volume total estimado em 784 m<sup>3</sup> (2.078 st) gerado pela supressão de espécies nativas da Mata Atlântica e exóticas, autorizados pela CPRH;</li> <li>2. Cumprir o Termo de Compromisso firmado com a CPRH;</li> <li>3. Manter cópia desta Autorização, e da planta da localidade na área de supressão de vegetação, para efeito de fiscalização;</li> <li>4. Não utilizar fogo na área da supressão da vegetação;</li> <li>5. Orientar os trabalhadores no sentido de, na exploração florestal, respeitar e conservar as demais áreas caracterizadas como de Área de Preservação Permanente, acatando os critérios estabelecidos pela Lei Federal nº 12.651/2012;</li> <li>6. Vencida a Autorização de corte, a exploração deverá ser paralisada até que a CPRH realize nova vistoria e emita nova Autorização;</li> <li>7. Empilhar todo material lenhoso nativo oriundo da supressão em local de fácil acesso que permita a conferência do seu volume, para efeito de fiscalização;</li> <li>8. No caso do material lenhoso ser utilizado fora dos limites do empreendimento, deverá ser transportado conforme Documento de Origem Florestal (DOF) e respectiva nota fiscal;</li> <li>9. Informar previamente à CPRH sobre o destino final do material lenhoso resultante da supressão;</li> <li>10. Caso seja necessário o uso de motosserra, fica obrigado o detentor da autorização, apresentar licença da mesma expedida pelo IBAMA;</li> <li>11. A supressão da vegetação deverá ser procedida (executada) tomando-se todos os cuidados com a fauna local, assegurando-se de que serão deslocados para um novo habitat e após a emissão da autorização captura, coleta e transporte de fauna silvestre.</li> </ol>	

Fonte: SERH, 2016.

O quantitativo da vegetação que foi estimada mas não foi suprimida se refere a vegetação localizada em áreas de difícil acesso como: áreas alagadas, áreas de aclave e declive acentuados. A vegetação não foi retirada devido à ausência de maquinário adequado e planejamento financeiro para essa atividade.

Na Figura 16 pode-se observar a área da cota operacional do reservatório após a supressão vegetal, bem como áreas verdes onde não foi possível realizar a limpeza da área.

Figura 16: Área da cota operacional após a supressão vegetal na barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco.



Fonte: A autora, 2017.

A vegetação existente no reservatório pode ocasionar a eutrofização. O fenômeno de eutrofização ocorre, normalmente, em lagos e represas, podendo ocorrer também em rios, embora seja menos frequente, devido às condições ambientais serem mais desfavoráveis para o crescimento de algas e outras plantas (Figura 17), como turbidez e velocidades elevadas (VON SPERLING, 2001).

O cumprimento da exigência do volume suprimido se mostrou eficiente atingindo um percentual de 56,54%, ou seja, a condicionante da licença ambiental foi cumprida em parte, demonstrando a ausência de planejamento para atividade e com isso podendo gerar impactos ambientais como a eutrofização das águas do reservatório, como já se evidencia a presença de macrófitas aquáticas da barragem conforme Figura 17.

Pode-se salientar que segundo Silva (2016) os estudos ambientais da barragem de Serro Azul apresentam falhas de execução, deixando de ter cumprido em algum momento exigências do licenciamento ambiental.

Quadro 08: Resumo da análise das exigências das autorizações de supressão vegetal na Barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco.

Quadro resumo			
Licença Ambiental	Condicionantes	Avaliação da Eficiência quanto ao Cumprimento da condicionante	Resultado
04.16.04.001327-4	Apenas suprimir um volume estimado de 2.527 m <sup>3</sup> gerado pela supressão de espécies nativa da mata atlântica e exóticas, autorizados pela CPRH.	Foi suprimido o volume total 1.872,09 m <sup>3</sup> ou seja, 56,5% do volume autorizado.	O atendimento das condicionantes avaliadas foi eficiente, mas a exigência foi atendida em parte.
04.16.04.001328-1	Apenas suprimir um volume estimado de 784 m <sup>3</sup> gerado pela supressão de espécies nativa da mata atlântica e exóticas, autorizados pela CPRH.		

FONTE: elaborado pela autora, 2019.

Figura 17: Presença de macrófitas aquáticas durante o enchimento do lago da barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco



Fonte: Autora, 2018

## 5.2 Análise da exploração mineral

Os recursos minerais afetados são aqueles a serem utilizados como materiais de construção civil nas obras de implantação da barragem, tais como: areia, argila e rocha. A perda de recursos minerais de forma mais significativa está associada à implementação das seguintes ações: exploração de jazidas, construção da barragem, implantação e/ou recuperação de estradas e acessos.

As áreas de empréstimo para implantação do empreendimento são constituídas por rochas cristalinas que fizeram parte da obra de engenharia. Essas rochas foram encontradas na AID, mas principalmente na ADA, no local, e à jusante do eixo maior do barramento (Figura 18).

Figura 18: área da pedreira antes da exploração mineral para a construção da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco.



Fonte: SERH, 2014.

Os materiais tais como areia e argila foram utilizados na bacia hidráulica, para minimizar os processos erosivos. Apesar de que nessas áreas os processos erosivos já ocorriam nos taludes das margens do rio Una, em função das extrações dessas jazidas para uso da construção civil (Figura 19).

Figura 19: Uso do material mineral na Construção da barragem Serro Azul.



Fonte: SERH, 2016.

Como medida compensatória foi recomendado a recomposição vegetal, das áreas desmatadas das jazidas, visando minimizar a atuação de processos erosivos e de transporte de sedimentos.

Além disso é crucial que haja o monitoramento ambiental da área visando identificar os processos erosivos, causas e efeitos e medidas de controle.

Devido à escassez de oferta comercial de brita na região da Mata Sul pernambucana e a demanda para a construção da barragem de Serro Azul, foi em torno de 1.000.000 m<sup>3</sup> de brita, levou construtora a necessidade de produção de sua própria brita.

A extração de rocha (Figura 20) foi feita via desmonte da jazida que ficava localizada a jusante da barragem a 1,6 km do centro do povoado de Serro Azul em Palmares-PE.

Figura 20: Área da pedreira durante a exploração mineral para a Construção da barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco.



Fonte: SERH, 2016.

A área de exploração de granito, foi objeto da dispensa de título minerário referente a processo no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e de solicitação de licença de operação. A exploração foi realizada a céu aberto, desenvolvida em bancadas, houve o uso de explosivos para desmonte de minérios e o beneficiamento foi realizado no próprio local da obra.



A pedreira possuía uma área de 7,4 hectares sob as coordenadas latitude 08°35'56''201 e longitude 35°40'31''101 de longitude. O material extraído foi o granito que aflorava em um grande resalto topográfico. A central de britagem possuía a capacidade de 138 m<sup>3</sup>/hora.

Para a identificação e avaliação dos impactos ambientais (positivo ou negativo) se fez necessário selecionar todas as atividades, produtos e serviços a serem explorados (Quadro 09).

Quadro 09: Impactos ambientais referente as atividades na jazida

ATIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS
Decapeamento	Limpeza do Terreno	Erosão, alteração da paisagem, flora e fauna local, assoreamento de córregos
Desmonte de Rochas (por meio de perfuração e uso de explosivos)	Geração de ruídos, vibração e poluição atmosférica	Erosão, alteração da paisagem e fauna local, assoreamento, saúde e segurança do trabalhador
Carregamento e transporte de minérios até a britagem	Produção de pó, poeira, ruídos, emissão de gases pelos veículos de vazamento de óleo e graxas de veículos	Poluição do ar, sonora, solo, águas superficiais e comprometimento da saúde do trabalhador
Abertura de novas vias de acesso a cava	Produção de pó, poeira, ruídos e vazamento de óleos, graxa dos veículos e processos erosivos, assoreamentos dos cursos de águas	Poluição do ar e sonora, desconforto e comprometimento da saúde do trabalhador
Descarregamento do minério	Geração de poeira e ruído	Poluição do ar e sonora, desconforto (saúde e segurança) dos trabalhadores
Britagem da rocha	Geração de poeiras, ruídos e vibração dos equipamentos	Poluição do ar e sonora, saúde e segurança dos trabalhadores
Transferência de materiais	Geração de poeira e ruído, consumo de água para umidificação das correias, escape de material	Poluição do ar e sonora, saúde e segurança dos trabalhadores
Estocagem do produto	Produção de pó, poeira, emissão de gases pelos veículos e perda de material	Poluição do ar e sonora, saúde dos trabalhadores, contaminação de águas superficiais e assoreamentos dos córregos mais próximos.

Fonte: SERH, 2017.

Dentre as atividades em uma pedreira o decapeamento envolve a remoção da cobertura superficial, deterioração da cobertura vegetal e a formação de pilhas de solo.

A área de cobertura vegetal da área afetada foi basicamente o cultivo de cana de açúcar e de algumas espécies arbóreas que foram retiradas em áreas específicas como a central de britagem e os prédios de apoio operacional.

Para a redução e mitigação do impacto foi construído o plano de controle ambiental (PCA) exigência do processo de licenciamento ambiental. Uma das ações do PCA é o plano de recuperação de áreas degradadas – PRAD. O PRAD determina as diretrizes executivas para a reabilitação ambiental do passivo gerado pela extração mineral da pedreira.

O PRAD trouxe como estratégia a recomposição das formações vegetais naturais que haviam antes da exploração econômica da área. As áreas foram recompostas com espécies nativas da região e para as áreas de taludes rochosos foram aplicadas espécies adaptadas.

Como exigência do PRAD do licenciamento ambiental foi realizada a reposição florestal – Bacia Hidráulica da Barragem Serro Azul/PE em 20 hectares com espécies da Mata Atlântica, sendo 8,5 hectares referentes (canteiro principal, alojamento, central de concreto, central de armação, carpintaria, britador auxiliar e área industrial) e 11,5 hectares a área da pedreira localizadas nas áreas no entorno da barragem no município de Palmares – PE. As espécies utilizadas foram produzidas em viveiro florestal (Quadro 10) devidamente registrado no Ministério da Agricultura (ITEP, 2011).

Quadro 10: Lista de espécies plantadas ao entorno da barragem Serro Azul em cumprimento a especificação do programa de recuperação de áreas degradadas.

<b>FAMÍLIA/ NOME CIENTÍFICO</b>	<b>NOME POPULAR</b>
<b>ANACARDIACEAE</b>	
<i>Tapirira guianensis</i>	cupíúba
<i>Anacardium occidentale</i>	cajueiro
<i>Schinus terebinthifolia</i>	aroeira
<i>Spondias mombim</i>	cajazeiro
<b>APOCYNACEAE</b>	
<i>Himatanthus phageadenicus</i>	banana de papagaio
<i>Aspidosperma discolor</i>	pau faia
<b>ANNONACEAE</b>	
<i>Xylopia frutescens</i>	embira vermelha
<i>Annona marcgravii</i>	aticum
<b>BIGNONIACEAE</b>	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Ipê roxo de bola
<b>BIXACEAE</b>	
<i>Bixa orellana</i>	urucum
<b>ELAEOCARPACEAE</b>	
<i>Sloanea obtusifolia</i>	mamajuda
<b>MORACEAE</b>	
<i>Brosimum guianense</i>	quiri
Malvaceae	
<i>Eriotheca crenulaticalix</i>	munguba
<i>Apeiba tibourbou</i>	pau jangada
<b>HYPERICACEAE</b>	
<i>Vismia guianensis</i>	lacre
<b>FABACEAE - MIMOSOIDEAE</b>	
<i>Inga edulis</i>	ingá-cipó
<i>Parkia pendula</i>	visgueiro
<i>Albizia pedicularis</i>	jaguarana
<b>SIMAROUBACEAE</b>	
<i>Simarouba amara</i>	praíba
<b>MALPIGHIACEAE</b>	
<i>Byrsonima sp.</i>	muruci
<b>FABACEAE - CAESALPINOIDEAE</b>	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá
<i>Caesalpinia férrea</i>	pau-ferro
<b>MYRTACEAE</b>	
<i>Psidium sp.</i>	Araçá boi
<b>FABACEAE - PAPILONOIDEAE</b>	
<i>Andira fraxinifolia</i>	Angelim

<i>Poecilanthe parviflora</i>	coração de nego
<b>ARALEACEAE</b>	
<b>FAMÍLIA/ NOME CIENTÍFICO</b>	<b>NOME POPULAR</b>
<i>Schefflera morototoni</i>	sambaquim
<b>POLYGONACEAE</b>	
<i>Triplaris gardineriana</i>	
<b>CLUSIACEAE</b>	
<i>Clusia nemorosa</i>	orelha de burro - pororoca
<b>LECYTHIDACEAE</b>	
<i>Eschweilera ovata</i>	embiriba
<b>VERBENACEAE</b>	
<i>Citharexylum myrianthum</i>	Salgueiro
<b>URTICACEAE</b>	
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba

Fonte: SERH, 2016.

Para a análise da eficiência da licença da pedreira foi utilizado como fator determinante a quantidade de produção mensal de produção de brita permitida na licença de operação que foi de 41.670 m<sup>3</sup> (conforme especificada na característica do empreendimento). O tempo permitido de exploração dessa pedreira foi de 12 meses.

De acordo com a construtora responsável pela execução da Barragem a quantidade de material utilizado na obra foi de 134.338,03 m<sup>3</sup> de brita, pedrisco, pó de pedras (Quadro 11).

Quadro 11: Quantitativo de material da jazida utilizado na barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco

<b>MATERIAL EXPLORADO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Material britado produzido em central de britagem (brita/pedrisco/pó de pedra)	m <sup>3</sup>	16.800,00
Britagem de rocha, com carga de terceira categoria no britador	m <sup>3</sup>	2.277,05
Britagem de rocha, com carga de terceira categoria no britador (transição)	m <sup>3</sup>	28.304,50
Britagem de rocha, com carga de terceira categoria no britador	m <sup>3</sup>	16.884,28
Britagem de rocha, com carga de terceira categoria no britador	m <sup>3</sup>	70.072,20
<b>TOTAL:</b>		<b>134.338,03</b>

Fonte: SERH, 2018.

Diferentemente da quantidade utilizada na obra a quantidade de material explorada foi bem maior (Quadro 12), com uma produção mensal de 41.670 m<sup>3</sup> em doze meses foi produzido um total de 500.040 m<sup>3</sup> de brita

Quadro 12: material excedente da jazida mineral da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco

Produção mensal:	41.670 m <sup>3</sup>
Produção total = produção mensal*12 meses:	500.040 m <sup>3</sup>
Total utilizado na obra:	134.338,03 m <sup>3</sup>
Excedente de material = produção total – total utilizado	365.701,907 m <sup>3</sup>

Fonte: a autora, 2018.

Produção total = 500.040 m<sup>3</sup> = 100%

Produção utilizada na obra = 134.338,08 = x

Quadro 13: Resumo da análise da condicionante da licença ambiental para a exploração mineral para a construção da barragem Serro Azul em Palmares – Pernambuco.

Quadro resumo			
Licença Ambiental	Condicionantes	Avaliação da Eficiência quanto ao Cumprimento da condicionante	Resultado
18.12.04.001590-1	Explorar um quantitativo de material mineral de 500.040 m <sup>3</sup>	Foi utilizado apenas 26,86% do material explorado	O atendimento da condicionante avaliada foi pouco eficiente e a exigência ambiental não foi atendida.

FONTE: elaborado pela autora, 2019.

A licença ambiental da pedreira (Figura 21) foi considerada ineficiente com relação ao volume de material liberado para ser extraído e a exigência avaliada não foi atendida (Quadro 13).

Figura 21: Licença de operação para exploração da jazida mineral da barragem Serro Azul em Palmares - Pernambuco

**CPRH** Agência Estadual de Meio Ambiente

<b>LICENÇA DE OPERAÇÃO</b>	
Nº 18.12.04.001590-1	
VALIDADE 17/04/2013	
Agência Estadual de Meio Ambiente - CPRH, com base na legislação ambiental e demais normas pertinentes, e tendo em vista o contido no expediente protocolado sob o nº 003443/2012 expede a presente LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO).	
1 - Nº Empreendimento 00000015113	2 - Razão Social CONSÓRCIO CMT - TRIUNFO
3 - Endereço Rua Aureo Cardoso, 08 - São José	
4 - Município Palmares - PE	5 - CEP 55540000
6 - CNPJ / CPF 14.727.934/0001-34	7 - RG / Inscrição Estadual
8 - Caracterização do Empreendimento O projeto enquadra-se na Tipologia de Empreendimentos de Pesquisa e Extração Mineral. Código 2.3 (N) do Anexo I da Lei nº 14.249/2010, cuja atividade consiste na extração de granito em uma área de 7,40 ha, com produção mensal de 41.670 m³, localizado em Serro Azul, município de Palmares/PE.	
9 - Exigências 1. Concentrar os trabalhos de extração mineral somente na área determinada pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM (Processo DNPM 940.095/2012); 2. Deverá obedecer na íntegra o Plano de Controle Ambiental - PCA e o Plano de Recuperação de Área Degradada - PRAD, apresentados à CPRH; 3. No caso de necessidade de supressão de cobertura vegetal, deverá ser solicitada autorização específica da CPRH; 4. Apresentar semestralmente Relatório de Controle Ambiental - RCA; 5. Adotar Plano de Fogo compatível com a aproximação de rodovias e edificações existentes no entorno da área, estabelecendo medidas técnicas que não provoquem ultrassomamentos de fragmentos, e que os níveis de ultrassomamentos, vibrações e pressão acústica, estejam dentro dos limites estabelecidos pela ABNT - NBR 9653; 6. Realizar as detonações de fogos primários e secundários com o máximo rigor de segurança, retirando todo o pessoal da área sujeita a ultrassomamentos de fragmentos, interditar os acessos à mina e avisar através de sirene que a detonação irá ser realizada; 7. Seguir rigorosamente as normas estabelecidas pelo Ministério da Defesa - Exército Brasileiro para armazenagem, uso e manuseio de material explosivo; 8. Manter a sinalização da área, de modo a se obter o máximo de segurança para veículos, pedestres e trabalhadores; 9. Fornecer Equipamentos de Proteção Individual - EPI's, adequados e necessários à segurança e saúde dos trabalhadores; 10. O solo de natureza orgânica, resultante do decapamento da jazida, deverá ser armazenado de forma adequada, para posterior uso nos trabalhos de recuperação da área minerada; 11. Recuperar, simultaneamente, aos trabalhos de lavra, a área minerada com manutenção e replantio da vegetação de grande porte, eventualmente afetada pela mineração; 12. O transporte do produto da pedra deverá ser feito em veículos adequados, com cobertura de lona envolvendo toda a carrocêria; 13. Não comprometer, em nenhum aspecto, propriedade ou equipamento do bem público; 14. Fica terminantemente proibido vedar, aterrar ou impedir de alguma forma a passagem natural das águas, dos drenos naturais termitários ou intermitentes na área da propriedade; 15. O óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser destinado ao reaproveitamento, conforme disposto na Resolução CONAMA 362/2005; 16. Qualquer alteração/modificação nos projetos aprovados deverá ter prévio licenciamento da CPRH.	
12 - DATA EMISSÃO 17/04/2012	13 - SUPERVISOR DE LICENCIAMENTO  H. F. Torres Mendes Reg. 1 Superintendente de Licenciamento CMT/2/3.6.C Pag.1/2
14 - DIRETOR  H. Maricevich Diretor de Gestão Territorial e Recursos Hídricos	
CÓDIGO DE SEGURANÇA 117N131	
 9812040015902	
 <b>PERNAMBUCO</b> ESTADO DE PERNAMBUCO	
Rue Santana, 367, Casa Forte Recife - PE CEP 52060-460 CNPJ: 06.052.204/0001-52 Tel.: 81.3182.8800 Site: www.cprh.pe.gov.br	

Papel reciclado não contato, com menor custo ambiental.

10 - Requisitos	
11 - Observação	
<p>1. A concessão da presente licença não impedirá que a CPRH venha exigir adoção de medidas corretivas, desde que necessárias, de acordo com a Legislação de Controle Ambiental vigente.</p> <p>2. A licença expedida perderá a validade se violadas quaisquer das condições estabelecidas.</p>	
12 - DATA EMISSÃO	13 - SUPERVISOR DE LICENCIAMENTO
17/04/2012	
14 - DIRETOR	
<p><i>[Assinatura]</i></p> <p><b>CPRH</b> Nelson J. Maricevich Diretor de Gestão Territorial e Recursos Hídricos</p>	
<p><i>[Assinatura]</i></p> <p>Francisco Torres Mendes Rego Diretor de Licenciamento e Inspeção Ambiental 17/04/2012</p>	
Pag. 2/2	

CÓDIGO DE SEGURANÇA

117N131



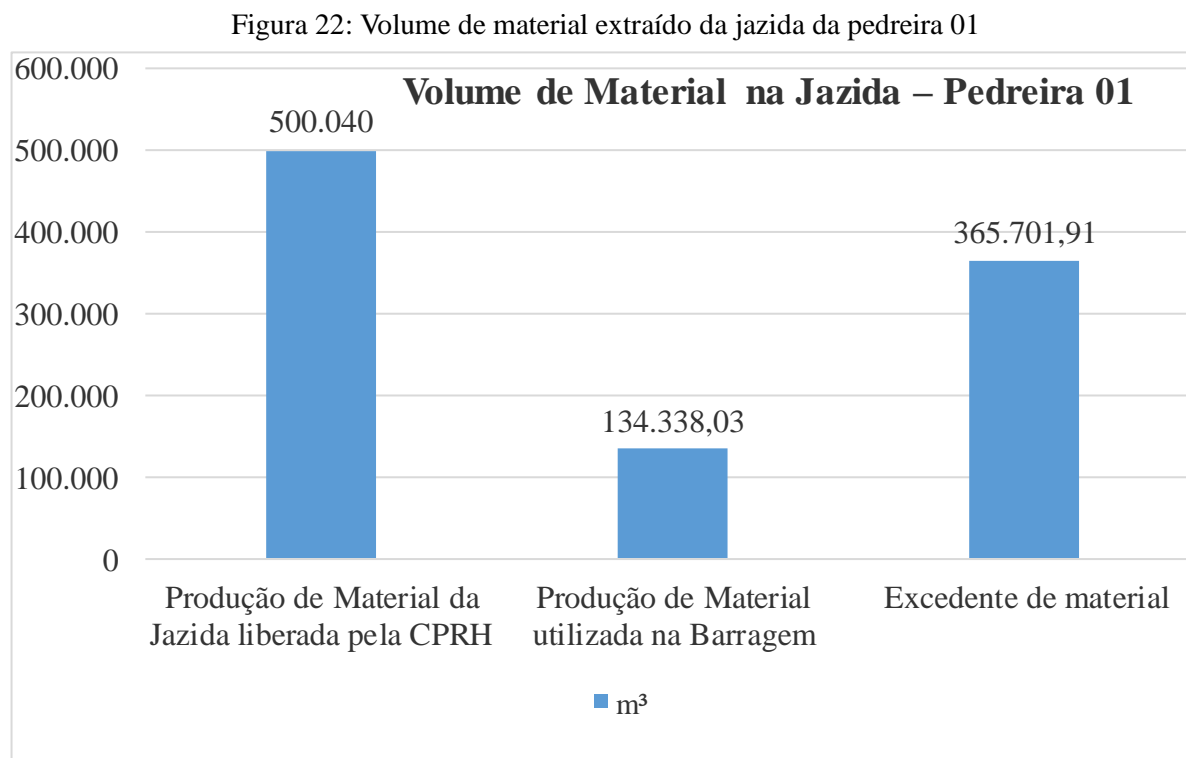
0812040015902

Papel Reciclado não branquinho, com menor custo ambiental.



**PERNAMBUCO**  
GOVERNO DO ESTADO

A representação dos resultados obtidos do volume excedente, referente a exploração mineral encontra-se na Figura 22.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Como pode-se observar na Figura 21, houve um excedente de material de 365.701,91 m<sup>3</sup> que não foi utilizado na construção do empreendimento, tendo um percentual de eficiência de 26,86% considerando neste caso a licença de operação no que se refere a característica do empreendimento foi considerada ineficiente, pois se explorou uma quantidade de material maior do que a necessidade real da barragem.

Dado que a exploração mineral é uma atividade não sustentável, isto é, o que se extraiu nunca mais será repostos, poderiam ter sido minimizados os impactos ambientais a cobertura vegetal, preservação de cursos d'água e da paisagem cênica, manutenção da flora e da fauna da região.



## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A realização do presente estudo permitiu inferir as conclusões e recomendações que seguem, no âmbito dos objetivos propostos para a área pesquisada:

- A análise da supressão e da exploração mineral, demonstrou uma certa preocupação na avaliação dos relatórios e projetos apresentados aos órgãos ambientais, pois dos dados avaliados a supressão vegetal foi executada parcialmente e na exploração mineral houve um excedente de material muito grande.
- As condicionantes das licenças ambientais não foram cumpridas de forma eficiente;
- O material vegetal não retirado na supressão vegetal pode interferir na qualidade da água, podendo ocasionar maiores custos no tratamento da água para a empresa que vier a operar o reservatório.
- Houve uma quantidade de brita excedente não utilizada na construção do reservatório, essa exploração desnecessária ocasionou maiores impactos ambientais irreversíveis na região explorada.
- O não cumprimento das condicionantes ambientais analisadas implica em um maior custo para a obra e acarreta maiores impactos ambientais na região afetada pelo empreendimento
- Para minimizar os impactos acarretados se faz necessário o monitoramento ambiental com medidas de controle previstas nos Programas de Controle Ambiental – PCA da Barragem de Serro Azul.

Por fim, a partir do estudo realizado na barragem Serro Azul, recomenda-se:

- Que haja uma melhor fiscalização e acompanhamento do órgão empreendedor;

- Existe a necessidade do acompanhamento e uma fiscalização mais assídua dos órgãos de fiscalização ambiental.
- Nos próximos empreendimentos essas atividades sejam melhor planejadas, pois se trata de atividades primordiais na construção de reservatórios.
- As agências ambientais trabalhem de forma mais articulada entre seus setores permitindo que o processo seja o mais objetivo, acessível e transparente, se possível informatizado, agilizando a consulta de todos os dados obtidos nessas atividades de grande impacto ambiental.

Assim, espera-se que as evidências aqui apresentados de que não conformidades nas atividades de supressão e exploração mineral ocorrem sirva tanto de referência para novos trabalhos de pesquisas mais aprofundados, quanto como documento balizador na tomada de decisões dos gestores públicos principalmente na etapa de planejamento para a implantação de novos empreendimentos, pois por se tratarem de obras públicas devem atuar como empreendimentos modelo nos aspectos econômicos, sociais e ambientais. Na busca por uma visão holística e transversal do que verdadeiramente espera-se do cumprimento da legislação ambiental tendo em vista o desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - APAC, (2017). **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: [http: < //www.apac.pe.gov.br/pagina.php? page\\_id=5&subpage\\_id=23>](http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=23); Acesso em: 10 Maio 2017.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA – APAC(2018). **Comitê Da Bacia Hidrográfica Do Rio Una**. [http: < //www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page\\_id=7&subpage\\_id=45>](http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=7&subpage_id=45); Acesso em: 15 Janeiro 2018.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA – APAC(2013). **Relatório de situação de recursos hídricos do Estado de Pernambuco 2011/2012** Agência Pernambucana de Águas e Clima(Apac). – Recife: Apac, 2013.

ALBUQUERQUE, R.T; DINIZ B. de; GALVÍNCIO, J.D. **Cenários de Mudanças Climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Una** – Pernambuco. Rev. Brasileira de Geografia Física 03 (2010) p 48-54. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/232667/26680>. => Acesso em: Novembro de 2018.

ARAÚJO, S.M.V.G de. **Licenciamento ambiental e legislação**: consultoria legislativa da área XI meio ambiente e direito ambiental, organização territorial, desenvolvimento urbano e regional. Brasília Câmara dos Deputados, 2002.

ATLAS DE DESASTRES NATURAIS- Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012** / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 130 p. Disponível em: < <http://www.ceped.ufsc.br/atlas-brasileiro-de-desastres-naturais-2012/>>, Acesso em: 26 Maio 2017

BANCO MUNDIAL. Avaliação de Perdas e Danos: Inundações Bruscas em Pernambuco - Junho de 2010. **Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado de Pernambuco**. Agosto de 2012. Disponível em: < [http://mi.gov.br/pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=53d18df5-cf74-4be4-80c0-97ce3cebad14&groupId=10157](http://mi.gov.br/pt/c/document_library/get_file?uuid=53d18df5-cf74-4be4-80c0-97ce3cebad14&groupId=10157)>, Acesso em: 17 Maio 2017.

BATISTA, A. A.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M. de; IZIDIO, N. S. de C.; LOPES, F. B. **Sazonalidade e variação espacial do índice de estado trófico do açude Orós**, Ceará, Brasil. Revista AgroAmbiente, v. 8, n. 1, p. 39–48, 2014.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Institui a política nacional de segurança de barragens**. Brasília: DOU 20/9/2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm)>. Acesso em: 10 Maio 2017

BRASIL – lei 6.938, **de 31 de agosto de 1981** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências

BRASIL – **Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

BRASIL – **lei 6.803, de 02 de julho de 1980**. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 01, de 23 de Janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

CMR. Comision Mundial de Represas. Represas y desarrollo: um nuevo marco para la tomada de decisiones. **El Reporte Final de la Comision mundial de represas**. Cape Town: Comision Mundial de Represas 2000. 444p.

CIRILO, J.A.; MONTENEGRO S.M.G.L.; ASFORA, M.C.; FILHO, C. O. T. **Controle e previsão de cheias no estado de Pernambuco, Brasil: aspectos hidrológicos e ações de reconstrução**, 2011. Disponível em: < <http://www.iwra.org/congress/resource/PAP00-5927.pdf>>, Acesso em: 15 Maio 2017.

CORREA, R.L: um conceito chave. In: Castro, I. E. ET.AL (ORGs). **Geografia, conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1995

COMISSÃO INTERNACIONAL DE GRANDES BARRAGENS – CIGB. **As barragens e a água do mundo**. Rio de Janeiro: CBDB, 2007.74p.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS – CBDB. **A história das barragens no Brasil, séculos XIX, XX e XXI**: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. Rio de Janeiro: CBDB, 2011. 524 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 01**, de 23 de Janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 06**, de 16 de setembro de 1987. Dispõe sobre a necessidade de que sejam editadas regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 237**, de 19 de Dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.

DEZOTTI, M. **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro: E-papers, v.5, 2008.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 575 p., 1998.

GONDIM FILHO, J.G.C. **Sustentabilidade do desenvolvimento do semiárido sob o ponto de**

**vista dos recursos hídricos.** Brasília, Projeto ÁRIDAS–RH, SEPLAN/PR, 1995.

GREENTEC TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA. **Relatório técnico de supressão de vegetação e resgate de fauna da barragem de contenção de enchentes de Serro Azul em Palmares- PE.** Brasília, 2017. 371p.

GUERRA, A. T. **Recursos naturais do Brasil.** 3 eds. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. 7ª **edição das informações e análises da economia mineral brasileira,** 2013.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP, (2011). **Barragens – Pernambuco. Barragens vão melhorar vida na mata sul.** Cartilha. Recife-PE.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO –ITEP. UGP Barragens Gerência projetos para implantação de cinco barragens na Mata Sul. **Boletim Informativo,** nº 1, Ano I, 2011. Disponível em:<<http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/attachments/article/347/UGP01.pdf>>. Acesso em: 29 de Abril de 2019

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO –ITEP. UGP Barragens. **Estudo de impacto ambiental -EIA:** Sistema de controle de cheias da Bacia do Rio Una, Barragem Serro Azul. Recife, 2011. 915p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO –ITEP. UGP Barragens. **Relatório de impacto ambiental-RIMA:** Sistema de controle de cheias da Bacia do Rio Una, Barragem Serro Azul. Recife, 2011. 41p

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO –ITEP. UGP Barragens. **Plano de controle ambiental da barragem serro azul.** Sistema de controle de cheias da Bacia do Rio Una, 2011. 722p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO –ITEP. UGP Barragens **Projeto de compensação florestal barragem serro azul.** Sistema de controle de cheias da Bacia do Rio Una, 2015. 26p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO –ITEP. UGP Barragens. **Inventário florestal Barragem Serro Azul.** Sistema de controle de cheias da Bacia do Rio Una, 2015. 50p.

LOPES JÚNIOR, M.T. **a atuação das coordenadorias municipais de defesa civil como instrumentos para a resiliência dos municípios frente aos desastres naturais.** 2015. Dissertação –Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

MARQUES FILHO, P.L., GERALDO, A. Barragens e Reservatórios. In: OLIVEIRA, A.M.S. BRITO, S.N.A. (Editores) **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

MATTEDI, M. A.; FRANK, B.; SEVEGNANI, L.; BOHN, N. **O desastre se tornou rotina.**In: B. FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Orgs.), Desastre de 2008 no Vale do Itajaí. Água, gente e política.

Blumenau: Agência da Água do Vale do Itajaí, p. 12-21, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S217533692017000200187&lng=en&nrm=iso&tlng=pt/](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217533692017000200187&lng=en&nrm=iso&tlng=pt/)>, Acesso em: 10 Maio 2017

MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA –MME. **Manual de inventario hidroelétrico de bacias hidrográficas** / Ministério de Minas e Energia, CEPTEL. – Rio de Janeiro: E-papers, 2007. 684p.: il. Disponível em: <[www.mme.gov.br/web/.../manual-de-inventario-hidroeletrico-de-bacias-hidrograficas](http://www.mme.gov.br/web/.../manual-de-inventario-hidroeletrico-de-bacias-hidrograficas)>, Acesso em: 10 Maio 2017.

MOURA, J.D.M.; VIEIRA, R.; BOHN, N.; **Barragem de contenção de cheias e políticas públicas: o caso de Ituporanga – Santa Catarina, Brasil. Sustentabilidade em Debate - Brasília**, v. 6, n.3, p.7088, set/dez2015. Disponível em:<<http://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/15687>>. Acesso em: 26 Maio 2017

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES. 1995. 230p.

PERNAMBUCO -**Lei nº 11.427**, de 17 de Janeiro de 1997 - Dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas no Estado de Pernambuco e dá outras providências

PERNAMBUCO. **Lei nº 12.984**, de 30 de dezembro de 2005 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

PETRY, A.; LAUS, F.; ANDERÁOS, A.; BONFIM, M. **Classificação de barragens quanto ao dano potencial associado: a experiência da agência nacional de águas**. Disponível em <:<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/outros/artigo-para-o-dam-world-2018/classificacao-de-barragens-quanto-ao-seu-dano-potencial-associado-2018.docx>. > Acesso em: Dezembro de 2018.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA, (2011). **Relatório de impacto ambiental da Barragem Serro Azul**. ITEP, Recife-PE.;

REIS, MJ. **O Movimento dos atingidos por barragens: atores, estratégias de luta e conquistas**. II Seminário Nacional Movimentos Sociais, Participação e Democracia, 25 a 27 de abril de 2007, UFSC, Florianópolis, Brasil. Disponível em: < [http://www.sociologia.ufsc.br/npms/maria\\_jose\\_reis.pdf](http://www.sociologia.ufsc.br/npms/maria_jose_reis.pdf) > Acesso em: 10 Maio 2018

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. 495p

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2013. 583p

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL -CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Palmares, estado de Pernambuco**. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Júlio da Trindade G. Galvão, Simones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/pdf>> Acesso em: Dezembro de 2018.

SILVA, I.O.R & FRANCISCHETT, M.N. **A relação sociedade–natureza e alguns aspectos sobre planejamento e gestão ambiental no brasil.** Revista digital: Geographos. ISSN: 2173-1276. Disponível em:< <http://web.ua.es/es/revista-geographos-giecryal/documentos/sociedad-naturaleza.pdf?noCache=1330087864628>> Acesso em: Setembro de 2018

SEABRA, G.F & CORRALES, M.G. **Vulnerabilidades ambientais e preservação patrimonial na ilha de Páscoa.** In: Terra: Agricultura familiar, natureza e segurança alimentar/ Giovani de Farias Seabra (Organizador). Ituiutaba: Barlavento, 2014. 308p

SILVA, C. L. **Proposta de um modelo de monitoramento e avaliação do desenvolvimento sustentável.** In: Desenvolvimento Sustentável: um modelo analítico integrado e adaptativo/ Christian Luiz da Silva (Organizador). 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

SILVA, S.M. **Análise do processo de avaliação de impactos ambientais decorrentes da implantação de barragens. Estudo de caso: barragem serro azul, na bacia hidrográfica do Rio Una, em Palmares Pernambuco.** 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) –Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

SILVA, S.M. **Avaliação da implementação dos programas ambientais propostos nos estudos de impactos ambientais de barragens em pernambuco.** 2016. Dissertação –Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

SILVEIRA, G.L da. et.al(ORGs). **Seleção ambiental de barragens,** Santa Maria: Ed.UFSM, 2005 360p.: il.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Obras públicas recomendações básicas para contratação e fiscalização de obras de edificações públicas.** 4ª. Edição. p.104. Disponível em: < <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp>> Acesso em: Dezembro de 2017.

TOMINAGA, K.L.; **Desastres Naturais: Por que ocorrem? In: Desastres naturais: conhecer para prevenir /** Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosângela do Amaral (orgs.) –. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em: Acesso em: 10 Abril 2017.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETO, O. de M. **A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025.** Relatório, Jan/2000. Disponível em <[http:// vsites.unb.br/ft/enc/recursoshidricos/relatorio.pdf](http://vsites.unb.br/ft/enc/recursoshidricos/relatorio.pdf)>. Acesso em 05 Maio 2017.

VIEIRA, V.P.P.B. **Desenvolvimento sustentável e gestão de recursos hídricos no Nordeste semi-árido.** Fortaleza, II Simp. de Rec. Hidr. do Nordeste, Anais, p 1-10, 1994.

VON SPERLING, E. **Uso de relações limnológicas para avaliação da qualidade da água em mananciais de abastecimento.** In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa: ABES, . p.1-3 2001.

VAINER, Carlos B. **Recursos hidráulicos: questões sociais e ambientais.** In **Estudos Avançados** - Universidade de São Paulo – Instituto de Estudos Avançados. Vol. 21, n. 59, janeiro/abril de 2007. p. 119-137.

WOLFGANG J.J; NUNES DE MELLO. J. A.A; **Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira.** Estudos avançados vol.4 n°.8. São Paulo. Jan./Abr. .1990.