



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SERGIPE
CAMPUS ARACAJU
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

LUIZ FELIPE BISPO VIANA

**EMPREGO DO MANUAL DE MANUTENÇÃO EM BARRAGENS DE
CONCRETO PARA A AVALIAÇÃO DA MANUTENIBILIDADE EM DUAS
BARRAGENS DO ESTADO DE SERGIPE.**

MONOGRAFIA

ARACAJU/SE

2022

LUIZ FELIPE BISPO VIANA

**EMPREGO DO MANUAL DE MANUTENÇÃO EM BARRAGENS
DE CONCRETO PARA A AVALIAÇÃO DA MANUTENIBILIDADE
EM DUAS BARRAGENS DO ESTADO DE SERGIPE.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Professora M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins.

ARACAJU/SE

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Viana, Luiz Felipe Bispo.

V614e Emprego do manual de manutenção em barragens de concreto para
a avaliação da manutenibilidade em duas barragens do estado de
Sergipe. / Luiz Felipe Bispo Viana. – Aracaju, 2022.

183 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Ma. Andrea Santana Teixeira Lins. Monografia
(Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de
Sergipe, 2022.

1. Barragem. 2. Segurança. 3. Concreto. 4. Patologia. 5.
Recuperação. I. Lins, Andrea Santana Teixeira. II. Título.

CDU 624.012.3 (81)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia N° 231

**EMPREGO DO MANUAL DE MANUTENÇÃO EM BARRAGENS DE CONCRETO
PARA A AVALIAÇÃO DA MANUTENIBILIDADE EM DUAS BARRAGENS DO
ESTADO DE SERGIPE**

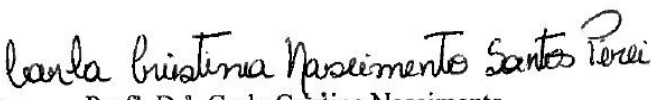
LUIZ FELIPE BISPO VIANA

Esta monografia foi apresentada às 09 h 15 do dia 25 de JULHO de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof. Dr. Carlos Henrique de Carvalho

(IFS – Campus Aracaju)


Prof.ª. Dr.ª. Carla Cristina Nascimento
Santos Pereira

(IFS – Campus Aracaju)


Eng. Civil Adnaldo de Santana Santos


Prof.ª. M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins
(IFS – Campus Aracaju)
Orientadora


Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Dedico este trabalho a minha família e amigos, que
nos momentos mais difíceis e conturbados,
fortaleceram minhas bases e me ajudaram a construir
meu sonho.

AGRADECIMENTOS

Certamente nenhuma palavra destes parágrafos será suficiente para agradecer todos aqueles que foram apoio na construção deste sonho. Portanto, desde já peço desculpas aos quais não foram citados diretamente neste texto, suas ações diretas e indiretas estarão sempre presentes na minha vida e em meu coração.

Agradeço a minha professora orientadora, M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins, pelo cuidado, sabedoria e dedicação que foram essenciais durante a construção desta trajetória, e ao professor Dr. Carlos Henrique de Carvalho, que idealizou junto a mim as metodologias que fundamentaram este estudo.

Aos meus colegas de sala e a instituição, por serem fundamentais em minha formação profissional e desenvolvimento pessoal.

À coordenação do curso, pela atenção e cooperação.

Gostaria de agradecer a minha família e amigos, que foram fundamentais para conclusão deste sonho.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram de algum modo para a realização desta pesquisa.

É necessário fazer outras perguntas, ir atrás das indagações que produzem o novo saber, evitando a empáfia daqueles e daquelas que supõem já estar de posse do conhecimento e da certeza.
(CORTELLA, Mario Sergio, 2002)

RESUMO

VIANA, Luiz Felipe Bispo. **EMPREGO DO MANUAL DE MANUTENÇÃO EM BARRAGENS DE CONCRETO PARA A AVALIAÇÃO DA MANUTENIBILIDADE EM DUAS BARRAGENS DO ESTADO DE SERGIPE.** 183 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - Campus Aracaju. 2022.

Resumo: Barragens são estruturas geralmente constituídas de solo, pedra ou concreto, que tem como função principal o armazenamento de líquidos ou substratos. Essas, que são comumente utilizadas como ferramentas de segurança hídrica, subsidiam projetos voltados para o abastecimento humano, animal e da irrigação em épocas de seca. Muitas destas, constituídas em estruturas de concreto armado, apresentam manifestações patológicas oriundas de falhas de projeto, uso inadequado das estruturas, falta de manutenção e a geriatria natural do empreendimento. Vale ressaltar, que apesar de serem essenciais à manutenção social, as barragens podem ser extremamente destrutivas em casos de catástrofes ou sinistros, como o seu rompimento por exemplo. Assim, afim de evitar danos à vida e ao patrimônio humano e natural, bem como garantir pleno funcionamento e segurança aos barramentos, este estudo tem como objetivo realizar a aplicação de um manual de manutenção em barragens de concreto para a avaliação da manutenibilidade em duas barragens do estado de Sergipe. Os dados obtidos permitiram definir parâmetros qualitativos e quantitativos para recuperação e manutenção de ambas as barragens, bem como fazer um comparativo econômico e técnico quanto à relação de ações de manutenibilidade em duas estruturas semelhantes e com graus de conservação diferentes. Chegou-se à conclusão que os custos dispendidos com manutenção durante a vida útil deste tipo de empreendimento apresentam melhor relação custo-benefício quando relacionado aos investimentos a serem gastos para recuperar uma estrutura que passou por anos de descaso no que tange a sua manutenibilidade.

Palavras-chave: Barragens. Segurança. Concreto. Patologias. Recuperação.

ABSTRACT

Resumo: Dams are structures generally made of soil, stone or concrete, whose main function is to store liquids or substrates. These, which are commonly used as water security tools, subsidize projects aimed at human and animal supply and irrigation in times of drought. Many of these, constituted in reinforced concrete structures, present pathological manifestations arising from design errors, inadequate use of structures, lack of maintenance and the natural geriatrics of the enterprise. It is worth mentioning that despite being essential to social maintenance, dams can be extremely destructive in cases of catastrophes or accidents, such as their collapse, for example. Thus, in order to avoid damage to life and human and natural heritage, as well as to ensure the full functioning and safety of dams, this study aims to carry out the application of a maintenance manual in concrete dams to assess the maintainability of two dams . of the state of Sergipe. The data obtained allowed us to define qualitative and quantitative parameters for the recovery and maintenance of both dams, as well as to make an economic and technical comparison regarding the relationship of the maintenance actions in two similar structures in different degrees of conservation. It was concluded that the costs incurred with maintenance during the useful life of this type of project, present a better cost-benefit ratio when related to the investments to be spent to recover a structure that has gone through years of neglect regarding its maintainability.

Keywords: Dams. Safety. Concrete. Pathologies. Recovery.

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 - Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.....	20
Figura 2 - QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (CT).....	22
Figura 3 - QUADRO 2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO (EC).....	23
Figura 4 - QUADRO 3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PS).	23
Figura 5 - QUADRO 4 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA).....	24
Figura 6 - QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS PARA ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.....	24
Figura 7 - Barragem Governador João Alves Filho em Itabaiana/SE.	25
Figura 8 - Tubulação de Tomada D'água da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE.....	29
Figura 9 - Registro da Barragem Gov. João Alves Filho em Itabaiana/SE.	30
Figura 10 - Galeria de Drenagem da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.....	31
Figura 11 - Maciço da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.	31
Figura 12 - Ombreiras do Maciço da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE. ...	32
Figura 13 - Paramento de Jusante da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE....	32
Figura 14 - Paramento de Montante da Barragem Jacarecica I Em Itabaiana/SE.	33
Figura 15 - Tipos e Incidência de Fissuras em Concreto Armado.....	40
Figura 16 - Infiltrações na Galeria da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE. 46	46
Figura 17 - Surgências na Galeria da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE.. 46	46
Figura 18 - Cavitação no Vertedouro da Barragem Jacarecica I Em Itabaiana/SE.	48
Figura 19 - Projeção de Argamassas Poliméricas no Vertedouro da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.	52
Figura 20 - Impermeabilização e Selamento de Fissuras na Ombreira da Barragem Gov. João Alves Filho em Itabaiana /SE.	55
Figura 21 - Barragem Governador Dionísio Machado (localização geográfica). ...	58
Figura 22 - Barragem Jacarecica I (localização geográfica).	60
Figura 23 - Vista do paramento de jusante do maciço direito, onde está localizado o acesso à galeria de inspeção e drenagem da Barragem Jacarecica I.	63

LISTA DE QUADROS:

Quadro 1 - LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL - ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO.	67
Quadro 2 - Síntese Orçamentária referente a Manutenção das Barragens - Gov. Dionísio Machado/ Jacarecica I.....	92

LISTA DE FLUXOGRAMA:

Fluxograma 1 - Procedimento de aplicação do manual orientativo de manutenção das estruturas de barragens de concreto.....	65
--	-----------

LISTA DE FOTOS:

Foto 1 - Vertedouro Da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.....	27
Foto 2 - Descarga de Fundo da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.	28
Foto 3 - Descarga Ecológica da Barragem Dionísio Machado em Lagarto/SE.	29
Foto 4 - Reservatório da Barragem Jacarecica I Em Malhador/SE.....	33
Foto 5 - Bacia de Dissipação da Barragem Jacarecica I Em Itabaiana/SE.....	34
Foto 6 - Crista da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.....	34
Foto 7 - Fissuras na Bacia de Dissipação da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.	39
Foto 8 - Crista esquerda da barragem Gov. Dionísio Machado.....	59
Foto 9 - Vertedouro da barragem Gov. Dionísio Machado	59
Foto 10 - Vista interna da galeria de inspeção e drenagem da barragem Jacarecica I.....	61
Foto 11 - Vista da crista da barragem Jacarecica I, com detalhe da mureta de concreto à montante e guarda-corpo à jusante.....	61
Foto 12 - Vertedouro da barragem Jacarecica I.....	62
Foto 13 - Fissura localizada sobre a ombreira direita do barramento.	77
Foto 14 - Junta de dilatação deficiente localizada sobre a ombreira direita do barramento.....	77
Foto 15 - Paramento de jusante direito do barramento, com presença de vegetação arbustiva e arbórea (tronco - $\varnothing \leq 0,5$ m).....	78
Foto 16 - Bacia de dissipação a jusante do maciço com sistema de enrocamento artificial (soleira dentada).....	79
Foto 17 - Vertedouro de superfície com pontos de recuperação devido aos desgastes superficiais e pontos de cavitação.	79
Foto 18 - Registro de tomada d'água com pontos de corrosão, porém funcional. .	80
Foto 19 - Descarga de fundo com despejo no leito da bacia de dissipação, com pontos de oxidação.	80
Foto 20 - Tomada d'água com sistema de acionamento de comporta através de hastes de aço e tecnologia de gradil.....	81
Foto 21 - Reservatório barrado com aproximadamente 4.700.000 m ³ d'água.	81
Foto 22 - Assoreamento de material granular no reservatório d'água a direita do vertedouro.	82
Foto 23 - Fissura localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.....	84
Foto 24 - Fissura localizada sobre o talude de montante do barramento.	84
Foto 25 - Seção de concreto desagregada (bicheira) - localizada sobre a crista direita do barramento.	85
Foto 26 - Junta de dilatação deficiente com fissura, localizada sobre a crista esquerda do barramento.....	85
Foto 27 - Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira esquerda.....	86
Foto 28 - Acesso a ombreira esquerda do barramento, com presença de vegetação arbórea (tronco - $\varnothing \geq 0,5$ m).....	87
Foto 29 - Paramento de jusante esquerdo do barramento, com de vegetação arbustiva e arbórea (tronco - $\varnothing \geq 0,5$ m).....	87
Foto 30 - Parte do sistema de enrocamento já erodido devido a abrasão da água. 88	
Foto 31 - Vertedouro de superfície com desgastes superficiais tais como fissuras e pontos de cavitação.....	88
Foto 32 - Registro de tomada d'água com déficits de vedação devido a corrosão..	89

Foto 33 - Descarga de fundo com despejo no leito da bacia de dissipação, contudo não está funcional.	89
Foto 34 - Passeio de acesso sobre a ombreira direita do maciço, onde é visível o sistema de drenagem comprometido.	90
Foto 35 - Porta de acesso a galeria internas localizada na ombreira esquerda do talude, com sua utilização comprometida devido à dificuldade de acesso.	90
Foto 36 - Reservatório barrado com aproximadamente 15.000.000 m³ d'água.	91
Foto 37 - Eutrofização de material no reservatório d'água a esquerda do vertedouro.	91

LISTA DE ABREVIATURAS:

- **24 L – Zona 24 Leste**
- **Art. – Artigo**
- **H° - Horizontal**
- **Km – Quilometro**
- **m – Metro**
- **m² - Metro Quadrado**
- **m³ - Metro Cúbico**
- **mm – Milímetro**
- **n° - Número**
- **V° - Vertical**

LISTA DE SIGLAS:

- **BR – Rodovia Federal**
- **C3A - Aluminato Tricálcico**
- **CaO – Óxido de Cálcio**
- **CT – Caraterísticas Técnicas**
- **DN – Diâmetro Nominal**
- **DPA – Dano Potencial Associado**
- **EC – Estado de Conservação**
- **MgO – Óxido de Magnésio**
- **MPA – Mega Pascal**
- **PNSB – Plano Nacional de Segurança de Barragens**
- **PS – Plano de Segurança de Barragens**
- **PVA - Poliacetato de Vinila**
- **PVC - Policloreto de vinila**
- **RAA – Reação Álcali Agregado**
- **SE – Estado de Sergipe**
- **UTM - Universal Transversa de Mercator**

LISTA DE ACRÔNIMOS:

- **ANA – Agência Nacional de Águas**
- **CEHOP - Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas**
- **COHIDRO – Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe**
- **DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe**
- **ELS - Estado Limite de Serviço**
- **ELU - Estado Limite Último**
- **ORSE – Orçamento de Obras de Sergipe**
- **PAS – Programa Água de Sergipe**

LISTA DE SÍMBOLOS:

- **% - Porcentagem**
- **Ø - Diâmetro**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 PRINCIPAL	19
2.2 SECUNDÁRIOS.....	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 ASPECTOS GERAIS.....	20
3.2 SEGURANÇA DE BARRAGENS	20
3.3 BARRAGENS	25
3.3.1 Barragens de Terra.....	25
3.3.2 Barragens de Concreto.....	26
3.4 BARRAGENS DE CONCRETO E SEUS ELEMENTOS	26
3.4.1 Órgãos Extravasores e de Operação	26
3.4.1.1 Vertedouros de superfície.....	27
3.4.1.2 Descarga de fundo	27
3.4.1.3 Tomada d'água.....	28
3.4.1.4 Descarga ecológica.....	29
3.4.1.5 Comportas e registros.....	30
3.4.2 Estruturas Físicas.....	30
3.4.2.1 Galeria de drenagem.....	30
3.4.2.2 Maciço da barragem (talude).....	31
3.4.2.3 Ombreira	32
3.4.2.4 Paramento de jusante.....	32
3.4.2.5 Paramento de montante	33
3.4.2.6 Reservatório	33
3.4.2.7 Bacia de dissipação	34
3.4.2.8 Crista da barragem	34
3.5 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO	35
3.5.1 Técnicas de Inspeção em Barragens de Concreto.....	35
3.5.2 Métodos de Manutenção.....	37
3.4.5.1 Manutenção preditiva.....	37
3.4.5.2 Manutenção preventiva	37
3.4.5.3 Manutenção corretiva.....	38
3.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BARRAGENS DE CONCRETO	38
3.6.1 Manifestações Patológicas nas Estruturas Físicas	39
3.6.1.1 Fissuras.....	39
3.6.1.2 Deterioração química	42
3.6.1.3 Lixiviação ou dissolução	43
3.6.1.4 Corrosão da armadura	44
3.6.1.5 Desalinhamento e deslocamento diferencial	44
3.6.1.6 Infiltração	45
3.6.1.7 Surgências	46
3.6.1.8 Abrasão e Cavitação.....	47
3.6.2 Manifestações Patológicas no Reservatório.....	48
3.6.2.1 Estabilidade das margens do reservatório	48
3.6.2.2 Controle de materiais flutuantes	49
3.6.2.3 Sedimentação e assoreamento	49
3.6.2.4 Controle de salinização e da eutrofização	50
3.7 RECUPERAÇÕES E TRATAMENTOS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BARRAGENS DE CONCRETO.....	50
3.7.1 Projeção de Argamassas Poliméricas	51
3.7.2 Impermeabilização.....	52
3.7.2.1 Manta de PVC.....	52
3.7.2.2 Geomembrana de PVC.....	53
3.7.2.3 Sistemas cristalizantes.....	53
3.7.3 Injeções de Resina Química.....	53
3.7.3.1 Resina epóxi.....	54

3.7.3.2	Microcimento	54
3.7.3.3	Gel acrílico	54
3.7.4	Selamento e Impermeabilização de Fissuras	55
3.7.5	Recomposição Estrutural	55
3.7.6	Pequenos reparos - Substituição de Elementos Danificados.....	56
3.7.7	Eliminação da Vegetação na Crista da Barragem ou no Paramento de Jusante.....	56
4.	METODOLOGIA.....	57
4.1	BARRAGEM GOVERNADOR DIONÍSIO MACHADO.....	58
4.2	BARRAGEM JACARECICA I.....	60
4.3	MANUAL ORIENTATIVO DE MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO.....	64
4.3.1	Apresentação	64
4.3.2	Laudo de Vistoria Técnico e Visual	66
4.3.3	Programa de Manutenção Corretiva - Técnicas de Recuperação.....	68
4.3.3.1	Fissuração devido a carbonatação natural do concreto	69
4.3.3.2	Fissuração devido a retração no concreto.....	69
4.3.3.3	Fissuração devido a difusão e migração de cloretos.....	69
4.3.3.4	Deterioração química	70
4.3.3.5	Lixiviação / Dissolução.....	70
4.3.3.6	Corrosão da armadura	71
4.3.3.7	Desalinhamento e deslocamento diferencial	71
4.3.3.8	Infiltração / Surgências.....	72
4.3.3.9	Abrasão e cavitação.....	72
4.3.3.10	Estabilidade das margens do reservatório	72
4.3.3.11	Controle de materiais flutuantes.....	72
4.3.3.12	Sedimentação e assoreamento	72
4.3.3.13	Controle de salinização e da eutrofização	73
5.	RESULTADOS	74
5.1	CONSTATAÇÕES GERAIS	74
5.2	ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA NA BARRAGEM JACARECICA I	75
5.2.1	Estruturas Físicas e Órgãos Extravasores	76
5.2.2	Reservatório.....	81
5.2.3	Considerações Finais	82
5.3	ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA NA BARRAGEM GOV. DIONISIO MACHADO	82
5.3.1	Estruturas Físicas e Órgãos Extravasores	83
5.3.2	Reservatório.....	91
5.3.3	Considerações Finais	91
5.4	CONSTATAÇÕES FINAIS.....	92
6.	CONCLUSÃO.....	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
	APÊNDICE A	98
	APÊNDICE B	133
	APÊNDICE C	155
	APÊNDICE D	162
	APÊNDICE E	165
	APÊNDICE F.....	171
	APÊNDICE G.....	177

1. INTRODUÇÃO

Na perspectiva de disponibilidade e qualidade de recursos hídricos, o Brasil é uma potência mundial contando com a exuberante marca de 12% da água doce do mundo. Contudo, devido a sua demografia, a distribuição dessa água em relação a concentração populacional é extremamente irregular.

Segundo a ANA (Agência Nacional de Águas), criada através da Lei N° 9.984 em julho de 2000, as barragens, no que compreende o barramento, estruturas associadas e o reservatório, são obras necessárias para uma adequada gestão de recursos hídricos, tendo em vista que, o barramento serve para controle e acumulo d'água em períodos de cheia, segurança hídrica das regiões circunvizinhas em períodos de seca, manutenção hídrica dos rios e desenvolvimento regional através do abastecimento humano, agrícola e animal.

Já no que se refere a barragens ou taludes de concreto, são estruturas confeccionadas com a utilização de concreto armado, sendo este compósito moldado “in loco”, onde a confecção consiste na junção do concreto e do aço, que dão origem a uma estrutura de contenção de grande resistência aos esforços, sendo eles oriundos do peso e da força exercida pelo material barrado.

É essencial frisar que a construção e a operação das barragens, apesar de serem essenciais como ferramentas de abastecimento e regularidade hídrica, envolvem riscos potenciais para a população, bens materiais e biomas que estão residentes no seu entorno.

Segundo Balbi (2008) apud Cerri, Reis e Giordano (2011), “somente no século passado foram registrados no mundo cerca de 200 acidentes graves com barragens, que causaram mais de 8.000 mortes, deixando milhares de pessoas desabrigadas, destacando que incidentes e rupturas de consequências trágicas, ocorridos na Europa e nos Estados Unidos entre as décadas de 1950 e 1970 (Malpasset, França, 1959; Vajont, Itália, 1963; Baldwin Hills e Teton, Estados Unidos, 1951 e 1976), tiveram grande importância para o desenvolvimento das políticas de segurança de barragens e dos vales a jusante, como também dos estudos de ruptura e propagação de ondas de cheias”.

“No Brasil, a sociedade começou a discutir de forma mais sistemática o problema das catástrofes associadas ao rompimento de estruturas hidráulicas devido à ruptura das barragens da Mineração Rio Verde, em 2001, da indústria Rio Pomba-Cataguases, em 2003 e de Câmara, em 2004, embora em 1960 já tivesse ocorrido a ruptura da barragem de Orós, no Ceará, com um número de

vítimas não oficial de 1000 pessoas. Esses acidentes aumentaram a discussão pública e política no Brasil sobre a segurança dos barramentos e das populações a jusante, com foco também para as barragens de rejeito” (BALBI, 2008; OLIVEIRA, 2010, apud CERRI, REIS e GIORDANO, 2011, p. 2).

Para garantia da segurança efetiva destes barramentos, de maneira que esses continuem cumprindo sua função fim sem que haja a geração de prejuízos, é importantíssimo a aplicação de planos de segurança, os quais tragam consigo um leque abrangente de ações que vão desde a planos de manutenção e funcionamento das barragens e seus componentes, bem como a ações que devem ser seguidas para regularidade das anomalias apresentadas, através de diretrizes de emergência em situações de crises, a exemplo de um rompimento catastrófico.

Objetivando que todas as barragens seguissem diretrizes normatizadas de funcionamento para garantia de segurança de todos que a circundam, foi criado em 20 de setembro de 2010 a Lei Nº 12.334, conhecida como Lei de Segurança de Barragens, que tem como objeto principal a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a qual “definiu atribuições e formas de controle necessárias para assegurar as condições de segurança das barragens” (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; BANCO MUNDIAL, 2014).

A lei atribui aos empreendedores responsáveis, sejam eles do setor público ou privado, a responsabilidade de desenvolver e apresentar um Plano de Segurança de Barragem, que seja composto por itens como, informações técnicas e ambientais da barragem em questão, plano de manutenções preventiva e corretiva, plano de acompanhamento e fiscalização das condições físicas e ambientais que compõem o maciço e o seu reservatório e, por fim, o plano de riscos e diretrizes de emergência.

É evidente que na realidade brasileira são poucos os empreendedores de barragens que seguem as diretrizes legais. Contudo, mesmo os que seguem e executam planos de manutenção preditiva e preventiva, sempre buscando estar dentro das diretrizes de segurança, ainda assim estão sujeitos, ao aparecimento de manifestações patológicas nas estruturas do barramento. É importante frisar que a relação de manutenções preditivas e preventivas em barragens é inversamente proporcional às das necessidades de manutenções corretivas, ou seja, se as manutenções programadas forem executadas na frequência adequada, bem como o barramento estiver dentro das normas de segurança e

funcionamento, menores serão os custos com a execução das correções estruturais para resgatar as características de pleno funcionamento e segurança.

Quando as manifestações patológicas começam a se evidenciar nas estruturas torna-se necessário um diagnóstico, competente e rápido, dos nexos causais e das metodologias das correções, face os barramentos serem estruturas perigosas, mas fundamentais à sociedade. Logo, surge a importância da presença e utilização de um manual de manutenção de barragens de concreto que oriente aos empreendedores, quanto ao levantamento qualitativo e quantitativo das manifestações patológicas, bem como, os procedimentos técnicos e custos para recuperação e devolução da funcionalidade e segurança da estrutura.

Buscando apoiar os empreendedores responsáveis por essas estruturas, este estudo tem como objetivo principal a aplicação do manual de manutenção em estruturas de barragens de concreto nas Barragens Jacarecica I, localizada no município de Itabaiana/SE, e Gov. Dionísio Machado, situada no município de Lagarto/SE, ambas de responsabilidade e propriedade da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (COHIDRO), empresa de economia mista, que tem como maior proprietário o Governo do Estado de Sergipe.

Os levantamentos qualitativos e quantitativos devem trazer consigo a identificação das manifestações patológicas existentes, bem como seu grau de gravidade e risco a segurança, dando subsídio as interpretações e tomadas de decisões de possíveis recuperações e/ou reforços estruturais, além de técnicas de ações corretivas e seus respectivos valores. Vale ressaltar, que em virtude de as barragens terem históricos de manutenção diferentes, porém projetos muito parecidos, será possível identificar as diferentes patologias e os custos de recuperação em barragens com graus diferentes de manutenibilidade.

2. OBJETIVOS

2.1 PRINCIPAL

- Empregar um manual de manutenção de barragens de concreto para avaliar a manutenibilidade em duas barragens do estado de Sergipe.

2.2 SECUNDÁRIOS

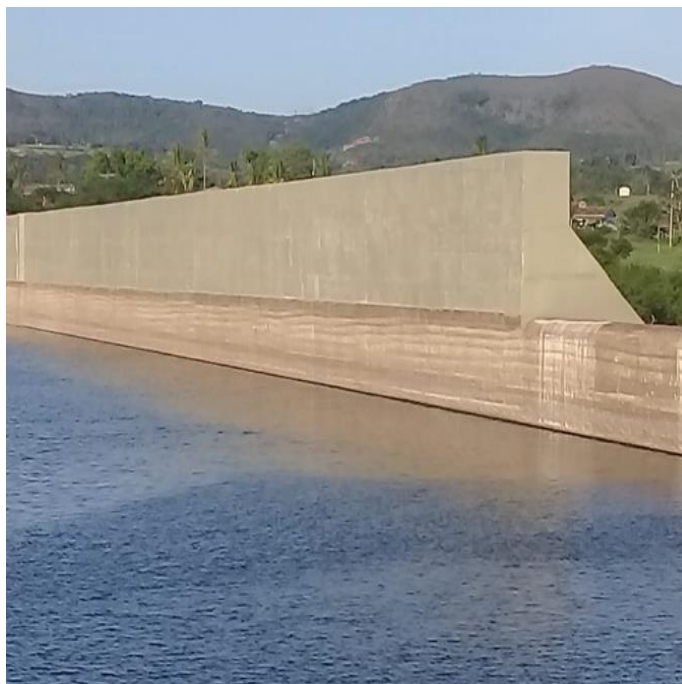
- Aplicação do manual de manutenção de barragens de concreto nas barragens Jacarecica I localizada no município de Itabaiana/SE e Gov. Dionísio Machado situada no município de Lagarto/SE;
- Levantamento quantitativo e qualitativo das manifestações patológicas existentes em duas barragens de concreto com estágios diferentes de manutenção;
- Levantamento dos procedimentos e dos custos para a correção das manifestações patológicas detectadas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ASPECTOS GERAIS

Em consonância com a Lei N° 12.334, de 20 de setembro de 2010, em seu artigo 2º, inciso I, barragens são “qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos com sólidos, compreendendo o barramento e estruturas associadas”, exemplificadas na Figura 1, bem como, no inciso II da mesma lei e artigo, cita que, a segurança de barragem é a “condição que vise manter a sua integridade estrutural, operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente”.

Figura 1 - Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: COHIDRO (2019).

3.2 SEGURANÇA DE BARRAGENS

Abordando segurança de barragens é essencial destacar a principal legislação nacional que regulamente e indica os procedimentos necessários a minimizar os riscos de acidentes, com o rompimento, a exemplo da Lei Federal N° 12.334/10, que trata especificadamente da Política Nacional de Segurança de Barragens.

No tocante às barragens de concreto, a eliminação absoluta de todos os riscos é praticamente inviável e, conseqüentemente, as diretrizes da política nacional visa reduzir as probabilidades das ocorrências de eventuais sinistros.

Nos termos da Lei Federal N° 12.334/10, diretrizes são aplicadas apenas as barragens que seguem os seguintes critérios:

- a) altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros;
- b) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³ (três milhões de metros cúbicos);
- c) Reservatório que contenha resíduos perigosos, conforme normas técnicas aplicáveis;
- d) Categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no Art. 7º desta Lei;
- e) Categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador, conforme definido no Art. 7º desta Lei.

Nos termos da legislação da Política Nacional de Segurança de Barragens, os empreendedores responsáveis devem seguir as seguintes diretrizes:

- a) Garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a fomentar a prevenção e a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e suas conseqüências;
- b) Regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens;
- c) Promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens;
- d) Criar condições para que se amplie o universo de controle de barragens pelo poder público, com base na fiscalização, orientação e correção das ações de segurança;
- e) Coligir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos;
- f) Estabelecer conformidades de natureza técnica que permitam a avaliação da adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público;

- g) Fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos;
- h) Definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil em caso de incidente, acidente ou desastre.

Quanto a categoria de riscos, existem tabelas que dão apoio e suporte quanto a classificação e gestão de riscos em barragens, as quais apresentam os seguintes critérios (ANDERÁOS, ARAÚJO e NUNES, 2013, apud ARAÚJO, 2018):

- a) Características técnicas (CT), Quadro 1; (Figura 2);
- b) Estado de conservação (EC), Quadro 2; (Figura 3);
- c) Plano de Segurança da Barragem (PS), Quadro 3. (Figura 4);
- d) Para Dano Potencial Associado (DPA), que teve incorporado o volume do reservatório como um de seus parâmetros, tem-se a Quadro 4 e 5 (Figura 5 e Figura 6).

Os Quadros 1 a 4 apresentam a descrição das condições, parâmetros e pontuações que visam classificar a barragem quanto ao risco e o dano com potencial associado, conforme está apresentado no Quadro 5.

Figura 2 - QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (CT).

Aspecto	Descrição da característica técnica					Barragem Pimpinella
Altura (a)	Altura $\leq 15\text{m}$ (0)	$15\text{m} < \text{Altura} < 30\text{m}$ (1)	$30\text{m} \leq \text{Altura} \leq 60\text{m}$ (2)	Altura $> 60\text{m}$ (3)		14m a = 0
Comprimento (b)	comprimento $\leq 200\text{m}$ (2)	Comprimento $> 200\text{m}$ (3)				180m b = 2
Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Concreto Convencional (1)	Alvenaria de Pedra / Concreto Ciclópico / Concreto Rolado - CCR (2)	Terra Homogenea / Enrocamento / Terra Enrocamento (3)			CCR c = 2
Tipo de fundação (d)	Rocha sã (1)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	Rocha alterada sem tratamento / Rocha alterada fraturada com tratamento (3)	Rocha alterada mole / Saprolito / Solo compacto (4)	Solo residual / aluvião (5)	Rocha sã d = 1
Idade da Barragem (e)	entre 30 e 50 anos (1) Decamilenar ou CMP (Cheia Máxima Provável) - TR = 10.000 anos (3)	entre 10 e 30 anos (2)	entre 5 e 10 anos (3)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)		29 anos e = 2
Vazão de Projeto (f)		Milenar - TR = 1.000 anos (5)	TR = 500 anos (8)	TR < 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)		Desconhecida f = 10

Fonte: ANDERÁOS, ARAÚJO e NUNES (2013) apud ARAÚJO (2018).

Figura 3 - QUADRO 2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO (EC).

Aspecto	Descrição do estado de conservação				Barragem Pimpinella
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Estruturas civis e eletromecânicas em pleno funcionamento/ canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e eletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência /canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente. (4)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação/canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente. (7)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	Vertedouro tipo soleira livre, porém obstruído por uma estrutura sem propósito identificado g = 10
Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrônicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação (4)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas (6)	-	Válvulas emperradas sendo reparadas h = 4
Percolação (i)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Umidade ou urgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizada e/ou monitorada (3)	Umidade ou urgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente. (8)	Umidade na ombreira direita em diagnóstico i = 5
Deformações e Recalques (j)	Inexistente (0)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento. (5)	Trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento à segurança (8)	Trincas na crista da barragem j = 5
Deterioração dos Taludes / Paramentos (l)	Inexistente (0)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)	Erosões superficiais, ferrugem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva. (5)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento à segurança. (7)	Rachadura no paramento de jusante l = 5
Eclusa (*) (m)	Não possui eclusa (0)	Estruturas civis e eletromecânicas bem mantidas e funcionando (1)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)	Não possui eclusa m = 0

Fonte: ANDERÁOS, ARAÚJO e NUNES (2013) apud ARAÚJO (2018).

Figura 4 - QUADRO 3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PS).

Aspecto	Descrição da condição					Barragem Pimpinella
Existência de documentação de projeto (n)	Projeto executivo e "como construído" (0)	Projeto executivo ou "como construído" (2)	Projeto básico (4)	Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	inexistente documentação de projeto (8)	Documentação inexistente n = 8
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	-	-	Não possui estrutura organizacional nem responsável o = 8
Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	Realiza inspeções regulares p = 3
Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Não (6)	-	-	-	Vertedouro tipo soleira livre q = 0
Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)	Emite regularmente os relatórios (0)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)	Não emite os relatórios (5)	-	-	Emite a cada inspeção r = 0

Fonte: ANDERÁOS, ARAÚJO e NUNES (2013) apud ARAÚJO (2018).

Figura 5 - QUADRO 4 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA).

Aspecto	Volume Total do Reservatório para barragens de uso múltiplo ou aproveitamento energético (s)	Potencial de perdas de vidas humanas (t)	Impacto ambiental (u)	Impacto sócio-econômico (v)
Descrição da condição	Pequeno $\leq 5\text{hm}^3$ (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE (Quando não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)
	Médio 5 a 75hm^3 (2)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local. (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO (quando existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem) (4)
	Grande 75 a 200hm^3 (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas. (8)	-	ALTO (quando existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)
	Muito Grande $> 200\text{hm}^3$ (5)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas. (12)	-	-
Barragem Pimpinella	V - $2,8\text{hm}^3$ s = 1	Existente t = 12	Faixa marginal totalmente antropizada u = 3	Habitacões, comércio e escolas na planície de inundação a jusante v = 8

Fonte: ANDERÁOS, ARAÚJO e NUNES (2013) apud ARAÚJO (2018).

Figura 6 - QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS PARA ACUMULAÇÃO DE ÁGUA.

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	17
2	Estado de Conservação (EC) com $g = 10^*$	29
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	19
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		65
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	> 60 ou EC = 8 (*)
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	≤ 35
(*)Pontuação (8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.		
II.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO		Pontos
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		24
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	≥ 16
	MÉDIO	$10 < DP < 16$
	BAIXO	≤ 10
RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:		
CATEGORIA DE RISCO		
DANO POTENCIAL ASSOCIADO		

Fonte: ANDERÁOS, ARAÚJO e NUNES (2013) apud ARAÚJO (2018).

3.3 BARRAGENS

Os barramentos são estruturas de contenção que podem apresentar diversas funções nos mais variados setores da infraestrutura, sendo eles por exemplo os de extração de minérios, onde os taludes são utilizados para conter e armazenar os dejetos provenientes da extração, ou de armazenamento d'água potável que tem a função de subsidiar o abastecimento hídrico populacional, a manutenção de rios e bacias hidráulicas, a regularização de cheias e controle de secas, os mais diversos setores de produção e demanda voltada para irrigação, seja ela familiar ou de grande porte.

No que se refere as fases de projeto ou execução das barragens, é possível a combinação de diversas técnicas e materiais para a sua construção. Os materiais e métodos mais utilizados por exemplo, dão origem aos taludes de concreto, de terra ou enrocamento, entre outros.

3.3.1 Barragens de Terra

Os taludes de terra, são segundo o Plano de Manutenção e Segurança de Barragens da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (2018), estruturas que podem ser classificadas em homogêneas, zoneadas de terra e de enrocamento.

As homogêneas são construídas quase que integralmente com solo de baixa permeabilidade, com sistema de drenagem interno com filtros horizontais, verticais ou inclinados, exemplificadas pela Barragem Governador João Alves Filho em Itabaiana/SE (Figura 7).

Figura 7 - Barragem Governador João Alves Filho em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pela PAS (2019).

As zoneadas apresentam núcleo homogêneo e de baixa permeabilidade, porém com os materiais que compõem o restante do seu corpo são heterogêneos e permeáveis, como enrocamentos, cascalhos, entre outros. A última classificação para as barragens de terra, são as de enrocamento com face de concreto ou membrana impermeável, onde seu núcleo é composto por solo homogêneo e de baixa permeabilidade e sua parte externa recebe materiais como mantas ou camadas de concreto armado para garantia de impermeabilização externa no seu corpo.

3.3.2 Barragens de Concreto

As barragens ou taludes de concreto são compósitos moldados “in loco”, confeccionados através da junção do concreto e aço, que dão origem a uma estrutura de contenção de grande resistência aos esforços, sendo eles oriundos do peso e da força exercida pelo material barrado.

3.4 BARRAGENS DE CONCRETO E SEUS ELEMENTOS

Entre os principais elementos das barragens de concreto estão o grupo dos órgãos extravasores ou de operação, estes de caráter estrutural ou mecânico, que tem como principal função garantir a segurança do maciço através da liberação da sobrecarga hídrica em tempos de cheias. Ademais, cumprem a função de limpeza e controle do reservatório. O outro grupo de elementos são os componentes físicos, os quais integram a estrutura física do barramento, bem como são utilizados para a execução das diretrizes preestabelecidas em projeto, como velocidade, vazão, carga hídrica, entre outros.

3.4.1 Órgãos Extravasores e de Operação

Segundo o Manual de Orientação aos Empreendedores de Barragens da ANA (2014) em parceria com o Banco Mundial, a segurança de uma barragem depende, em larga média, da operacionalidade dos órgãos extravasores, em especial o vertedouro, que é a principal peça de controle de vazão e garantia da integridade física do empreendimento, visto que todo barramento é feito para verter.

Os demais órgãos extravasores e de operação, os quais citam-se a tubulação de tomada d'água, a de descarga de fundo, a de descarga ecológica, os registros e comportas de controle, entre outros, devem estar em pleno funcionamento para a garantia da

segurança, aptos cumprir sua função fim, seja ela necessária no dia a dia ou em situações de emergência.

A seguir, estão apresentadas algumas informações sobre os órgãos extravasores e de operação de um barramento:

3.4.1.1 Vertedouros de superfície

Tem como principal objetivo funcionar como sistema de segurança, conduzindo as águas sobressalentes acumuladas através de chuvas ou aumento da vazão de contribuição, por um caminho seguro de escoamento, evitando que essa sobra hídrica acabe transbordando pelos limites do reservatório causando danos a sua estrutura física e aos componentes da vizinhança. A Foto 1 que apresenta o vertedouro da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.

Foto 1 - Vertedouro da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



FONTE: Viana (2020).

3.4.1.2 Descarga de fundo

Estruturas compostas por tubos, comportas e válvulas subterrâneas, demonstradas na Foto 2, que apresentam duas funções. A função principal é atuar como dispositivo de limpeza, onde em épocas de cheias essa tubulação é aberta para captar as águas que se acumulam ao fundo do reservatório, devolvendo-as ao curso de contribuição para onde escoam as águas sobressalentes advindas do sistema de vertedouro. Esse processo é

necessário devido a ocorrência de decantação de matéria orgânica e diversos outros materiais no fundo da barragem, gerando a contaminação das águas mais profundas, ou seja, o processo de renovação dessas águas contribui significativamente no controle da salinização e eutrofização da bacia hidráulica. A segunda função é que em casos de acidentes ou iminência de risco ao barramento, o dispositivo pode ser aberto com objetivo de ajudar a reduzir a carga hidráulica presente, podendo assim evitar ou reduzir um possível sinistro.

Foto 2 - Descarga de Fundo da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



FONTE: Viana (2020).

3.4.1.3 Tomada d'água

Semelhante a descarga de fundo, a tomada d'água também é um conjunto de tubos, comportas e válvulas subterrâneas, porém com o principal objetivo de captação de água para distribuição com as mais diversas finalidades. Sua existência é essencial não só para cumprimento da atividade fim da barragem, que seria o abastecimento, mas também para manter o reservatório sempre em constante renovação, já que para uma barragem de abastecimento o ciclo ideal é a retirada de água na proporção adequada do seu recebimento. A Figura 8 apresenta a tubulação adutora que nasce da tomada d'água da Barragem Jacarecica II, em Malhador/SE.

Figura 8 - Tubulação de Tomada D'Água da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.1.4 Descarga ecológica

Sistema de tubulação que tem como função o fornecimento contínuo de água, em uma vazão previamente projetada (Foto 3), com o objetivo de manter o curso do rio de abastecimento vivo. Geralmente a descarga ecológica só é utilizada em barramentos que recebem a contribuição de um rio e que água descarregada pelo vertedouro não seja suficiente para a garantia da segurança ecológica do mesmo.

Foto 3 - Descarga Ecológica da Barragem Dionísio Machado em Lagarto/SE.



FONTE: Viana (2020).

3.4.1.5 Comportas e registros

As comportas e registros são sistemas mecânicos e/ou elétricos dimensionados para garantir o fechamento da captação d'água da barragem, seja por motivo de segurança, manutenção ou readequação de projeto (Figura 9).

Figura 9 - Registro da Barragem Gov. João Alves Filho em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.2 Estruturas Físicas

São os principais elementos que compõem a estrutura física, sendo eles importantíssimos para o funcionamento adequado e a garantia da segurança.

3.4.2.1 Galeria de drenagem

Estrutura de concreto que dá acesso direto ao interior da barragem e cuja principal função é possibilitar a execução de inspeções, reparos e manutenções, bem como possibilitar a drenagem da água que percola no interior do maciço (Figura 10), sendo esta última ação fundamental para a manutenção e garantia da resistência do barramento, visto que nenhum material é 100 % impermeável. Então, até mesmo o maciço de concreto seria infiltrado pela água acumulada a montante, sendo a drenagem essencial para evitar pontos de saturação e perda drástica de resistência. Geralmente, as galerias são longos corredores,

que atravessam o talude do início ao fim, podendo ser eles transversais ou longitudinais, nivelados ou inclinados.

Figura 10 - Galeria de Drenagem da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.2.2 Maciço da barragem (talude)

É a própria estrutura da barragem, sendo visualmente a mais perceptível, consistindo em um corpo instalado transversalmente ao sentido do curso d'água, tendo a principal função de conter a água no reservatório (Figura 11).

Figura 11 - Maciço da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.2.3 Ombreira

São importantíssimas pois cumprem a função de engastamento do maciço (talude) no solo lateral (Figura 12), ou seja, dando o apoio para sustentação do barramento, principalmente do talude e da estrutura de vertedouro.

Figura 12 - Ombreiras do Maciço da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.2.4 Paramento de jusante

Superfície inclinada, ou “saia” do talude, voltada para a jusante (lado oposto do reservatório) que tem como principal função dar a estabilidade ao maciço em resistência aos esforços ocasionados pela carga hidráulica (Figura 13).

Figura 13 - Paramento de Jusante da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.2.5 Paramento de montante

Superfície inclinada quase verticalmente, voltada à montante (lado do reservatório) que tem como função principal garantir a estabilidade ao talude e promover a retenção segura da carga hidráulica (Figura 14). Contudo, por estar em contato direto com água do reservatório precisa de maiores cuidados no requisito impermeabilização da face exposta e na aplicação de tecnologias de drenagem.

Figura 14 - Paramento de Montante da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.4.2.6 Reservatório

Corresponde ao espaço dedicado para abrigar o volume d'água correspondente a bacia hidráulica do respectivo barramento (Foto 4).

Foto 4 - Reservatório da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE.



FONTE: Viana (2020).

3.4.2.7 Bacia de dissipação

Com características semelhantes ao paramento de jusante, está localizado após o vertedouro (Foto 5), onde assumirá a função de controlar a velocidade e orientação do fluxo d'água que escoar do mesmo, de forma tal que essa massa de água terá sua energia controlada, o que é importante para não provocar danos ou graves erosões no leito do curso d'água à jusante do maciço.

Foto 5 - Bacia de Dissipação da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



FONTE: Viana (2020).

3.4.2.8 Crista da barragem

Corresponde ao ponto mais alto do maciço, tendo como principal função o acesso ao talude para manutenção ou controle dos elementos mecânicos e/ou elétricos (Foto 6). A dimensão da sua largura deve ser a mínima capaz de permitir acesso de pessoas para realizar a manutenção no barramento, podendo ser dimensionada para permitir a passagem de pequenos veículos e máquinas, caso seja necessário.

Foto 6 - Crista da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



FONTE: Viana (2020).

3.5 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO

Entende-se como inspeção o processo da análise de um determinado objeto com a finalidade de identificar defeitos, vícios e características do seu funcionamento, podendo o resultado ser positivo ou não. Uma obra de barramento também está sujeita a correções e melhorias durante a sua vida útil requerendo, automaticamente, procedimentos de inspeção e manutenção, os quais podem ser definidos como um conjunto de ações essenciais para garantir o funcionamento, desempenho e conservação deste tipo de obra.

3.5.1 Técnicas de Inspeção em Barragens de Concreto

O processo de inspeção em barragens de concreto deve ser uma pesquisa minuciosa na identificação de danos sistêmicos, em virtude de os barramentos de concreto serem, em regra, estruturas robustas, de grande massa e elevada resistência, e por estarem expostas, integralmente, em contato com água armazenada sem tratamento prévio, rica em sais minerais prejudiciais ao compósito concreto armado. Vale ressaltar, que, além do contato contínuo com a presença de água prejudicial ao concreto armado, material constituinte do maciço, esse também está sendo demandado por cargas mecânicas, hidráulicas e térmicas, que exercem força e pressão constante na estrutura física.

Toda e qualquer patologia ou sinistro em barragens deve ser levado a sério e tratado com cautela, já que essas estruturas apesar de essenciais, apresentam altíssimo risco às populações circunvizinhas quando não administradas da maneira correta.

Segundo orientação do Plano de Manutenção de Barragens da SABESP (2018), o primeiro passo na inspeção de um barramento é análise prévia e minuciosa dos projetos e documentações disponíveis. Neles estão inclusos: plantas e projetos executivos; projeto base; memorial de cálculo; contrato de execução; ficha técnica; laudos de acompanhamento da fase de execução e de funcionamento do maciço; documentação que apresente os níveis do reservatório; dados hidráulicos, hidrológicos e pluviométricos dos últimos anos; e, os dados mais recentes da batimetria realizada.

É importante frisar que a batimetria é o processo de medição do formato e profundidade do reservatório com o objetivo de averiguar se o volume de projeto continua o mesmo, ou aproximado, observando o limite mínimo a não causar perdas consideráveis ao armazenamento. Caso este fato ocorra, é indicado a realização de um processo de dragagem dos bolsões de areia acumulados no fundo do reservatório e/ou a limpeza do

mesmo em épocas de cheias, com a utilização de equipamentos mecânicos como, por exemplo, a descarga de fundo do barramento.

Ainda seguindo as diretrizes fundamentadas no Plano de Manutenção de Barragens da SABESP (2018), são estabelecidos pontos condicionantes para a realização de uma boa e funcional inspeção, os quais são:

- Conduzir a inspeção até a obtenção de fatos que permitam uma análise consistente do problema;
- Não limitar a observação à deficiência em si; procurar descobrir sua origem, continuidade e correlação com outras deficiências detectadas;
- Investigar todas as partes da estrutura onde a deficiência foi observada, atentando para as áreas onde ocorreram alterações ou foram constatados problemas anteriormente;
- Fazer registros cuidadosos e claros, através de esquemas em croqui da área, usando, se necessário, fotos para complementar as informações;
- Localizar com precisão a deficiência, fazendo referência ao número do bloco, posição, elevação e junta ou dreno mais próximo.

Quanto às técnicas de inspeção, a principal, e mais utilizada, é a inspeção técnica e visual, que consiste na identificação de problemas e manifestações patológicas através de um olhar clínico, embasado no conhecimento técnico na área e em uma determinada experiência, para que assim seja possível a posteriori a organização dos mapas e cronogramas de manutenção.

Dentre os principais pontos levantados durante a vistoria estão:

- O que pode haver de errado?;
- Como posso justificar esse comportamento estranho com base no projeto e nas características físicas, ambientais, hidráulicas, hidrológicas e mecânicas?;
- Quais evidências justificam análise e quais ensaios são necessários para comprovar a certeza da perícia?;
- Quais são os principais gatilhos ou estopins que devem ser resolvidos em caráter de urgência para evitar grandes acidentes e proteger o patrimônio físico e ambiental e principalmente a vida humana?

3.5.2 Métodos de Manutenção

Entende-se como manutenção o conjunto de ações que tem como principal objetivo garantir que um determinado bem continue funcionando em perfeitas condições de qualidade e segurança, o que segundo a ABNT NBR 5462:1994 trata-se das diretrizes sobre a confiabilidade e manutenibilidade, ou seja, garantir a execução de ações, sejam elas administrativas, técnicas ou operacionais, para que um determinado item esteja sempre nas condições ideais a estar apto ao seu funcionamento, dentro das condições para as quais este foi projetado e construído.

No que diz respeito às barragens de concreto, as manutenções, sejam elas preventivas, corretivas ou preditivas, são essenciais não só para garantia e proteção do patrimônio, mas também para garantia e segurança das vidas humanas que moram próximas a este tipo de obra, principalmente à jusante.

A seguir, serão apresentados os principais tipos de manutenção que uma obra edificada pode ser submetida:

3.4.5.1 Manutenção preditiva

Entende-se por manutenção preditiva, os procedimentos técnicos utilizados para identificar problemas no funcionamento das estruturas, sejam elas físicas ou mecânicas. No caso das barragens, por exemplo, a manutenção é realizada através do acompanhamento contínuo das instrumentações geotécnicas e hidrológicas, do monitoramento de dados e das inspeções de campo, verificando assim o processo de desgaste de todas as estruturas, procurando averiguar se ainda existe funcionalidade e garantia de seu funcionamento, para que seja definido se a estrutura continuará em funcionamento ou se será necessário montar um cronograma de reparo.

3.4.5.2 Manutenção preventiva

Já a manutenção preventiva, é definida como um conjunto de procedimentos técnicos utilizados para evitar problemas que possam afetar o funcionamento de equipamentos e estruturas, a partir de intervenções programadas. No caso de barragens, por exemplo, são ações realizadas rotineiramente afim de garantir a estabilidade de funcionamento e a segurança da estrutura.

3.4.5.3 Manutenção corretiva

Segundo a ABNT NBR 5462:1994, a manutenção corretiva trata-se da “situação mais inesperada possível”, ou seja, essa só deve ser acionada após a identificação de um sinistro ou uma patologia, quando a resolução da problemática é essencial ao funcionamento do objeto. Outrossim, devido a urgência e a falta de planejamento, esse tipo de manutenção é considerada a mais onerosa aos empreendedores. Salienta-se que a realização de reparos corretivos está diretamente ligada à não execução adequada das outras técnicas de manutenção.

3.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BARRAGENS DE CONCRETO

As anomalias ou manifestações patológicas em barragens de concreto são, segundo a Resolução N° 742/2011 da Agência Nacional de Águas (2011), por definição, “qualquer deficiência, irregularidade, anomalia ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem, tanto a curto como em longo prazo”. Essas manifestações patológicas são causadas por anomalias ou sinistros, que advêm do funcionamento inadequado da estrutura, seja por deficiência construtiva, exposição ao meio ou falta de manutenção. Tais patologias podem colocar em decadência a segurança e o funcionamento do barramento e, por este motivo, a constatação destas deficiências precisa ser a mais celeridade possível, já que as barragens de concreto devem ser estruturas estáveis e estanques.

“É a constatação que determina a tomada de ação para a recolocação da estrutura em estado normal de operação e o grau de intensidade da intervenção necessária. As barragens têm que ser estruturas estáveis e estanques, ou pelo menos permeáveis até o possível. As principais deteriorações estão ligadas a esses dois aspectos, de maneira geral. Algumas anomalias podem acometer, também, o funcionamento de determinadas estruturas adjacentes, como vertedouros e condutos” (ARAÚJO, 2018, p. 26).

De maneira geral é essencial a identificação prévia das patologias para que haja a garantia de funcionamento e segurança do empreendimento. E, para que isso ocorra, o caminho mais adequado e menos agressivo à estrutura, que traz consigo uma alta taxa de confiabilidade, são as técnicas convencionais de vistoria e manutenção, bem como a realização de ensaios não destrutivos na estrutura de concreto. Tais técnicas e ensaios não só permitem a identificação e análise mais aprofundada das anomalias presentes na barragem, mas como também são essenciais na fase de mensurar as possíveis correções a serem aplicadas.

3.6.1 Manifestações Patológicas nas Estruturas Físicas

A seguir, estão apresentadas as principais manifestações patológicas que podem surgir em estruturas físicas de concreto.

3.6.1.1 Fissuras

“Fissuras são aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural, tornando-se um caminho rápido para a entrada de agentes agressivos à estrutura” (GONÇALVES, 2015). O compósito concreto armado deve ser uma estrutura homogênea, rígida e de grande resistência a esforços, contudo, como todo material, esse está sujeito ao aparecimento de fissuras, trincas e/ou rachaduras nas mais variadas idades e pelos mais diversos motivos, onde as principais causas podem ser separadas em dois grandes grupos: as geradas por ações mecânicas e as geradas por ações físico-químicas.

A Foto 7 ilustra a presença de fissuras na bacia de dissipação da Barragem Jacarecica I, em Itabaiana/SE.

Foto 7 - Fissuras na Bacia de Dissipação da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



FONTE: Viana (2020).

As fissuras, dentre todas as manifestações patológicas, é a mais comum face a sua exposição visual, apesar que definir um diagnóstico conciso de sua casualidade é muito complexo, já que pode estar associada aos mais diversos fatores.

“Os profissionais ligados ao assunto devem se conscientizar de que muito pode ser feito para minimizar-se o problema, pelo simples fato de reconhecer-se que as movimentações dos materiais e componentes das edificações civis são inevitáveis” (THOMAZ, 1989, apud GONÇALVES, 2015, p. 43).

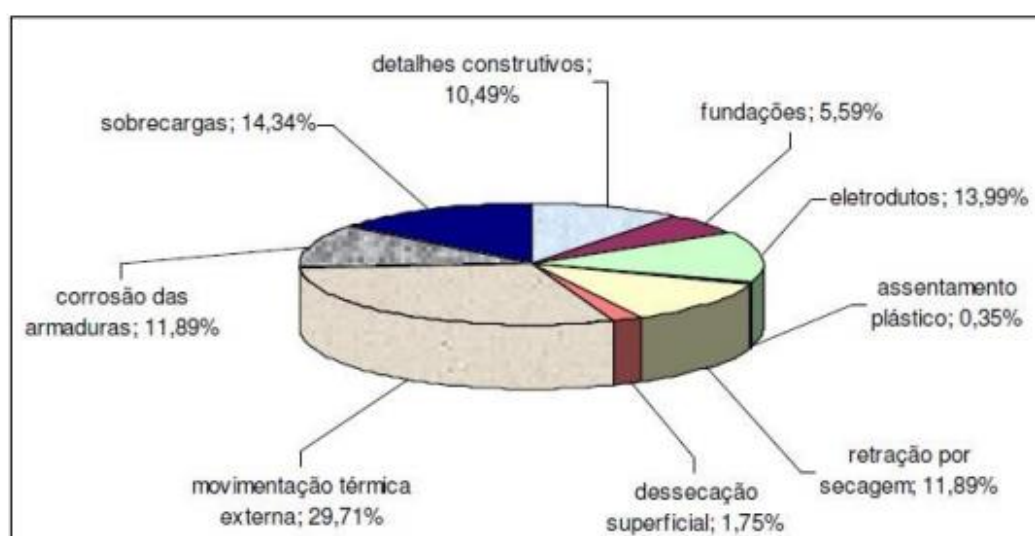
Apesar de todos os cuidados que devem ser tomados para evitar essa manifestação patológica, o foco principal quanto ao que apresenta verdadeiro risco à edificação, são as que a ABNT NBR 6118:2014 Versão Corrigida:2014 considera como fissuras agressivas, as quais são classificadas quanto a sua abertura, o que está diretamente relacionado a exposição da estrutura. É importante frisar que apenas uma parte das fissuras apresentam real risco a estrutura analisada, já que boa parte são causadas por variações diárias de temperatura e tem característica superficial, não sendo relevantes às condições de segurança.

No que se remonta às dimensões das fissuras agressivas, segue a definição da norma ABNT NBR 6118:2014 Versão Corrigida:2014 para estruturas comuns de concreto:

- a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingo de maré);
- b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial);
- c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso).

Fatores como a posição das fissuras, sua abertura, inclinação, trajetória e espaçamento podem indicar os motivos causadores da manifestação patológica, onde Dal Molin (1998) apud Gonçalves (2015), através de pesquisa desenvolveu um gráfico estatístico contendo os principais tipos e a incidência de fissuras em concreto armado, demonstrado na Figura 15.

Figura 15 - Tipos e Incidência de Fissuras em Concreto Armado



Fonte: Dal Molin, 1988, apud Gonçalves (2015).

No processo de identificação, caracterização e acompanhamento da manifestação patológica, alguns conceitos podem ficar conflitantes, já que fissuras, trincas e rachaduras podem se assemelhar ou divergir em aparência, dimensão, origem e tratamento. As trincas, por exemplo, são semelhantes às fissuras no que se referem ao tratamento que devem receber, contudo, variam em dimensão, já que as trincas possuem aberturas maiores que 0,5 mm. As rachaduras são mais profundas e acentuadas, com dimensão maior que 1 mm onde, em alguns casos específicos mais graves, podem se tornar fendas. Estas últimas possuem espessura maior que 1,5 mm e muitas vezes pode transpassar a estrutura em profundidade.

Em barragens de concreto é comum observar pequenas fissuras oriundas das variações diárias de temperatura. Muitas dessas fissuras são superficiais e que não apresentam real risco a segurança da barragem. Não obstante, é necessário estar atento às fissuras graves que estão associadas as anomalias mecânicas e físico-químicas.

As anomalias mecânicas podem ocorrer nas mais diversas fases do compósito. Preliminarmente, na fase plástica do concreto, durante a retração ou assentamento do mesmo. Já a segunda fase, ocorre durante o endurecimento, onde os sinistros estariam intrínsecos às movimentações térmicas e as retrações. E, por fim, na fase do concreto já endurecido, onde as fissuras ocorrem devido ao subdimensionamento da estrutura, detalhamento deficiente, ausência de cuidados na execução (como na fase de cura e retirada das fôrmas, por exemplo) e atreladas a cargas excessivas (cargas que vão além das levadas em consideração na fase de dimensionamento).

No que refere as anomalias físico-químicas estas ocorrem na fase de concreto endurecido e são causadas por ataques de sulfatos ao concreto, pelas reações álcali-agregado e pela corrosão das armaduras.

Os barramentos são projetados para resistir a altíssimas cargas de pressão e força advindas do reservatório, assim como, a estar sujeito a contato direto com água e algumas substâncias nela presentes. Em determinados casos mais graves de fissuração, essas funções de projeto serão prejudicadas pela exposição interna da estrutura, ocorrida através dos espaçamentos gerados pelas anomalias, havendo assim perda de resistência do maciço por corrosão das armaduras, perda de seção do aço e do concreto, exposição e carreamento de materiais sólidos pela passagem continua de fluidos (lixiviação), saturação do maciço que irá descarrilhar em marcas de eflorescência, surgências e mais pontos de corrosão das

armaduras, que como efeito em cadeia irá gerar pontos de deslocamento do concreto, que em casos extremos podem provocar deslizamentos ou tombamentos de elementos do barramento.

Como o citado acima é difícil definir uma única causa ou efeito que leve ao surgimento de fissuras, trinca e rachaduras, entretanto, com o seu aparecimento e identificação da gravidade, é crucial que estas sejam tratadas e que as medidas cabíveis sejam tomadas para evitar o aparecimento de novas, já que a fissuração que se origina e atua de maneira conjunta com as demais patologias.

3.6.1.2 Deterioração química

Os processos químicos que ocorrem no concreto são responsáveis pelas patologias de maior ordem de gravidade. Tais reações não só geram consequências sutis e internas aos materiais, mas como também geram e agravam as deficiências físicas mais aparentes da estrutura, como fissurações e deslocamentos, por exemplo. Vale ressaltar, que a maioria das manifestações patológicas de origem química são oriundas de deficiências físicas, tais como aumento da permeabilidade e porosidade, fissuração e desagregação de material, ou seja, é um ciclo vicioso pois quanto mais patologias físicas a estrutura apresenta, mais propensa estará a estrutura a sofrer com a ação de agentes químicos e, quando maior o efeito dos agentes químicos, maior será os danos físicos aparentes na estrutura.

As reações que causam o efeito de degradação do concreto podem advir de diversas reações, entre elas está o processo de expansão interna do material sofrido devido a reação da hidratação retardada da CaO e MgO cristalinos, quando presentes em grandes quantidades no cimento utilizado no traço, ou da reação álcali-agregado (RAA), processo esse que é agravado pela presença de água na estrutura, derivada do processo de fissuração e da reação das estruturas de concreto aos íons de sulfato. O último fator seria a corrosão eletroquímica da estrutura que irá gerar perda de seção das armaduras, separação do compósito concreto armado e desagregação do concreto.

Ao tratar-se da reação dos íons de sulfato nas estruturas de concreto, o primeiro fator desta reação a ressaltar, é o fato dos sais na sua forma diluída, a exemplo da água do mar, agredirem diretamente as estruturas de concreto, em virtude da reação com a pasta de cimento hidratado.

“Os dois principais meios de ataque por sulfatos são: reação com os produtos de hidratação do aluminato tricálcico não hidratado (C_3A) produzindo etringita e, reação com o hidróxido de cálcio produzindo gipsita” (NEVILLE, 1997, apud GOMES, MAINIER e PONTUAL, 2018). Vale ressaltar, que a formação de etringita no concreto já endurecido leva a formação fissuras face as expansões internas da peça.

Segundo Mehta e Monteiro (2008) apud Gomes, Mainier e Pontual (2018), destacam-se duas formas de ataque ao concreto: a expansão (com consequente fissuração, aumentando a permeabilidade do concreto e facilitando a penetração de águas agressivas) e a perda progressiva de resistência simultânea à perda de massa (devido à perda da coesão dos produtos de hidratação).

Segundo o Manual de Orientação aos Empreendedores de Barragens de Concreto da ANA (2014), a relação RAA é decorrente da reação entre os álcalis do cimento com os minerais reativos presentes em algumas rochas utilizadas como agregado. Nesta reação é possível observar uma lenta expansão partindo da região interna do concreto, que é acometido por uma fissuração tipo mapa e libera uma substância espumosa gerada como produto. Essa expansão é muito perigosa, pois expõem a parte interna da estrutura através da desagregação e fissuração do material, o que ocasiona situações como corrosão das armaduras e possíveis deslocamentos.

Em barragens, a ocorrência desses efeitos pode gerar perda de resistência do barramento, deslocamentos diferenciais, fechamentos de juntas, lascamentos de parte da estrutura e, em situações mais graves, deslocamentos e tombamentos de estruturas físicas e/ou mecânicas, colocando a barragem em situação de risco iminente ou gerando um grave acidente.

3.6.1.3 Lixiviação ou dissolução

A passagem contínua de água ocasionada por um grau elevado de porosidade ou de fissuração na estrutura de concreto que pode levar a dissolução e/ou carregamento de materiais dos compostos facilmente solúveis, em sua maioria componentes do cimento já endurecido. As marcas mais evidentes dessa patologia são as machas de eflorescência esbranquiçada, pontuais e lineares, acometidas pela lixiviação do hidróxido de cálcio presente no cimento, onde esse ao ser trazido para o externo da estrutura reage diretamente como gás carbônico presente no ar, gerando manchas do que é chamado de processo de carbonatação.

É importante frisar que manchas de coloração mais escurecida também são comuns e ocorrem devido ao fato que no processo de lixiviação os materiais provenientes do processo de corrosão das armaduras, bem como a matéria orgânica e argila, são trazidos ao meio externo.

3.6.1.4 Corrosão da armadura

Processo natural químico ou eletroquímico, que pode ser acometido ou agravado pelas deficiências físicas da estrutura e que levam a degradação continua do material até a perda total de sua seção.

É importante frisar que no processo de corrosão é essencial que os íons trabalhem em conjunto com a água e o oxigênio, para que assim reajam diretamente nas peças de aço realizando o processo de perdas de elétrons e, conseqüentemente, perda de seção. Em estruturas de concreto armado esse processo só é permitido quando a estrutura está exposta ou é permeável o suficiente para que os três solutos citados façam parte do processo, visto que, mesmo que existam dois componentes, como a presença dos íons e da água, se não houver oxigênio o processo não ocorre.

Em estruturas de concreto armado, como barragens por exemplo, são graves os efeitos da corrosão e perda de seção das armaduras. Após este acontecimento, logo será perceptível o aparecimento de manchas e fissuras e, futuramente, o deslocamento do cobrimento do concreto, a redução da seção e a perda continuada de resistência a esforços.

Nas barragens, a maioria dos problemas com corrosão são gerados por falhas construtivas, onde inicialmente não apresentam risco imediato, devido ao fato das barragens serem estruturas de grande porte e de altíssima resistência. Contudo, com a exposição continuada, as demais estruturas do barramento serão prejudicadas. Em casos extremos, por exemplo, pode chegar até ao destacamento de blocos de concreto, apresentando risco gravíssimo e eminente à estrutura.

3.6.1.5 Desalinhamento e deslocamento diferencial

As movimentações de estruturas de concreto nesse caso específico em barragens são, segundo a ANA (2013) apud Araújo (2018), “movimentações relativas da estrutura em relação a posição original”. Nas barragens essas movimentações podem ser de caráter de desalinhamento, que é a variação da estrutura em comparação com a posição original, e

de caráter de deslocamento diferencial, que consiste em movimentações relacionadas às partes adjacentes.

Os principais motivos que levam ao acontecimento desses fenômenos são reações químicas graves, a exemplo das estruturas que sofrem com a reação álcali-agregado. Outros fatores condicionantes são as solicitações além das projetadas, efeitos térmicos constantes e/ou de larga escala, supressões e recalque das fundações. Tais fatores nem sempre são tão perceptíveis a olho nu, por isso existem equipamentos de controle em barragens como os tassômetros que são responsáveis pela demarcação da posição original do talude e, com seu acompanhamento contínuo, é possível aferir as variações e deslocamentos em detrimento do tempo, sendo possível criar uma relação de causa e efeito e de deslocamento gradativo.

Situações de grandes deslocamentos em barramentos podem ocasionar quebra de equipamentos e estruturas, além do surgimento de fissuras estruturais, que geram risco ao maciço e, por isso, devem ser acompanhados de perto.

3.6.1.6 Infiltração

A incidência de fissurações, juntas defeituosas, tubulações e drenos ineficientes e não estanques, bem como estruturas que estão em contato direto com a água e não receberam a devida impermeabilização geram pontos de infiltração, os quais se dão pelo fluxo de água que surge através de juntas, fissuras e aberturas.

Em barragens de concreto, essa patologia está diretamente associada ao nível do reservatório e a temperatura do meio, onde os pontos de infiltração são agravados pelo nível de profundidade do maciço em que se localizam e seu aparecimento é intensificado em ambientes com grandes variações de temperatura, devido ao aparecimento de fissuras e trincas na estrutura geradas pela que a retração térmica do concreto.

É importante destacar que pontos de infiltração em barragens de concreto, principalmente em estruturas como galerias (Figura 16), são perigosíssimos pois estão diretamente vinculados a danos no concreto, no aço e em demais componentes estruturais.

Figura 16 - Infiltrações na Galeria da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE.



Fonte: Acervo COHIDRO/SE (2018).

3.6.1.7 Surgências

Como anteriormente dito, as barragens de concreto devem ser estruturas rígidas e pouquíssimo permeáveis. Contudo, o concreto não é um material impermeável por se tratar de uma “rocha” fabricada.

Para evitar acúmulo de água desnecessário na estrutura são instalados, durante a fase de execução, dispositivos de drenagem que conduzem a água infiltrada para regiões propícias e planejadas para o escoamento como, por exemplo, o sistema de drenagem comumente instalados em galerias. Porém, muitas vezes, por falha de projeto ou por problemas executivos, esses condutos não são suficientes, o que leva a ocorrência do que é nomeado de surgência (Figura 17). A surgência é a percolação de água pelo corpo da barragem, geralmente ocorrendo por juntas deficientes ou em regiões de pontos no concreto que não foram devidamente vibrados.

Figura 17 - Surgências na Galeria da Barragem Jacarecica II em Malhador/SE.



Fonte: Acervo COHIDRO/SE (2018).

As surgências mais acentuadas, com fluxo e velocidade elevada, contribuem diretamente para a deterioração da estrutura, corroborando para o processo de lixiviação do material e dando início a uma sucessão de fatores químicos dependentes da umidade. Para evitar a saturação da estrutura, seja ela pela deficiência nos drenos ou por pontos de vazios nos reservatórios, inspeções periódicas devem ser realizadas, incluindo a limpeza do sistema de drenagem e das juntas, bem como o tratamento das fissuras e trincas provenientes.

Durante a fase de projeto é imprescindível que os problemas com a infiltração e a surgência sejam levados em consideração, objetivando a garantia do correto funcionamento dos sistemas de drenagem e da verificação, manutenção e cuidado dos pontos de fragilidade na estrutura.

Em algumas barragens são instalados dispositivos de drenagem que permitem conduzir a água infiltrada no corpo do maciço para as galerias ou para áreas a jusante, limitando assim a instalação de subpressões. No entanto, podem por vezes ocorrer percolações não controladas através do corpo da barragem. Estas passagens de água nas estruturas de concreto ocorrem em regra através de juntas deficientemente tratadas, tais como as juntas de contração, de concretagem ou de contato entre materiais diferentes (por exemplo, entre o concreto e o maciço de fundação ou entre o concreto e o maciço de aterro) ou ainda através de áreas de concreto deficientemente vibrado. A manutenção corrente das estruturas de concreto deve, portanto, incluir a limpeza periódica de drenos ou sistemas de drenagem.

3.6.1.8 Abrasão e Cavitação

A erosão é o processo de desgaste da estrutura superficial do concreto devido ao processo de atrito e fricção contínua. Em estruturas como barragens os dois principais tipos de erosão são os causados por cavitação e por abrasão, onde ambos causam danos visíveis e significativos ao maciço.

Estruturas de extravasamento como vertedouros estão sujeitas a passagem abrupta e constante de água, sofrendo constantemente por erosão causada por abrasão e cavitação.

A erosão devida à abrasão ocorre em virtude do atrito gerado entre a superfície do maciço de concreto e os finos que estão suspensos na água que atinge a estrutura de maneira abrasiva e constante. Já no que se refere ao processo de erosão por cavitação (Figura 18),

este atinge a camada superficial do maciço, gerando desgaste através da implosão das bolhas de vapor de água provocadas através do processo de mudança abrupta de direção do líquido que está em altíssima velocidade.

Esse processo em barragens ocorre principalmente em órgãos extravasores como vertedouros, ocasionando danos como mudança de direção da lâmina d'água durante o processo de escoamento, pontos de acúmulo de tensão e a erosão do leito à jusante do maciço.

Figura 18 - Cavitação no Vertedouro da Barragem Jacarecica I Em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.6.2 Manifestações Patológicas no Reservatório

3.6.2.1 Estabilidade das margens do reservatório

Todas as margens ou bordas do reservatório podem estar sujeitas ao rompimento devido à erosão do solo, aos fenômenos naturais ou às células topográficas estreitas que não resistem a ação constante da água.

“As margens do reservatório devem ser investigadas para determinar se a ruptura dos taludes pode constituir ameaça para a segurança da barragem para vidas, ou propriedades ao longo das margens do reservatório, ou a jusante da barragem” (ANA; BANCO MUNDIAL, 2014).

3.6.2.2 Controle de materiais flutuantes

A barragem é uma estrutura não natural de contenção de fluxo de uma bacia hidráulica para acúmulo de água para os mais variados fins. Contudo, por ser comumente abastecida pelo fluxo de um rio ou até mesmo pela poluição das regiões que a circundam é comum que haja acúmulo também de matéria orgânica, tais como vegetação arbustiva, galhos e troncos de árvore, bem como resíduos dos mais variados tamanhos e natureza.

Esse acúmulo citado anteriormente torna-se muito perigoso devido aos riscos que pode gerar para os órgãos extravasores, podendo causar danos devido a choques com a tomada d'água, vertedouro, bacia de dissipação, entre outros, além do risco de entupimentos dos condutos e até a quebra de instrumentos do sistema de inspeção.

3.6.2.3 Sedimentação e assoreamento

Os processos de sedimentação e assoreamento também são muito perigosos aos barramentos visto que afetam diretamente o volume de acúmulo de água, bem como prejudicam a qualidade da água e o funcionamento de diversos componentes da barragem.

A sedimentação é o processo de acúmulo de materiais no fundo do reservatório e pode ser verificado através do ensaio de batimetria.

O processo de sedimentação pode ocorrer por vários motivos. O primeiro deles é o acúmulo de matéria orgânica devido a queimadas e aos desmatamentos da flora presente na circunvizinhança do barramento. Outro fator gerador é o processo de assoreamento do material das margens do curso d'água, que ocorre devido a intensa ação da natureza, como ventos e a passagem constante de água da chuva, ou devido a pontos de fragilidade que advém de construções indevidas e de intenso tráfego de veículos. Algumas medidas ajudam a evitar o processo de assoreamento, como a proteção natural das margens do rio por meio do plantio da mata ciliar ou a aplicação de rip-rap (enrocamento de pedras) no talude de montante.

O processo de sedimentação é um causador de danos seríssimos ao reservatório, já que devido ao processo de acúmulo de material ao fundo do reservatório, esse perde a sua capacidade de acumulação, bem como compromete a qualidade da água devido ao aumento de sais e materiais contaminantes.

3.6.2.4 Controle de salinização e da eutrofização

O controle da salinização e a eutrofização da água é essencial para garantia da qualidade de fornecimento deste recurso natural à população. A maioria das barragens cumprem a função de abastecimento humano, agrícola e animal, por isso é essencial que seja distribuída água de boa qualidade e própria para consumo. A salinização e a eutrofização são prejudiciais ao abastecimento já que, em situações de descontrole, tornam a água imprópria para o consumo.

A salinização refere-se ao processo de aumento de sais mineiras na água, tornando a água salina. Vale ressaltar, que os cloretos que são trazidos pela água rica em sais minerais são extremamente prejudiciais às estruturas de concreto armado, gerando em caso de exposição a corrosão ativa das armaduras. Já a eutrofização é o desenvolvimento de bactérias nocivas à saúde, devido ao aumento desordenado de matéria orgânica no líquido. Ambos os fenômenos são acometidos por fatores como assoreamento do leito do reservatório, decantação de materiais no seu fundo, despejo inadequado de matéria orgânica e substâncias nocivas provenientes de esgotos ou de restos da agricultura, entre outros.

3.7 RECUPERAÇÕES E TRATAMENTOS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BARRAGENS DE CONCRETO

As recuperações das manifestações patológicas têm como principal objetivo restaurar o desempenho original da estrutura, através da recuperação total ou parcial da resistência a esforços solicitantes, da capacidade impermeabilizante, dos componentes de resistência a temperatura, entre outros. No processo de escolha da técnica de recuperação mais adequada deve ser levado em consideração, principalmente, a análise criteriosa da manifestação, bem como os nexos causais, fazendo uma analogia técnica da relação entre a segurança e o custo-benefício do procedimento.

Os tratamentos pontuais são métodos de recuperação que visam a correção de manifestações patológicas em seções do maciço. Apesar da metodologia do procedimento ser o tratamento por seções nada impede que, mediante a gravidade e a extensão da problemática, o tratamento seja aplicado em diversos pontos do corpo do barramento. Ressalta-se que mediante a sua realização, na hipótese de insucesso, pode ensejar a necessidade de substituição total ou um diagnóstico pela eliminação do componente estrutural.

3.7.1 Projeção de Argamassas Poliméricas

“A técnica consiste na projeção de argamassas poliméricas com a finalidade de revestir e proteger a estrutura, além de acabamento estético. Apresenta como características principais: proteção do substrato, impermeabilização e recuperação estrutural” (ARAÚJO, 2018).

A técnica é indicada para ocupar pequenas profundidades de, no máximo, cinco (5) centímetros, entretanto pode ser aplicada em superfícies com larguras tanto grande quanto pequenas.

Sua principal utilização é quando a camada de cobrimento do concreto encontra-se deteriorada, inclusive com exposição das armaduras. Em virtude da adição de polímeros na composição da argamassa, esta apresenta como características principais a menor porosidade e a melhor aderência para uma estrutura de concreto já endurecida sendo, portanto, ideal para a recomposição da camada de concreto danificada, principalmente em seções em que as armaduras já foram recuperadas, visto que, em virtude de suas características de baixa porosidade e boa aderência, irá conseguir proteger as armaduras de fenômenos como a corrosão devido à alta umidade.

No mercado, as argamassas poliméricas mais comumente comercializadas são as com adição de adesivo acrílico, resina de PVA ou resina epoxídica. No entanto, é importante frisar que as argamassas com adição de PVA não são ideais para a utilização em ambientes externos ou com umidade, ou seja, em barragens que são ambientes continuamente expostos a variação de temperatura, mudanças climáticas e a presença de umidade, as mais ideais seria a com adição de adesivo acrílico ou resina epoxídica em virtude da alta resistência, baixa porosidade, grande estabilidade dimensional, cura rápida, excelente durabilidade e boas propriedades mecânicas no que se refere a expansão ou resistência a esforços. A Figura 19 ilustra a aplicação de argamassa polimérica no vertedouro da Barragem Jacarecica I, em Itabaiana/SE.

Figura 19 - Projeção de Argamassas Poliméricas no Vertedouro da Barragem Jacarecica I em Itabaiana/SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

3.7.2 Impermeabilização

A impermeabilização é um conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções da contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade (ABNT NBR 9575:2010).

Das diversas técnicas de impermeabilização, as três mais conhecidas e utilizadas são: manta de PVC, geomembrana de PVC e sistemas cristalizantes.

3.7.2.1 Manta de PVC

Essas são fabricadas através de compostos virgens de PVC com a adição de aditivos plastificantes e estabilizadores, que tem como objetivo final conferir flexibilidade, resistência química, a umidade e aos raios ultravioletas.

São comercializadas em rolos, com tamanhos e dimensões que variam mediante a necessidade de aplicação. No que se refere ao processo de aplicação, são alocadas e instaladas através da soldagem térmica com a utilização de equipamentos especiais de ar quente. Seu principal diferencial é a longevidade e resistência quando comparadas a outros sistemas de impermeabilização por manta, chegando a atingir ao dobro da vida útil dos demais, mantendo ainda as propriedades de resistência e impermeabilidade.

3.7.2.2 Geomembrana de PVC

É o sistema de desempenho mais que eficiente, geralmente utilizado em barragens nas juntas de contração novas ou recuperadas, como também no tratamento de fissuras.

3.7.2.3 Sistemas cristalizantes

Esses sistemas são capazes de impermeabilizar as estruturas de concreto através da cristalização dos poros e capilares, realizando um selamento definitivo da estrutura e protegendo a mesma de diversas intempéries.

Esse sistema consegue unir-se ao concreto através das camadas de cristais geradas durante a sua aplicação, tornando-se uma parte componente e colaborativa da estrutura. Entre seus efeitos estão ausência de deterioração, devido a elevada resistência e a vida útil prolongada. A reação na presença de água, que confere uma proteção alcalina à estrutura, evita efeitos como a corrosão de armaduras expostas e, por fim, a alta resistência a variação de pressão.

3.7.3 Injeções de Resina Química

Esse sistema é utilizado principalmente para recuperação de defeitos e falhas na estrutura de concreto, a exemplos do selamento flexível de fissuras, para recompor a monoliticidade da estrutura, do estancamento de infiltrações em fissuras, da recomposição de juntas de concretagem e de juntas de dilatação, do tratamento de pontos de segregação do compósito, entre outros.

A técnica consiste na aplicação de injeções de materiais químicos de alta qualidade, resistência, durabilidade e desempenho. Elas são aconselhadas quando os pontos de fragilidade no concreto apresentam falhas de resistência e deficiência na impermeabilidade a água e a outros elementos contaminantes. Devido a resina possuir baixa viscosidade, essa adentra nas fissuras e juntas selando-as e as garantindo estanqueidade e a reconstituição da monoliticidade da estrutura.

Existem vários tipos de sistemas de injeções, onde “os sistemas de injeções dividem-se em rígidos e flexíveis, apresentando características distintas de acordo com a patologia apresentada” (ARAÚJO, 2018).

Os sistemas rígidos devem ser utilizados quando a origem das fissuras for estrutural. Neste caso, os materiais utilizados depois de endurecidos devem poder transferir os

esforços solicitantes da estrutura, sejam esses esforços de cisalhamento, torção ou compressão, onde a aplicação torna-se parte do compósito, garantindo o restauro da capacidade estrutural da peça.

Já os sistemas flexíveis são utilizados quando a prioridade é apenas o selamento de fissuras e juntas, ou seja, as injeções só devem garantir impermeabilização e flexibilidade as dilatações térmicas.

A seguir, estão apresentados os principais produtos utilizados para a injeção em pontos de fragilidade em estruturas de concreto armado.

3.7.3.1 Resina epóxi

A resina epóxi é executada através de bombas de injeção de alta pressão e na sua aplicação em fissuras não é necessária a utilização de solvente. Por apresentar baixa viscosidade é possível o preenchimento de fissuras a partir de 0,1 mm. Em fissuras mais largas se consegue garantir o seu total preenchimento, sem que reste nenhum vazio. Vale ressaltar também que, as resinas epóxi “apresentam propriedades mecânicas superiores a qualquer resina, resistência à compressão de 80 a 100 MPa e resistências à tração entre 40 a 60 MPa” (TAKAGI e ALMEIDA JUNIOR, 2002 apud MOURÃO, 2010, apud ARAÚJO, 2018, p. 36).

3.7.3.2 Microcimento

O microcimento é composto por cimentos especiais, e a sua aplicação é feita através da injeção por bombas de baixa pressão em pontos de fragilidade da estrutura, onde este realiza sua principal função: o enrijecimento das peças de concreto armado. Esse composto tem a capacidade de adquirir alta resistência e dureza, conseguindo transferir esforços para a estrutura já existente, contribuindo diretamente para a monoliticidade do compósito.

3.7.3.3 Gel acrílico

Suas principais características são baixa viscosidade, ótima aderência à superfície aplicada (substrato de concreto) e alta durabilidade. Devido a sua característica de baixa viscosidade, a sua aplicação é excelente em casos em que for necessária a recomposição do vínculo entre a base e a estrutura, caso de barragens de enrocamento ou solo e do concreto, em virtude de que suas características possibilitam, que através das injeções, o material percole entre essas interfaces, impermeabilizando-as e aumentando o seu vínculo (contato).

3.7.4 Selamento e Impermeabilização de Fissuras

O principal objetivo da impermeabilização de fissuras é tornar estanque a estrutura, evitando a entrada prejudicial de elementos físicos e químicos que poderão trazer prejuízos diretos na capacidade de resistência e durabilidade da estrutura (Figura 20).

Vale ressaltar, que o objetivo da impermeabilização não é trazer de volta a monoliticidade do compósito concreto armado, mas sim coibir vazamentos e infiltrações por fissuras e juntas de dilatação expostas.

Figura 20 - Impermeabilização e Selamento de Fissuras na Ombreira da Barragem Gov. João Alves Filho em Itabaiana /SE.



Fonte: Relatório Final de Recuperação da Barragem pelo PAS (2019).

Os sistemas comumente usados são a base de poliuretano hidro ativado e gel de poliuretano, outro sistema, mas recente é o gel acrílico que é utilizado principalmente em intervenções em reservatórios ou em estruturas a baixo do lençol freático em virtude de o tempo de reação ser bastante rápido, onde em pouco tempo é gerado uma membrana flexível e estaque.

3.7.5 Recomposição Estrutural

O principal objetivo deste tratamento é devolver ou aproximar-se ao máximo das características iniciais da estrutura, ou seja, nesse sistema o principal objetivo é a monoliticidade. Portanto, as injeções aplicadas nos pontos de fragilidade, como nas fissuras por exemplo, devem ser com materiais de alta resistência mecânica, rígidos e que possibilitem a transferência de esforços.

Alguns possíveis materiais para essa finalidade são resina a base epóxi, poliuretano rígido e microcimento. Um ponto negativo dessa técnica se deve ao fato desses materiais terem características rígidas após a reação, o que impossibilita a sua aplicação em fissuras ativas, já que essas fissuras ainda podem prolongar-se, causando a desagregação do material.

3.7.6 Pequenos reparos - Substituição de Elementos Danificados

É necessário substituir elementos danificados nos casos em que a análise das manifestações patológicas permite identificar o impossível aproveitamento de uma estrutura ou peça de concreto armado e que a sua não substituição seja prejudicial ao funcionamento ou segurança do maciço da barragem.

Durante o processo de substituição os cuidados devem ser redobrados em virtude de que algumas peças para serem retiradas necessitam de serviços preliminares, tais como o escoramento de peças com características estruturais. A substituição de peças em estruturas de grande porte e de grande risco, como as barragens, deve ser feita sempre presando pela segurança e funcionalidade, onde neste momento o indicador custo é importante para viabilização, mas não é o principal motivador.

3.7.7 Eliminação da Vegetação na Crista da Barragem ou no Paramento de Jusante.

É necessário a eliminação periódica de matéria orgânica nas estruturas do barramento já que os prejuízos gerados por vegetação (musgos, líquens, ou outras espécies vegetais) ou fungos são muito danosos aos componentes do barramento.

A vegetação, além de causar enraizamento e degradação do concreto, provocando neste trincas e fissuras, também pode causar entupimentos das estruturas mecânicas de distribuição e captação de água, como tubulações e registros.

Já os fungos causam danos químicos às estruturas de concreto e aço e junto com a vegetação impedem a visualização de manifestações patológicas, dificultando o diagnóstico rápido e a celeridade no processo de recuperação. Em virtude dos fatores citados, a limpeza e o desmatamento da vegetação, bem como a retirada dos fungos deve ser uma prática constante e eficiente e deve estar especificado no plano de manutenção preventiva do barramento.

4. METODOLOGIA

Os principais processos metodológicos utilizados neste trabalho foram: pesquisa bibliográfica, visitas em campo para aplicação do modelo de manual elaborado pelo autor, entrevistas com profissionais técnicos pertinentes ao tema em foco e participação em eventos técnicos da área.

O procedimento metodológico bibliográfico foi iniciado com a exposição da importância de estruturas como as barragens na sociedade, em suas mais variadas formas de utilização. Logo após, foi realizado um levantamento cuidadoso sobre as diretrizes de segurança dos barramentos e a importância de que os empreendedores responsáveis por elas, sejam eles públicos ou privados, as mantenham sempre dentro das normas de conformidade e requisitos de manutenção.

A posteriori, com a utilização da pesquisa bibliográfica foram levantadas as características que definem os barramentos mais utilizados, dando ênfase às barragens de concreto, sendo elas objeto do presente estudo. Foram expostas características como classificação estrutural e seus componentes, bem como possíveis manifestações patológicas e respectivas técnicas de tratamentos.

Todo esse material foi avaliado através do conhecimento vivenciado pelo autor no campo, via vários acompanhamentos técnicos do autor em barramentos existentes no estado de Sergipe e regiões adjacentes.

Em virtude dos métodos utilizados, o objeto principal colimado nesse material será a aplicação do modelo de manual para avaliação de manifestações patológicas elaborado pelo autor. Tal manual foi fruto de um trabalho anterior de Viana (2022) denominado de Manual de Identificação de Manifestações Patológicas nas Estruturas Físicas das Barragens de Concreto e seus Elementos Estruturais Associados.

Com base nas avaliações feitas com emprego do manual em duas barragens de concreto do estado de Sergipe, serão elaborados, para cada uma delas, um parecer técnico contendo os procedimentos de manutenção corretiva ou preventiva, pertinentes a gestão de manutenção deste empreendimento, mas adequados para a garantia da segurança, desempenho e durabilidade do maciço, bem como, os custos atuais para sua execução.

A seguir serão apresentados individualmente as características peculiares de cada uma destas duas barragens de concreto.

4.1 BARRAGEM GOVERNADOR DIONÍSIO MACHADO

Esta barragem é um empreendimento de responsabilidade da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (COHIDRO), que teve seu início no ano de 1985, a qual apresenta como principal objetivo atender o projeto de irrigação pública estadual “Perímetro Irrigado Piauí”, que nos dias atuais abastece projetos de agricultura familiar e empresarial de 364 lotes rurais, além do fornecimento de água para o abastecimento humano que funciona em um acordo de cooperação técnica entre a COHIDRO e a DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe).

Contida dentro da bacia hidráulica do Rio Piauí e abastecida pelo mesma, a Barragem Governador Dionísio Machado (Figura 21), comumente conhecida como Barragem do Rio Piauí, localiza-se no município de Lagarto, no estado de Sergipe, nas coordenadas em UTM - Região 24L, Pontos X: 0645.513 e Y: 8.788.378, distanciando-se cerca de 69 km da capital Aracaju, 6 km da sede do projeto em Lagarto/SE e a 93 km do Porto de Sergipe, onde o seu principal acesso é realizado através da BR 101 no trecho que liga o município de Aracaju/SE ao município de Lagarto/SE e pela Rodovia Estadual Lourival Batista.

Figura 21 - Barragem Governador Dionísio Machado (localização geográfica).



Fonte: Google Earth (2022).

A barragem foi finalizada em 1987, onde detém 465 metros de comprimento, altura máxima do maciço de 20 metros e a capacidade de armazenamento de água de 15.000.000 de m³. Dentre as suas características de projeto e execução citam-se: é

constituída por um maciço de concreto armado e alvenaria de pedra argamassada, estando sua crista (Foto 8) a 120 metros de altura em relação ao nível de referência; sua fundação é em rocha sã e seu vertedouro (Foto 9) possui 150 metros de comprimento com lâmina máxima de 3,6 metros com vazão de projeto calculada de 0,80 m³/s e apresentando uma tomada d'água de 800 mm. Outro fator importantíssimo é que o maciço possui galeria interna de concreto com drenagem interna, contudo não existe instrumentação de análise técnica implementada no local.

Foto 8 - Crista esquerda da barragem Gov. Dionísio Machado.



Fonte: Viana (2022).

Foto 9 - Vertedouro da barragem Gov. Dionísio Machado.



Fonte: Viana (2022).

Em uma análise de manutenibilidade do empreendimento em questão é importantíssimo frisar que, mesmo após 35 anos de sua execução, ainda não ocorreram ações de recuperação consideráveis no barramento. Com base em uma análise documental e em entrevistas com os responsáveis técnicos é sabido que houveram, entretanto,

pequenas ações de correção e manutenção. Contudo, nenhum tipo de operação de recuperação de patologias das estruturas danificadas foi realizado na escala necessária, fator este que está diretamente vinculado às manifestações patológicas e a deficiências de uso encontradas nas vistorias realizadas na barragem e apresentadas nos resultados deste trabalho.

4.2 BARRAGEM JACARECICA I

A Barragem Jacarecica I (Figura 22) está localizada no município de Itabaiana, no estado de Sergipe, com coordenadas geográficas em UTM - Região 24L, Pontos X: 0678.652 e Y: 8.820.139, a uma distância aproximada de 64,00 km do município de Aracaju.

Figura 22 - Barragem Jacarecica I (localização geográfica).



Fonte: Google Earth (2022)

O acesso ao barramento pode ser feito a partir do município de Aracaju pela BR-235, percorrendo cerca de 54 km em direção ao município de Itabaiana, onde antes da entrada da Sede Municipal de Itabaiana, deve-se acessar a Rua Paulo Celestino da Rocha à direita e percorrer um trecho de 3,9 km até a bifurcação desta via. Posteriormente, em seguida, deve-se seguir para a esquerda, e ir adiante por entorno de 6 km até encontrar o Povoado Agro Vila, que está a cerca de 800 m da barragem.

Iniciada no ano de 1985, a Barragem Jacarecica I, hoje então com 35 anos de atividade, teve sua construção finalizada em março de 1987. Esse barramento, que está

contido na bacia do Rio Sergipe e é abastecido pelo Rio Jacarecica, é constituído por um maciço de concreto armado, com aproximadamente 420 metros de largura e altura máxima de 20 metros e, nos dias atuais, abastece projetos de agricultura familiar e empresarial de 126 lotes rurais. Entre os métodos construtivos mais específicos importantes a serem citados está a fundação deste maciço de concreto, que foi feita em cima de rocha sã. Contudo, foram necessárias duas linhas de injeção de cimento ao longo do eixo das obras, visando atingir maior estanqueidade e resistência. Ademais, outra especificação de projeto saliente é a galeria interna (Foto 10), que detém um sistema de drenagem, porém ainda não há um sistema de instrumentação geotécnica implementado.

Foto 10 - Vista interna da galeria de inspeção e drenagem da barragem Jacarecica I.



Fonte: Viana (2020).

A crista do maciço (Foto 11) está na cota 152,00 metros, com largura total de 2,00 metros, já o seu vertedouro (Foto 12), ou sangradouro, é incorporado ao maciço e foi projetado com largura de 65 metros, lâmina máxima de 3 metros e vazão de projeto de 0,3 m³/s.

Foto 11 - Vista da crista da barragem Jacarecica I, com detalhe da mureta de concreto à montante e guarda-corpo à jusante.



Fonte: Viana (2022).

Foto 12 - Vertedouro da barragem Jacarecica I.



Fonte: Viana (2022).

A descarga de fundo é embutida no maciço direito da barragem, sendo constituída por uma tubulação de ferro fundido com DN 1.000 mm e 12,0 m de comprimento. O controle de montante da descarga de fundo é feito a partir de uma comporta protegida por grade metálica e acionada por volante de manobras. Já o controle de jusante era realizado a partir de uma válvula borboleta, porém esta válvula encontra-se inoperante. Por isso, a jusante dessa válvula foi instalada um registro gaveta com DN 1000 mm que atualmente efetua o controle de jusante, com descarga da água diretamente na bacia de dissipação.

A tomada d'água está implantada em paralela à descarga de fundo, sendo constituída por uma tubulação de ferro fundido com DN 800 mm com cerca de 700,0 m de comprimento. O controle de montante é feito por uma comporta protegida por grade e acionada por um pedestal operacionalizado manualmente por volante de manobras. O controle de jusante é feito por uma válvula borboleta DN 800 mm, instalada em uma caixa de controle existente a jusante do maciço.

Os taludes de jusante (Figura 23) e montante possuem inclinação de 1,0H:3,5V, sendo o de jusante protegido com revestimento vegetal e o de montante com enrocamentos de pedras (rip-rap).

Figura 23 - Vista do paramento de jusante do maciço direito, onde está localizado o acesso à galeria de inspeção e drenagem da Barragem Jacarecica I.



Fonte: Viana (2020).

No início do ano de 2020, em um pacote de obra financiado pelo Banco Mundial, e num acordo firmado entre o estado de Sergipe e o banco com o objetivo de favorecer o fornecimento de água advindos da Bacia do Rio Sergipe, foram executados serviços de manutenção na Barragem Jacarecica I. Sendo assim, através de um contrato firmado entre a COHIDRO e uma empresa privada do ramo da construção civil, foram realizados os seguintes serviços neste barramento: limpeza e recuperação das vias de acesso a barragem; limpeza e pintura de taludes de concreto; limpeza e verificação de drenos da fundação e tubulação de fuga com remoção dos entulhos; substituição de guarda-corpo; tratamento de erosão na soleira do vertedouro; tratamento de infiltrações de água nas paredes e tetos da galeria; tratamento de infiltrações em juntas de contração transversais da galeria; limpeza e pintura interna da galeria; fornecimento e instalação de esquadrias metálicas teladas; fornecimento e instalação de escadas tipo marinheiro com guarda-corpo; pintura de proteção das esquadrias metálicas teladas e escadas de acesso; iluminação interna da galeria; e, fornecimento e instalação de gerador. O valor final de contrato firmado para recuperação desta barragem, no ano de 2108, foi de R\$ 549.344,06 (quinhentos e quarenta e nove mil, trezentos e trinta e quatro reais e seis centavos).

Dentro do mesmo contrato foram recuperados e limpos um total de 1 km das vias de acesso ao talude, 4.000 m² de limpeza e pintura do maciço de concreto, limpeza e verificação de 402 drenos da fundação e da tubulação de fuga com a remoção de entulhos, a substituição de 52 m de guarda-corpo, bem como tratamento de 40 m² de erosão na soleira do vertedouro.

Ademais, foi realizado uma limpeza de 1.180 m² e 950 m² de pintura da parte interna da galeria. Também foram executados 30 m² de pintura de proteção nas esquadrias metálicas teladas e nas escadas de acesso.

Houve ainda, a necessidade do tratamento de fissuras e infiltrações, sendo recuperados 250 m² de infiltrações de água nas paredes e tetos da galeria e 200 m² de infiltrações em juntas de contração transversais da galeria.

Quanto às novas instalações, foram executadas cerca de 5 m² de esquadrias metálicas teladas, 10 m de escadas tipo marinheiro com guarda-corpo e 190 m de iluminação interna da galeria com adição de um gerador.

Em uma análise de manutenibilidade do empreendimento em questão é importantíssimo frisar que mesmo após 32 anos de sua execução, só houve, em uma escala considerável, apenas um grande marco de manutenção na referida barragem, o que segundo a análise documental do antes e depois dos resultados, bem como, em entrevistas com os responsáveis técnicos, foram realizadas operações de recuperação de patologias das estruturas danificadas, a adição de novas estruturas necessárias para o funcionamento do empreendimento, assim como ações de manutenção prévia, visando aumentar a vida útil de estruturas em funcionamento. Em suma, a recuperação não só possibilitou melhorar uso do empreendimento, mas também aumentou sua vida útil e ampliou a sua capacidade.

4.3 MANUAL ORIENTATIVO DE MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Segue a minuta da apresentação, dos “check list” e diretrizes orientadoras que embasam a operacionalidade do manual.

4.3.1 Apresentação

O empreendimento (*nome do empreendimento*) é uma barragem feita com estruturas de concreto armado com altura máxima de (*apresentar altura máxima em metros*) e capacidade de armazenamento do reservatório de (*apresentar volume máxima em metros cúbicos*), construída pela (*construtora ou engenheiro responsável*) localizado no (*endereço do empreendimento*). A construção ocupa uma área de (*área construída em metro quadrado*), com a utilização de um volume de concreto armado de (*volume de*

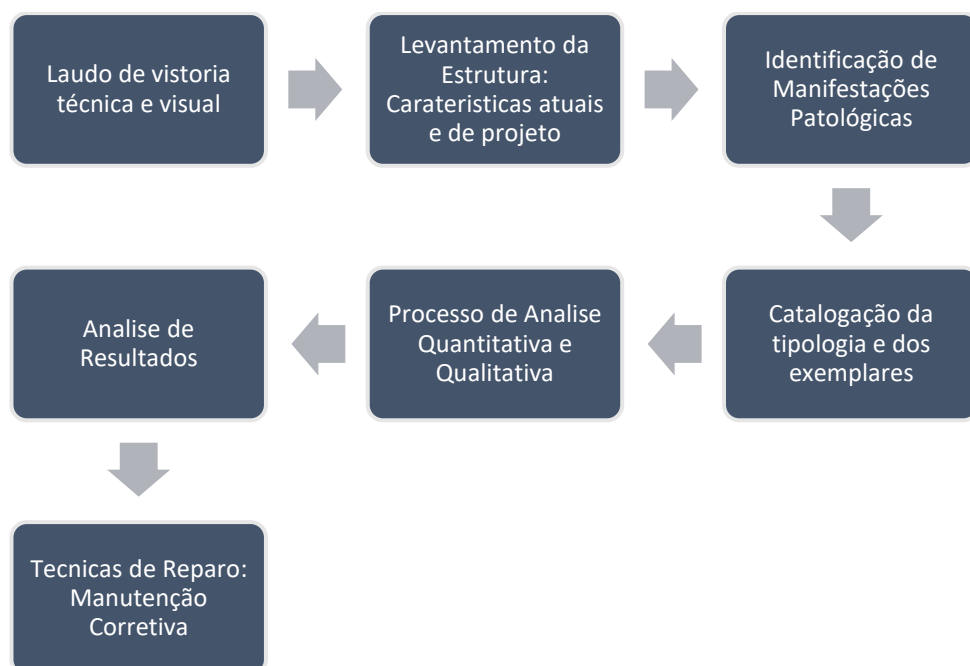
concreto armado do barramento em metro cubico) e teve a duração de (informar a duração da obra em meses).

Observação: Adicionar as demais informações relevantes ao processo de manutenção e estudo do empreendimento, sejam eles: Informações da construção, dados e singularidades de projeto, dados batimétricos e hidrológicos, além de inconformidades da execução e técnica não usuais utilizadas.

O manual de vistoria e da gestão da manutenção em estruturas de barragens de concreto têm como embasamentos a formatação de um “check list”, que permite uma visão sistêmica entre as manifestações patológicas apresentadas, os ensaios não destrutivos mais compatíveis às verificações imperiosas dos danos e respectivos grau de riscos.

Nesse manual são exibidos os “check list”, que darão suporte as inspeções visuais, ensaios e análise das manifestações diagnosticadas. Por fim, são apresentadas as sugestões das técnicas de recuperação e os procedimentos de gestão adequados para a manutenção do empreendimento. Estas informações estarão distribuídas em uma ordem cronológica de ação, que possibilita o entendimento do profissional responsável, bem como dos empreendedores, conforme ilustra o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Procedimento de aplicação do manual orientativo de manutenção das estruturas de barragens de concreto.



Fonte: Viana (2022).

É fundamental que o(a) empreendedor(a) ou responsável técnico capacitado estude de maneira completa este documento antes da realização das vistorias, face as informações contidas que podem norteá-lo numa inspeção mais precisa.

O agente inspetor deve estar ciente das características do projeto e as inconformidades do empreendimento, bem como suas obrigações e responsabilidades técnicas e jurídicas quando a segurança e funcionalidade. Deve estar ciente também de que, em qualquer processo de análise e/ou correção de manifestações patológicas, impõe-se a necessidade de profissional capacitados nas cognições e nas habilidades, para que as intervenções continuem garantindo funcionalidade, segurança e vida útil da estrutura de acordo com a norma de desempenho e das leis de segurança de barragens.

Mediante a demanda da obra face a correção das manifestações patológicas, é imperioso deixar registrado, anexo ao manual, as alterações realizadas, para uma anamnese futura do empreendimento. E que, qualquer que seja a obra a ser realizada, esta requererá a orientação técnica de um profissional legalmente habilitado, como engenheiro civil que, de preferência, possua expertise em recuperação de estruturas de concreto e/ou em barragens desse compósito.

4.3.2 Laudo de Vistoria Técnico e Visual

De maneira geral, é essencial o diagnóstico prévio das manifestações patológicas para que haja a garantia de funcionamento e segurança do empreendimento, sendo o caminho mais adequado e menos agressivo à estrutura, trazendo consigo elevada taxa de confiabilidade.

Este manual traz consigo o Quadro 1 - LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL - ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO. para subsidiar o processo de vistoria das estruturas.

Quadro 1 - LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL - ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO.

PLANILHA DE VISTORIA TÉCNICA VISUAL	
Barragem:	Data da Vistoria: ____/____/____
Localidade:	Empreendedor:
Técnico Responsável:	Nº:
Informações Complementares:	
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):	
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____	Órgão Extravasor ☐ Vertedouro de Superfície ☐ Descarga de Fundo ☐ Tomada D'Água ☐ Descarga Ecológica ☐ Comporta e Registros ☐ Outros: _____
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravassores e Estrutura Física: ☐ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação
	Reservatório: ☐ Estabilidade das Margens do Reservatório ☐ Controle de Materiais Flutuantes ☐ Sedimentação e Assoreamento ☐ Controle de Salinização e da Eutrofização

Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA)	OBSERVAÇÃO
	____ (_____)	
	____ (_____)	
	____ (_____)	

4.3.3 Programa de Manutenção Corretiva - Técnicas de Recuperação

Após a utilização dos END's (Ensaaios Não Destrutivos) para a realização do diagnóstico das manifestações evidenciadas, parte-se para a definição da(s) técnica(s) de intervenção(ões), como as descritas a seguir.

4.3.3.1 Fissuração devido a carbonatação natural do concreto

Caso seja verificado o aumento do pH do concreto devido à exposição ao CO₂, conhecido como processo de carbonatação, pode ser empregado um dos tratamentos abaixo apresentados:

- a) Armadura exposta: realizar a retirada do restante do concreto contaminado do cobrimento das armaduras, para deixar a zona corroída completamente exposta. O segundo passo é verificar a perda de seção das bitolas de aço e, caso seja maior que 10%, é recomendado a troca da zona danificada utilizando na substituição o transpasse e o método de fixação mais adequado. Caso a perda de seção não seja tão significativa é recomendado lixar as barras para retirada da camada de corrosão e aplicar proteção de tinta à base de zinco. Vale ressaltar, que neste momento é necessário ter cuidado para não criar uma pilha de corrosão entre a barra recuperada e as armaduras vizinhas. Por fim, é necessário que o recobrimento seja refeito utilizando argamassa polimérica em consonância com algum sistema cristalizante com aditivo alcalino para impermeabilizar e vedar a superfície, impedindo que a manifestação retorne e aumentando a vida útil da estrutura.
- b) Armadura ainda não exposta: a superfície da peça de concreto armado em questão deve ser limpa, realizando a retirada superficial dos carbonatos e, posteriormente, deve ser aplicado algum tipo de sistema cristalizante sobre a peça para impermeabilizar e vedar a superfície, impedindo que a problemática ocorra novamente ou, no mínimo, aumente a vida útil da estrutura.

4.3.3.2 Fissuração devido a retração no concreto

Em caso de a estrutura estar fissurada face ao inadequado processo de endurecimento do compósito é necessário a recomposição do concreto ou a utilização de sistemas cristalizantes.

4.3.3.3 Fissuração devido a difusão e migração de cloretos

Esta patologia é típica de regiões com atmosferas ricas em cloretos. Assim, pode ser empregado um dos tratamentos abaixo apresentados:

- a) Armadura exposta: realizar a retirada do restante do concreto contaminado do cobrimento das armaduras, para deixar a zona corroída completamente exposta.

O segundo passo é verificar a perda de seção das bitolas de aço e, caso seja maior que 10%, é recomendado a troca da zona danificada utilizando na substituição o transpasse e o método de fixação mais adequado. Caso a perda de seção não seja tão significativa é recomendado lixar as barras para retirada da camada de corrosão e aplicar proteção de tinta à base de zinco. Vale ressaltar, que neste momento é necessário ter cuidado para não criar uma pilha de corrosão entre a barra recuperada e as armaduras vizinhas. Por fim, é necessário que o recobrimento seja refeito utilizando argamassa polimérica em consonância com algum sistema cristalizante para impermeabilização e vedação da superfície, impedindo que a problemática ocorra novamente ou, no mínimo, aumente a vida útil da estrutura.

- b) Armadura ainda não exposta: a superfície da peça de concreto armado em questão deve ser limpa, com a utilização de jatos de alta pressão, realizando a retirada dos cloretos da superfície. Posteriormente, existem duas soluções a serem executadas: a primeira é o aumento do cobrimento original protegendo ainda mais a peça; e, a segunda, deve ser aplicada algum tipo de sistema cristalizante sobre a peça para impermeabilizar e vedar a superfície, impedindo que a problemática ocorra novamente ou, no mínimo, aumente a vida útil da estrutura.

Na hipótese do aparecimento de outros danos, a solução ideal é a utilização de técnicas de recuperação compatíveis com a manifestação patológica apresentada.

4.3.3.4 Deterioração química

A estrutura contaminada pode ser limpa com jatos de água de alta pressão e alguns tipos de ácido imunes às armaduras existentes. Contudo, as peças contaminadas vão reagindo constantemente. Logo, não existe uma solução efetiva, além da retirada e recomposição da peça.

4.3.3.5 Lixiviação / Dissolução

Devem ser realizadas análises químicas da água lixiviante, para diagnosticar os elementos presentes nas mesmas e classificá-los quanto ao dano causado, ou não, ao compósito. A depender da aferição das análises, os índices contaminantes irão definir se haverá a condenação da estrutura ou algum sistema de reparo. Caso seja optado pelo reparo dos componentes deverá ser aplicado algum tipo de sistema cristalizante ou

impermeabilizante sobre a peça, podendo ser este sistema uma manta, geomembrana e uma simples aplicação de resinas, com o objetivo de impermeabilizar e vedar a superfície da peça, minimizando a problemática e aumentando a vida útil da estrutura.

4.3.3.6 Corrosão da armadura

Caso a estrutura já se encontre com a armadura exposta, deve ser realizada a retirada do restante do concreto contaminado do cobrimento das armaduras, para deixar a zona corroída completamente exposta.

O segundo passo é verificar a perda de seção das bitolas de aço e, caso seja maior que 10%, é recomendado a troca da zona danificada utilizando na substituição o transpasse e o método de fixação mais adequado. Caso a perda de seção não seja tão significativa é recomendado lixar as barras para retirada da camada de corrosão e aplicar proteção de tinta à base de zinco. Vale ressaltar, que neste momento é necessário ter cuidado para não criar uma relação eletrolítica entre a barra recuperada e as armaduras vizinhas. Por fim, é necessário que o recobrimento seja refeito utilizando argamassa polimérica em consonância com algum sistema cristalizante para impermeabilização e vedação da superfície, impedindo que a problemática ocorra novamente ou, no mínimo, aumente a vida útil da estrutura.

Caso seja verificado a diminuição da bitola da armadura através do ensaio de pacometria, por exemplo, mesmo que estas ainda não estando expostas, a metodologia de recuperação a ser realizada é, preliminarmente, a limpeza da superfície da peça de concreto armado com a utilização de jatos de alta pressão, realizando a retirada das impurezas da superfície. Posteriormente, existem duas soluções a serem executadas: a primeira é a reposição e/o aumento do cobrimento original com argamassas polimérica protegendo ainda mais a peça; e, a segunda, é que deve ser aplicado algum tipo de sistema cristalizante sobre a peça para impermeabilização e vedação da superfície, impedindo que a problemática ocorra novamente ou, no mínimo, aumente a vida útil da estrutura.

4.3.3.7 Desalinhamento e deslocamento diferencial

Em caso de desalinhamento é necessário a realização de atualização de projeto estrutural para verificação do que pode estar levando a ocorrência da patologia, seja um possível recalque ou sobrecarga da estrutura. Mediante as conclusões obtidas, o cálculo

estrutural poderá ser refeito nos termos do novo ELU (Estado Limite Último) e ELS (Estado Limite de Serviço).

4.3.3.8 Infiltração / Surgências

O procedimento consiste na identificação do causador da infiltração e/ou surgência, em estruturas de concreto. Deve-se ter o cuidado para que nas partes da edificação que estejam em contato com o solo ou com água diretamente haja algum sistema de impermeabilização. Porém, caso não tenha sido executado da maneira correta, é necessária a impermeabilização da superfície, em caso mais brandos, e a recomposição do concreto, em casos mais avançados. Para a correção dos danos são indicados sistemas de mantas, geomembranas, argamassas poliméricas ou sistemas cristalizantes.

4.3.3.9 Abrasão e cavitação

O processo de abrasão e cavitação em estruturas de concreto, a exemplo de barragens, pode não só colocar a funcionalidade da estrutura em risco, como também a sua segurança. Em caso de cavitação, as estruturas de concreto armado devem ser recompostas, incluindo o aço e o concreto desagregado no processo. É importante frisar que em estruturas como vertedouros não é aconselhado apenas a recomposição desordenada. A peça recomposta deve assumir as características do projeto original para manter seu pleno desempenho.

4.3.3.10 Estabilidade das margens do reservatório

Após a evidência da necessidade de recuperar a mata ciliar ou ocorrência de sobrecarga das bordas do reservatório, é necessário a retirada das possíveis sobrecargas e a recomposição da flora deficiente.

4.3.3.11 Controle de materiais flutuantes

Devem ser realizadas limpezas periódicas no reservatório para evitar prejuízos ao abastecimento, bem como devem ser instalados sistemas de proteção ou grivo nas tomadas d'água.

4.3.3.12 Sedimentação e assoreamento

Em situações de sedimentação e assoreamento do maciço é necessário um acompanhamento batimétrico para aferir a perda de volume do reservatório ou o assoreamento de partes estruturais gerando perda de resistência. Caso a sedimentação

tenha sido em uma grande área, é necessário que seja realizada uma limpeza do reservatório, seja ela por dragagem do local aonde o material se decantou ou pela abertura da descarga de fundo. Quanto ao assoreamento, é necessário a recomposição das partes assoreadas.

4.3.3.13 Controle de salinização e da eutrofização

Caso seja constatado o aumento da salinização e dos microrganismos prejudiciais à qualidade da água, é necessária a realização de limpeza no reservatório. Esta limpeza pode ser por dragagem ou pela abertura da descarga de fundo. Uma outra solução viável é a criação de peixes ou outros agentes biológicos que combatam os efeitos da situação existente.

5. RESULTADOS

Como já foi citado no decorrer deste trabalho, os barramentos ou barragens são estruturas geralmente constituídas de rocha, aterro ou concreto, que tem a principal função de barrar ou conter algum determinado material, podendo ser ele sólido ou líquido. Contudo, a maioria das barragens, principalmente àquelas situadas na região Nordeste do Brasil, ao armazenar grandes quantidades de água detém a função de transformar a vida local. Essa ação acontece das mais variadas maneiras, a exemplo do abastecimento humano e animal, do desenvolvimento local ou da agricultura.

É essencial relembrar quais são os objetivos principais dessa pesquisa: inicialmente empregar um manual de manutenção de barragens de concreto para avaliar a manutenibilidade em duas barragens similares do estado de Sergipe. Assim sendo, foram objeto desse estudo a barragem Jacarecica I, localizada no município de Itabaiana/SE, e a barragem Gov. Dionísio Machado, situada no município de Lagarto/SE. Durante a utilização das ferramentas de avaliação e estudo contidas no manual, o segundo passo foi o levantamento quantitativo e qualitativo das manifestações patológicas existentes nas duas barragens de concreto e, em seguida, o levantamento dos procedimentos e dos custos para a correção das manifestações patológicas detectadas.

Para execução das atividades orientadas pela metodologia exposta neste trabalho, foram necessárias visitas “in loco” nas barragens citadas acima, bem como um cuidadoso processo de avaliação e produção de material que trouxesse subsídio para uma análise comparativa dos parâmetros de manutenibilidade, sendo eles segurança, eficiência e a relação custo/tempo em obras de recuperação, além da confecção de um projeto de recuperação para ambas as barragens baseados nos custos e procedimentos necessários para recuperação das mesmas nos seus diferentes estados de degradação.

5.1 CONSTATAÇÕES GERAIS

Seguindo os procedimentos iniciais do manual de manutenção de barragens de concreto foram levantadas as principais características técnicas de cada uma das barragens que compõem este objeto de estudo, onde a partir das características de ambas, constatarem-se algumas máximas que subsidiaram os procedimentos de análise. As duas barragens podem ser consideradas “irmãs”, em virtude de se assemelharem em tamanho, utilização, tempo de vida, estruturas físicas de concreto, sistemas mecânicos de

funcionamento, ambiente e índice de agressividade. No entanto, divergem em método construtivo, visto que a barragem Jacarecica I é toda constituída em concreto armado, enquanto que a barragem Gov. Dionísio Machado apresenta a parte central em pedras argamassadas e a casca que reveste o núcleo, contemplando a crista e os taludes da barragem, em concreto armado. Contudo, as diferenças não são suficientes para afastá-las quanto às semelhanças de processos de manifestações patológicas e degradação das estruturas.

Outrossim, como já citado anteriormente, as barragens têm vida ativa muito semelhantes, estando ambas com 35 anos de funcionamento. No entanto, barragem Jacarecica I recebeu no ano de 2019 uma grande reforma de recuperação em toda sua estrutura física, enquanto que a barragem Gov. Dionísio Machado nunca passou por nenhum procedimento recuperativo em escala considerável. Assim, é importantíssimo frisar que a perspectiva de análise entre elas contou com a seguinte grande divergência: enquanto a barragem Jacarecica I passou por um processo criterioso de manutenção realizado há três (3) anos, a barragem Gov. Dionísio Machado nunca passou por uma manutenção de recuperação completa em sua estrutura que sanasse todos os vícios e manifestações patológicas que comprometem o seu funcionamento e a sua segurança.

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA NA BARRAGEM JACARECICA I

Após a análise documental e do projeto desta barragem, iniciou-se o processo de vistoria “in loco”. A primeira visita foi realizada no dia 19 de maio de 2022 no município de Itabaiana no estado de Sergipe, priorizando o barramento de concreto em si e suas terminações.

Dentre as principais análises, pontuam-se: preliminarmente, os excelentes parâmetros de evolução da estrutura após a realização do empreendimento de recuperação de sua estrutura física onde, uma barragem com sérias dificuldades de funcionamento e segurança, que não tinha, até então, recebido nenhum tipo de grande reparo em 32 anos de funcionamento. As suas principais atividades de recuperação foram encerradas e entregues a um pouco mais de 3 anos, apresentando, atualmente, condições satisfatórias de uso e segurança, com apenas pequenas e singulares irregularidades nas estruturas físicas do maciço de concreto, órgãos extravasadores e reservatório.

Mesmo em condições adequadas de funcionamento, é essencial que obras de manutenção constantes continuem sendo realizadas, pois apesar de singulares ainda existem problemática pontuais, que em uma grande escala de descaso trarão o barramento novamente a condições inadequadas de uso e segurança. Por tanto, devem ser respeitados os parâmetros de manutenibilidade, e pequenas correções devem ser realizadas em períodos contínuos e adequadamente espaçados.

Ademais, é importante frisar que uma das anomalias encontradas durante a execução da vistoria é a presença de vegetação rasteira, arbustiva e arbórea, que impossibilitou o acesso direto a algumas partes do barramento. Contudo, tal situação não prejudicou significativamente o procedimento, em virtude de que todas as estruturas foram reformadas na mesma época, pela mesma empresa e fiscalizada criteriosamente pelo órgão responsável, o que para fins comparativos possibilita impetrar graus de semelhança entre estruturas similares. Isso se deu pelo fato de que a ombreira direita da barragem estava de fácil acesso, enquanto que a da esquerda só foi possível a observação de um certo trecho de seu desenvolvimento a uma longa distância, em função das dificuldades de acesso.

No caso das avaliações realizadas neste trabalho, o referencial de manutenção será de três (3) anos após a realização de uma grande reforma.

5.2.1 Estruturas Físicas e Órgãos Extravasores

Nas estruturas físicas foram encontradas as seguintes manifestações patológicas: pequenas fissuras nas ombreiras e crista, bem como nos taludes de montante e de jusante, porém todas com aberturas de, aproximadamente, 1 mm, como representado na Foto 13. Essas fissuras devem ser recuperadas utilizando o procedimento de recuperação de trincas e fissuras com recorte superficial e recomposição com argamassas poliméricas.

Foto 13 - Fissura localizada sobre a ombreira direita do barramento.



Fonte: Viana (2022).

Ainda nas ombreiras e cristas foram encontradas juntas de dilatação deficientes, com perda do material polimérico de fácil dilatação que evita atritos entre as estruturas de concreto, necessitando ser substituído (Foto 14).

Foto 14 - Junta de dilatação deficiente localizada sobre a ombreira direita do barramento.



Fonte: Viana (2022).

Quanto aos passeios que dão acesso a parte superior das ombreiras e as cristas foi perceptível pequenas degradações na proteção mecânica do material, algo que não trará prejuízos significativos por enquanto, mas que devem remeter a cuidados no futuro próximo.

Ademais, foram registrados a presença de vegetação rasteira, arbustiva e arbórea (trocos $\varnothing \leq 0,5$ m) no entorno, a montante e a jusante de toda barragem (Foto 15), que

provém do isolamento natural da estrutura e do longo e forte período de chuvas que ocorre na região onde se encontra o barramento. Recomenda-se, então, a roçagem da vegetação rasteira e arbustiva, bem como a retirada e o destocamento da arbórea em todo entorno do maciço, em virtude que a vegetação dificulta o acesso às estruturas, impossibilitando o acompanhamento contínuo do seu funcionamento e a visualização do aparecimento de manifestações patológicas e sinistros, que podem ser tratados com mais eficácias se identificados previamente, além, é claro, que as raízes e troncos se muito próximas do corpo da barragem atingem significativamente o maciço de concreto provocando deslocamentos, fissuras e rachaduras ao decorrer dos anos.

Foto 15 - Paramento de jusante direito do barramento, com presença de vegetação arbustiva e arbórea (tronco - $\varnothing \leq 0,5$ m).



Fonte: Viana (2022).

Outra problemática essencial a ser citada, é a bacia de dissipação a jusante do maciço com sistema de enrocamento artificial (soleira dentada), utilizado para conter a erosão devido à abrasão da água. Tal sistema apresenta sinais de desgaste e fissuras devido a longevidade da utilização (Foto 16) e precisa ser recuperada utilizando o mesmo sistema de recuperação citado para as fissuras da crista e das ombreiras: recuperação de trincas e fissuras com recorte superficial e recomposição com argamassas poliméricas.

Foto 16 - Bacia de dissipação a jusante do maciço com sistema de enrocamento artificial (soleira dentada).



Fonte: Viana (2022).

Na perspectiva de órgãos extravasores, o vertedouro encontra-se em pleno funcionamento, com grande melhoria em suas características de vazão e escoamento após a realização do procedimento de recuperação da estrutura realizado no ano de 2019, principalmente nos pontos comprometidos devido ao processo de abrasão e cavitação (Foto 17).

Foto 17 - Vertedouro de superfície com pontos de recuperação devido aos desgastes superficiais e pontos de cavitação.



Fonte: Viana (2022).

Quanto às comportas e registros (Foto 18), a descarga de fundo (Foto 19) e a tomada d'água, estas apresentam o funcionamento adequado e necessário para o qual o

barramento foi projetado e construído. Entretanto, existem alguns pontos de corrosão e uma pequena perda de vedação que deve ser avaliada com o tempo.

Foto 18 - Registro de tomada d'água com pontos de corrosão, porém funcional.



Fonte: Viana (2022).

Foto 19 - Descarga de fundo com despejo no leito da bacia de dissipação, com pontos de oxidação.



Fonte: Viana (2022).

E, por fim, um adendo especial à tomada d'água (Foto 20). Esta estrutura estava aparente na época da vistoria, em virtude que o reservatório estava com um nível bem abaixo devido à escassez hídrica, onde foi possível notar a tecnologia de gradil utilizada

para evitar o acúmulo de materiais indesejados na tubulação, bem como foi possível notar seu sistema de acionamento de comporta através de hastes de aço.

Foto 20 - Tomada d'água com sistema de acionamento de comporta através de hastes de aço e tecnologia de gradil.



Fonte: Viana (2022).

5.2.2 Reservatório

Quanto ao reservatório de acumulação d'água (Foto 21), esse encontrava-se com o nível bem baixo devido à escassez hídrica na época da vistoria, sendo possível notar pontos de sedimentação de material granular (Foto 22), que apesar de não trazerem prejuízos significativos, ainda sim são um redutor de volume do reservatório.

Foto 21 - Reservatório barrado com aproximadamente 4.700.000 m³ d'água.



Fonte: Viana (2022).

Foto 22 - Assoreamento de material granular no reservatório d'água a direita do vertedouro.



Fonte: Viana (2022).

5.2.3 Considerações Finais

Após a vistoria técnica realizada “in loco”, junto com o levantamento dos quantitativos e a definição dos métodos de recuperação das manifestações patológicas e anomalias encontradas, foi possível elaborar um memorial descritivo com procedimentos de manutenção e, conseqüentemente, a confecção de um orçamento, que tem como objetivo final manter as características de projeto da barragem, bem como as melhorias atingidas após a recuperação da sua estrutura física em 2019. O valor final do orçamento, definido para os dias de hoje, para a realização de serviços de manutenção a cada três (3) anos neste barramento foi de R\$ 76.653,51 (setenta e seis mil seiscentos e cinquenta e três reais e cinquenta e um centavos), ressaltando que para chegar a esse valor foram utilizados os procedimentos construtivos de recuperação definidos no memorial descritivo e a base de dados do Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE-CEHOP) na referência MARÇO-2022.1, ambos anexos ao final desse trabalho.

5.3 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA NA BARRAGEM GOV. DIONÍSIO MACHADO

O processo de vistoria “in loco” iniciou-se no dia 11 de abril de 2022 no município de Lagarto no estado de Sergipe, priorizando o barramento de concreto em si e suas terminações.

Dentre as principais análises, pontua-se que: a barragem apresenta sérias dificuldades de acesso e funcionamento, e que em 35 anos de funcionamento não recebeu nenhum tipo de reparo com proporções consideráveis prejudicando, em grande parte, a

execução plena de suas atividades. Por consequente, o barramento não apresenta condições satisfatórias de uso, com variadas irregularidades nas estruturas físicas do maciço de concreto, órgãos extravasores e reservatório. Embora, as manifestações patológicas apresentadas não comprometem a segurança do maciço em ordem de catástrofe, porém ações de reparo devem ser tomadas para que sejam devolvidas as condições plenas de segurança, estabilidade e funcionalidade do empreendimento.

Vale ressaltar, que mesmo após a tomada de ações que recuperem a estrutura física da barragem, deixando-a em condições adequadas de funcionamento, é essencial que ações de manutenibilidade e obras de manutenção constantes continuem sendo realizadas, evitando assim que, em uma grande escala de descaso, o barramento retorne novamente a condições inadequadas de uso e segurança.

Ademais, é importante frisar que uma das principais patologias encontradas durante a execução da vistoria é a presença de empecilhos de acesso direto a algumas estruturas do barramento, seja pela presença de água e lodo ou pela vegetação rasteira, arbustiva e arbórea. Tal situação, prejudicou significativamente a análise de alguns componentes, principalmente a galeria interna do maciço. Contudo, utilizando características comparativas entre as barragens Jacarecica I e Governador Dionísio Machado é possível adotar graus de similaridade entre a manifestações patológicas encontradas, quantitativa e qualitativamente, no levantamento que subsidiou a obra de recuperação realizada em 2019 na barragem Jacarecica I, adotando assim parâmetros semelhantes para sua barragem “irmã”, a barragem Governador Dionísio Machado.

No caso das avaliações realizadas neste trabalho, o referencial será a realização de uma reforma de recuperação da estrutura física de um barramento de concreto que não passa por manutenções consideráveis há 35 anos.

5.3.1 Estruturas Físicas e Órgãos Extravasores

Nas estruturas físicas foram encontradas as seguintes manifestações patológicas: pequenas e grandes fissuras nas ombreiras e crista (Foto 23), bem como nos taludes de montante e de jusante (Foto 24), com grande variação em suas aberturas. Em alguns pontos mais grave, notou-se o aparecimento de trincas e pontos de segregação no concreto (bicheiras), como apresentado na Foto 25. Essas patologias devem ser recuperadas utilizando o procedimento de recuperação de trincas e fissuras com recorte superficial e recomposição com argamassas poliméricas. No caso dos pontos de segregação do

concreto deve ser observado se a ação não compromete significativamente a uniformidade da estrutura. Em caso positivo, deve ser feito um estudo mais aprofundado de recuperação do componente estrutural. Caso contrário, é cabível o mesmo procedimento utilizado para as trincas e fissuras, citado anteriormente.

Foto 23 - Fissura localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.



Fonte: Viana (2022).

Foto 24 - Fissura localizada sobre o talude de montante do barramento.



Fonte: Viana (2022).

Foto 25 - Seção de concreto desagregada (bicheira) - localizada sobre a crista direita do barramento.



Fonte: Viana (2022).

Ainda nas ombreiras e cristas foram encontradas juntas de dilatação deficientes, com perda do material polimérico de fácil dilatação que evita atritos entre as estruturas de concreto, necessitando ser substituído. Ademais, muitas delas apresentavam trincas ou fissuras em suas extremidades, culminando em pontos de fragilidade ao maciço de concreto (Foto 26). O procedimento adotado deve ser a substituição do material polimérico em conjunto com a recuperação das fissuras ou trincas nos pontos que forem necessários, utilizando os métodos já expostos.

Foto 26 - Junta de dilatação deficiente com fissura, localizada sobre a crista esquerda do barramento.



Fonte: Viana (2022).

Quanto aos passeios que dão acesso a parte superior das ombreiras e as cristas, foi perceptível grandes degradações na proteção mecânica do material (Foto 27), algo que traz prejuízos significativos de acesso a parte superior do maciço, dificultando ações de vistoria e manutenções periódicas, além de expor o concreto até então recoberto, ao ambiente externo. Como solução da problemática, a proteção mecânica de ambos os passeios, esquerdo e direito, deve ser refeita com a utilização de material para contrapiso adequado.

Foto 27 - Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira esquerda.



Fonte: Viana (2022).

Similarmente à barragem Jacarecica I, foram encontrados nesta barragem a presença de vegetação rasteira, arbustiva e arbórea (trcos $\varnothing \geq 0,5$ m) no entorno a montante e a jusante de toda barragem (Foto 28 e Foto 29), que advém do isolamento natural da estrutura, ao forte e longo período de chuvas que está ocorrendo na região do barramento e a falta de manutenção ao longo de todos os anos de seu funcionamento. Recomenda-se, então, a roçagem da vegetação rasteira e arbustiva, bem como a retirada e o destocamento da arbórea em todo entorno do maciço, em virtude que a vegetação dificulta o acesso às estruturas, impossibilitando o acompanhamento contínuo do seu funcionamento e a visualização do aparecimento de manifestações patológicas e sinistros, que podem ser tratados com mais eficácias se identificados previamente, além, é claro, as raízes e troncos se muito próximas atingem significativamente o maciço de concreto provocando deslocamentos, fissuras e rachaduras ao decorrer dos anos.

Foto 28 - Acesso a ombreira esquerda do barramento, com presença de vegetação arbórea (tronco - $\varnothing \geq 0,5$ m).



Fonte: Viana (2022).

Foto 29 - Paramento de jusante esquerdo do barramento, com de vegetação arbustiva e arbórea (tronco - $\varnothing \geq 0,5$ m).



Fonte: Viana (2022).

Outra problemática essencial a ser citada, é a bacia de dissipação a jusante do maciço com sistema de enrocamento natural, utilizado para conter a erosão devido à abrasão da água. Tal sistema apresenta sinais de desgaste devido a longevidade da utilização (Foto 30), algo que não trará prejuízos significativos por enquanto, mas devem remeter a cuidados no futuro próximo.

Foto 30 - Parte do sistema de enrocamento já erodido devido a abrasão da água.



Fonte: Viana (2022).

Na perspectiva de órgãos extravasores, o vertedouro encontra-se com déficit em suas características de vazão e escoamento devido ao processo de abrasão e cavitação (Foto 31). Outrossim, é essencial que o mesmo seja recuperado, através de recomposição com argamassa polimérica de alta resistência nos pontos acometidos, mais especificamente nos pontos que divergem da curva natural do vertedouro, com o objetivo de restituir, de forma mais aproximada possível, o seu formato original definido em projeto.

Foto 31 - Vertedouro de superfície com desgastes superficiais tais como fissuras e pontos de cavitação.



Fonte: Viana (2022).

Quanto as comportas e registros (Foto 32), a descarga de fundo (Foto 33), a tomada d'água e os drenos na parte superior do maciço (Foto 34), estes apresentam déficit no funcionamento em virtude de pontos de corrosão, perdas de vedação e entupimentos ocasionadas pelo tempo de uso, embora, é importante frisar, que estes problemas não

impedem o funcionamento da barragem. Mas, cuidados com as estruturas mecânicas e desentupimento dos drenos podem melhorar muito a eficiência desses elementos.

Foto 32 - Registro de tomada d'água com déficits de vedação devido a corrosão.



Fonte: Viana (2022).

Foto 33 - Descarga de fundo com despejo no leito da bacia de dissipação, contudo não está funcional.



Fonte: Viana (2022).

Foto 34 - Passeio de acesso sobre a ombreira direita do maciço, onde é visível o sistema de drenagem comprometido.



Fonte: Viana (2022).

E, por fim, um adendo especial à galeria interna do maciço (Foto 35). Essa estrutura que tem suas entradas localizadas nas ombreiras esquerda e direita do talude, estão com sua utilização comprometida devido a impossibilidade de acesso em virtude da presença de um nível elevado d'água, animais e insetos, lama e lodo, entre outros. Quanto, à perspectiva de recuperação, como já citado anteriormente, foram utilizadas as características comparativas entre as barragens Jacarecica I e Governador Dionísio Machado, onde adotou-se graus de similaridade entre as manifestações patológicas encontradas, quantitativa e qualitativamente, no levantamento que subsidiou a obra de recuperação realizada em 2019 na barragem Jacarecica I, adotando assim as mesmas técnicas de limpeza, recuperação de fissuras, trinca e infiltrações, bem como a montagem de um sistema de iluminação interno.

Foto 35 - Porta de acesso a galeria internas localizada na ombreira esquerda do talude, com sua utilização comprometida devido à dificuldade de acesso.



Fonte: Viana (2022).

5.3.2 Reservatório

Quanto ao reservatório de acumulação d'água (Foto 36), esse que na época da vistoria estava com um nível bem baixo devido à escassez hídrica, foi possível notar pontos de eutrofização em suas margens (Foto 37), que apesar de não trazerem mudanças significativas para a utilização do projeto, devem ser analisadas com cautela por serem um possível sinal de contaminação da água lá estocada.

Foto 36 - Reservatório barrado com aproximadamente 15.000.000 m³ d'água.



Fonte: Viana (2022).

Foto 37 - Eutrofização de material no reservatório d'água a esquerda do vertedouro.



Fonte: Viana (2022).

5.3.3 Considerações Finais

Após a vistoria técnica realizada “in loco”, junto com o levantamento dos quantitativos e a definição dos métodos de recuperação das manifestações patológicas e anomalias encontradas, foi possível elaborar um memorial descritivo com os procedimentos de manutenção e, conseqüentemente, a confecção de um orçamento que

tem como objetivo manter as características de projeto da barragem, bem como realizar as melhorias necessárias para que o mesmo alcance sua plena capacidade de funcionamento. O valor final do orçamento, elaborado para os dias de hoje, para a realização de serviços de manutenção neste barramento foi de R\$ 912.863,61 (novecentos e doze mil oitocentos e sessenta e três reais e sessenta e um centavos), ressaltando que para chegar a esse valor foram utilizados os procedimentos construtivos de recuperação definidos no memorial descritivo e a base de dados do Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE-CEHOP) na referência MARÇO-2022.1, ambos anexos ao final desse trabalho.

5.4 CONSTATAÇÕES FINAIS

O Quadro 2 representa uma síntese orçamentária das planilhas vinculadas ao levantamento qualitativo e quantitativo de recuperação das barragens analisadas neste estudo.

Quadro 2 - Síntese Orçamentária referente a Manutenção das Barragens - Gov. Dionísio Machado/Jacarecica I.

SINTASE ORÇAMENTÁRIA REFERENTE A MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS – GOV. DIONÍSIO MACHADO / JACARECICA I		
Barragem	Gov. Dionísio Machado	Jacarecica I
Última manutenção	Há 35 anos	Há 03 anos
Valor levantado para manutenção após a aplicação do manual	R\$ 912.863,61	R\$ 76.653,51

Fonte: Viana (2022).

6. CONCLUSÃO

Diante dos dados levantados foi possível constatar que estruturas de concreto armado, apesar da elevada resistência e durabilidade, estão suscetíveis ao aparecimento de manifestações patológicas pelos mais diversos motivos, sendo eles agentes interno e externo ao meio no qual estão localizados, a exemplo de ventos e umidade, agentes químicos, físicos e biológicos, falhas de projeto ou de execução, que posteriormente irão afetar diretamente na funcionalidade e na segurança da estrutura, bem como a própria geriatria estrutural. Em consequência do exposto, fica evidente que ações de recuperação e manutenção nessas estruturas são fundamentais.

Face todas as estruturas de concreto armado serem vulneráveis a degradação com seu envelhecimento (geriatria das estruturas), tal fato não seria diferente nas barragens construídas com este mesmo compósito. Destarte, a importância de uma barragem para a sociedade na região de sua influência.

O manual de manutenção em barragens de concreto utilizado neste trabalho foi concebido por este autor, para que através do seu “check list”, fosse possível um levantamento qualitativo e quantitativo das manifestações patológicas acometidas aos barramentos, vinculando-as a procedimentos para os serviços de recuperação e criando um link entre as manifestações patológicas apresentadas e as técnicas de recuperação viáveis. De forma prática, esse material serve de apoio para os empreendedores nas inspeções técnicas de suas barragens e, caso necessário, na construção de um plano de manutenção.

Com o objetivo de aplicar esta ferramenta de coleta de dados (manual de manutenção em barragens) em uma situação real de uso foram escolhidas duas barragens de concreto do estado de Sergipe: a barragem Governador Dionísio Machado, em Lagarto/SE, e a barragem Jacarecica I, em Itabaiana/SE. A seleção desses barramentos não foi ao acaso. Esses empreendimentos foram escolhidos em virtude dos seguintes fatores: ambas as barragens compartilham de similaridades em fatores como características do ambiente em que estão localizadas, classe de agressividade, características físicas, função fim, especificidades de projeto, entres outros. É fato, que também existem características que as destoam, como o método construtivo utilizado em cada uma delas. Entretanto, mesmo com estas diferenças, e levando em consideração o objeto deste estudo, ambas podem ser consideradas, para efeito comparativo, barragens “irmãs”.

A importância de tê-las como barragens irmãs, não serve apenas para elencar semelhança nas estruturas, mas também possibilita comparativos chave entre elas, tais como os graus de dificuldade e intensidade nas anomalias de funcionamento e uso apresentadas, bem como os planos e as ações de manutenção necessárias.

Ao adentrar nos processos de avaliação dos empreendimentos, em conjunto com a aplicação do manual, não só foi possível validar essa ferramenta de pesquisa, mas também evidenciar que: não seria possível esperar índices qualitativos e quantitativos de manifestações patológicas semelhantes entre as duas barragens avaliadas neste trabalho, em virtude que Jacarecica I passou por uma grande obra de manutenção e recuperação de sua estrutura física, finalizada em 2019, enquanto que a barragem Governador Dionísio Machado, que acaba de completar 35 anos, nunca passou por qualquer ação de manutenção e recuperação.

Para conclusão do estudo, todos os objetivos levantados neste documento foram concretizados. O manual foi aplicado em ambas as barragens, e com a utilização do “check list” foi possível, para ambos os empreendimentos, a confecção de memoriais descritivos com procedimentos de manutenção e, conseqüentemente a confecção de orçamentos, que objetivam manter as características originais de projeto das barragens, bem como realizar as melhorias necessárias para que as mesmas alcancem sua plena capacidade de funcionamento.

Em mérito de comparação a reforma completa na barragem Governador Dionísio Machado, barragem com mais de 35 anos sem manutenção, ficou no valor final de R\$ 912.863,61, enquanto que a recuperação da barragem Jacarecica I, onde basicamente foram levantadas ações para manter as melhorias atingidas pela manutenção e recuperação realizada no ano de 2019, foi de R\$ 76.653,51, correspondendo a, aproximadamente, 8,4% do valor a ser gasto para recuperar a manutenibilidade da barragem Gov. Dionísio Machado.

Ao quantificar esses valores, é possível demonstrar que os recursos necessários para manter as ações de manutenção não são infimamente mais baratos do que o valor necessário para realizar grandes obras de recuperação. No entanto, as manutenções periódicas apresentam grande relação custo-benefício, em virtude de que a liquidez do valor gasto em pequenas manutenções é bem mais acessível do que os grandes montantes desembolsados em recuperações de larga escala, necessários após anos de descaso.

Outrossim, há uma garantia muito maior de segurança, regida pelas leis de manutenção e segurança de barragens, em manter uma barragem sempre em ótimo estado de conservação, já que é notório que as barragens são essenciais à sociedade, mas, podem apresentar grande poder destrutivo em situações de descaso.

Como produto final deste trabalho, serão entregues ao empreendedor responsável os levantamentos realizados e expostos neste documento, bem como as ferramentas que irão dar subsídios às manutenções citadas, que são o memorial descritivo e orçamento de ambas as barragens. E, por fim, recomenda-se a consolidação da cultura de manutenibilidade nesses barramentos, bem como nas demais barragens do estado de Sergipe, através da prática de inspeção nos barramentos, embasando-as nas técnicas de recuperação/reforço mais viáveis sistemicamente.

Como proposta para trabalhos futuros, recomenda-se elaboração de um manual de inspeção para barragens de terra, visto que as barragens de terra são muito comuns no estado de Sergipe, bem como a aplicação do manual utilizado neste trabalho em consonância com a metodologia de ensaios não destrutivos para as barragens de concreto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5462. **CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE**, 1994.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento, 2014.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 9575. **IMPERMEABILIZAÇÃO – SELEÇÃO E PROJETO**, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução N° 742, de 17 de outubro de 2021

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; BANCO MUNDIAL. COBA, S.A; COBA, LTDA; LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. **SERVIÇO ANALÍTICO E CONSULTIVO EM SEGURANÇA DE BARRAGENS. PRODUTO 08 – MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS EMPREENDEDORES. TOMO III - GUIA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS (RELATÓRIO FINAL)**. Contrato N° 051 ANA/2021. 2014. 127 páginas. Brasília/DF. Disponível em < https://www.snish.gov.br/Entenda_Mais/publicacoes/ArquivosPNSB_Docs_Estruturantes/produto-15-desenvolvimento-institucional-da-ana.pdf>. Acessado em: 22 de novembro de 2021.

ÁRAUJO, João Paulo Medeiros de. **DIRETRIZES PARA UM PLANO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM PASSAGEM DAS TRAÍRAS EM SÃO JOSÉ DO SERIDÓ – RN**. Orientador: Prof. Dr. Olavo Francisco dos Santos Júnior. 2018. 74 páginas. Trabalho de conclusão de curso na modalidade Monografia, submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Natal/RN. Disponível em <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/40781>. Acessado em: 19 de novembro de 2021.

BANCO MUNDIAL; COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E IRRIGAÇÃO DE SERGIPE. HECA CONSTRUTORA LTDA. **RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DAS BARRAGENS GOVERNADOR JOÃO ALVES FILHO, JACARECICA I, JACARECICA II, JAIME UMBELINO**. Contrato 22/2019. 2019. 22 páginas. Aracaju/SE. Disponível em arquivo interno Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe. Acessado em: 22 de novembro de 2021.

BRASIL. Lei n° 12.334, de 20 de setembro de 2010. **POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS**.

CERRI, Leandro Eugenio da Silva; REIS, Fábio Augusto Gomes Vieira; GIORDANO, Lucília do Carmo. **DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE PLANO DE OPERAÇÃO DE BARRAGENS DE TERRA DE PEQUENAS DIMENSÕES**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2011. 18 páginas. Maceió/AL Disponível em https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/11ae6766202f98db2815caddb755cd70a_43fed46d99bb0d2474d5e2bf63be8b9c.pdf. Acessado em: 27 de novembro de 2021.

COHIDRO. **ACERVO TÉCNICO FOTOGRAFICO DAS BARRAGENS SOBRE JURISDIÇÃO DA EMPRESA**. 2022.

FENASAN; IFAT; SABESP. **PLANO DE MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE BARRAGENS – RMSP SERVIÇOS DESENVOLVIDOS PELO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO - MME**). 29º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente. 2018. 20 páginas. São Paulo/SP. Disponível em <https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/05/3.pdf>. Acessado em: 22 de novembro de 2021.

GOMES; MAINIER; PONTUAL. **A DURABILIDADE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO DIANTE AO ATAQUE DE ÍONS SULFATO**. PATORREB. 2018. 10 páginas. Disponível em <https://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80495.pdf>. Acessado em: 15 de fevereiro de 2022.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **ESTUDO DE PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES**. Orientador: Jorge dos Santos. 2015. 157 páginas. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro. Rio de Janeiro/RJ. Disponível em <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>. Acessado em: 22 de novembro de 2021.

GOOGLE. **Google Earth website**. <http://earth.google.com/>. 2022. **ORÇAMENTO DE OBRAS DE SERGIPE**. Software ORSE. Disponível em: <http://orse.cehop.se.gov.br/>

VIANA, Luiz Felipe Bispo. **MANUAL ORIENTATIVO DE MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO**. 92 páginas. Trabalho de Conclusão de Concurso I (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2022. Disponível em <https://www.linkedin.com/posts/luiz-felipe-viana_manual-de-manuten%C3%A7%C3%A3o-estruturas-de-barragens-activity-6959529654378479616-kDo?utm_source=linkedin_share&utm_medium=member_desktop_web>. Acessado em 31 de julho de 2022.

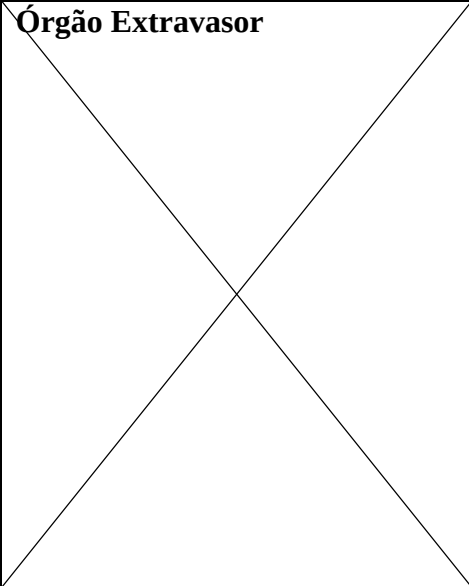
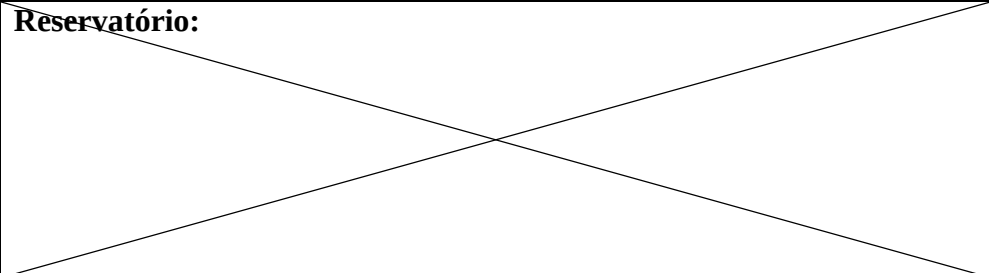
APÊNDICE A

LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL – ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Barragem: Gov. Dionísio Machado

Localidade: Lagarto/SE

LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL – ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

PLANILHA DE VISTORIA TÉCNICA VISUAL	
Barragem: Gov. Dioniso Machado	Data da Vistoria: 11/04/2022
Localidade: Lagarto/SE	Empreendedor: COHIDRO
Técnico Responsável: Luiz Felipe Bispo Viana	Nº: 01
Informações Complementares: Visita Técnica objetivando o levantamento e a análise visual das manifestações patológicas.	
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):	
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☒ Ombreiras (Esquerda) ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____	Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☒ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☒ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação
	Reservatório: 

Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA)	OBSERVAÇÃO
1.1		Acesso a ombreira esquerda do barramento, com presença de vegetação arbórea (tronco – $\varnothing \geq 0,5 \text{ m}$)

1.2.



Ombreira
esquerda a
montante do
barramento, nesta
é notável as
marcas de
desgaste natural
devido as
variações da
lâmina d'água,
além de
pequenas, porém
longas fissuras.

1.3.		Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira esquerda, onde é visível as condições deficientes na estrutura de guarda-corpo (falta de pintura e pontos de corrosão) e acúmulo prejudicial de vegetação.
1.4.		Fissura 01 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.

1.5.		Seção de concreto desagregada (bicheira) 01 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.
1.6.		Junta de dilatação deficiente 01 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.
1.7.		Seção de concreto desagregada (bicheira) 02 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.

1.8.		Fissura 02 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.
1.9.		Fissura 03 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.
1.10.		Junta de dilatação deficiente com trinca 01 - localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.

1.11.		Fissura 04 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.
1.12.		Fissura 05 – localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.
1.13.		Junta de dilatação deficiente com trinca 02 - localizada sobre a ombreira esquerda do barramento.

1.14.

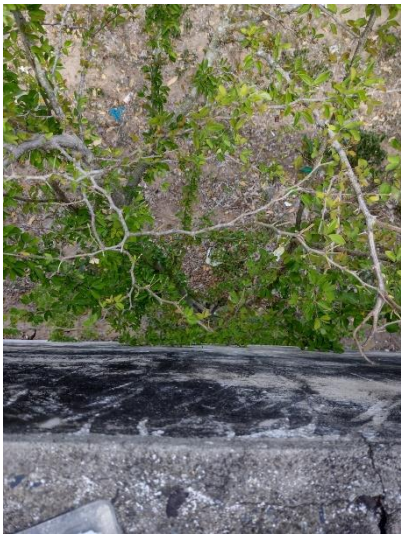
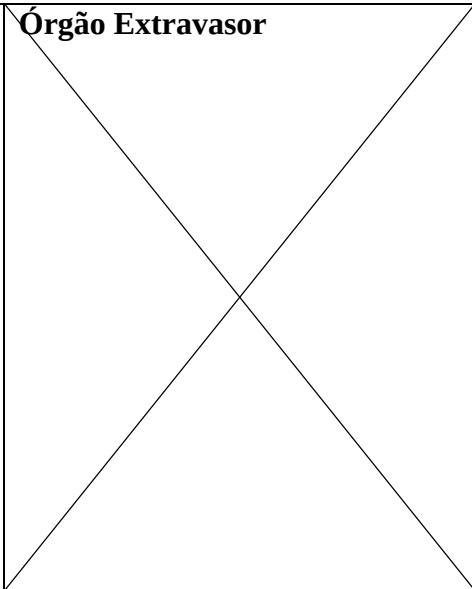
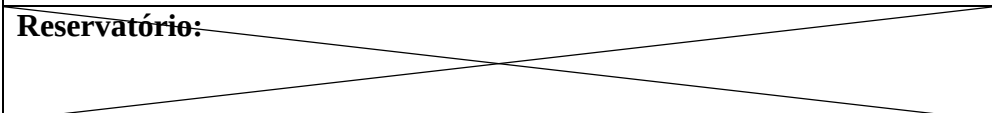


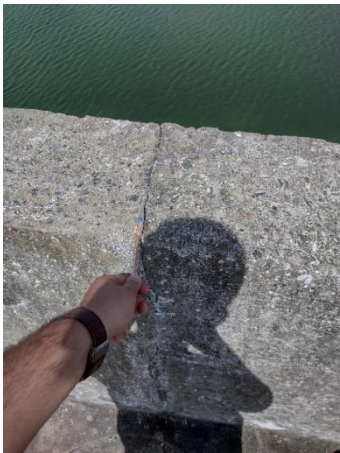
Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira esquerda, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso.

1.14.



Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira esquerda, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso.

1.15.		Acesso a ombreira esquerda do barramento, com presença de vegetação arbórea (tronco – $\varnothing \geq 0,5$ m)
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☒ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☒ Lixiviação/Dissolução ☒ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☒ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação Reservatório: 	

2.1.		Junta de dilatação deficiente com fissura 01 - localizada sobre a crista esquerda do barramento.
2.2.		Fissura 01 – localizada sobre a crista esquerda do barramento.
2.3.		Junta de dilatação deficiente com fissura 02 - localizada sobre a crista esquerda do barramento.

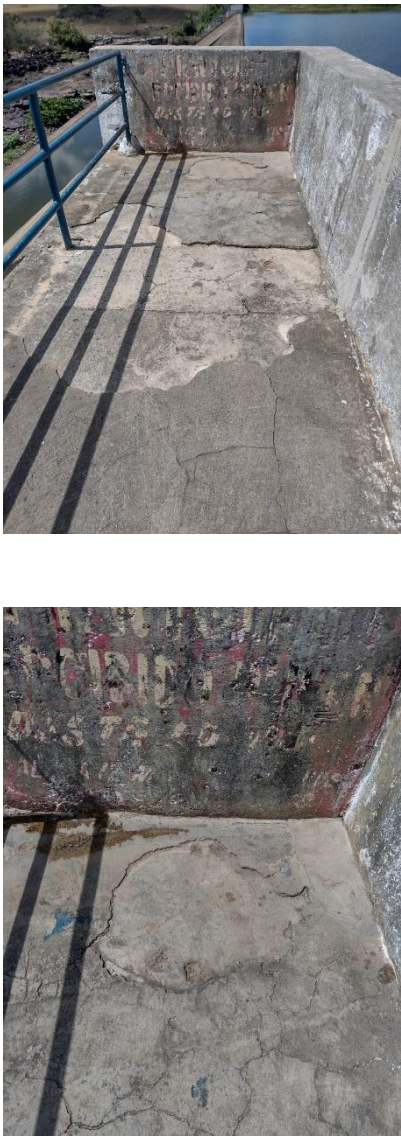
2.4.		Fissura 02 – localizada sobre a crista esquerda do barramento.
2.5.		Junta de dilatação deficiente com fissura 03 - localizada sobre a crista esquerda do barramento.
2.6.		Junta de dilatação deficiente com fissura 04 - localizada sobre a crista esquerda do barramento.

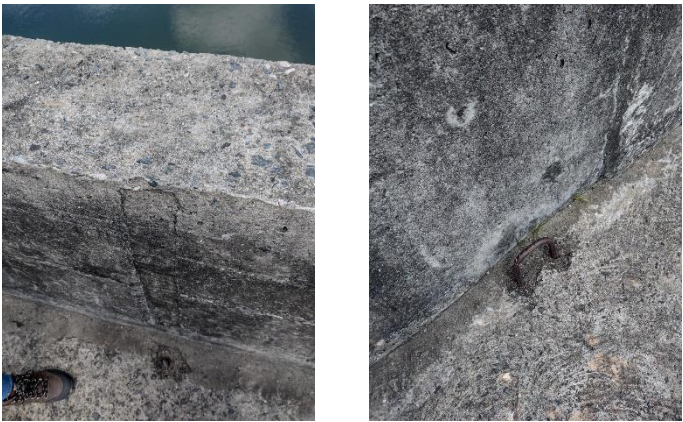
2.7.		Junta de dilatação deficiente com fissura 05 - localizada sobre a crista esquerda do barramento.
2.8.		Junta de dilatação deficiente com fissura 06 - localizada sobre a crista esquerda do barramento.
2.9.		Passeio de acesso sobre a crista esquerda do maciço, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso

2.9.

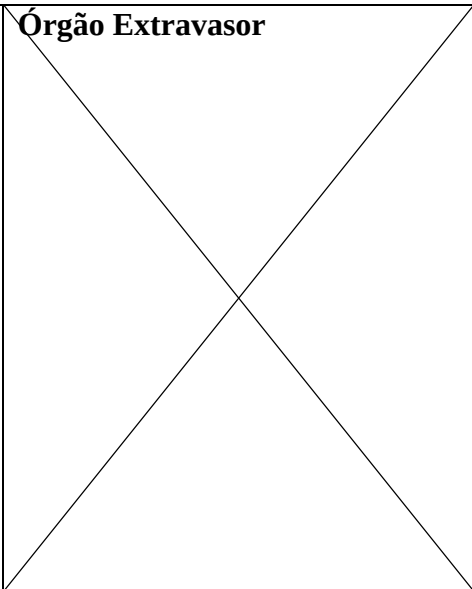
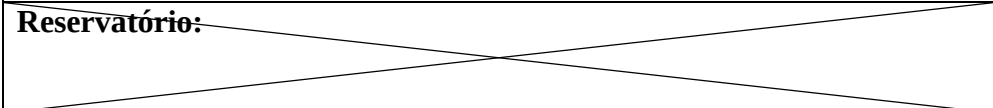


Passeio de acesso sobre a crista esquerda do maciço, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso

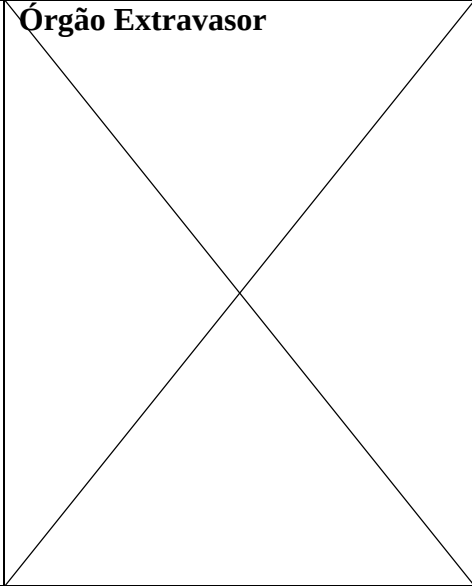
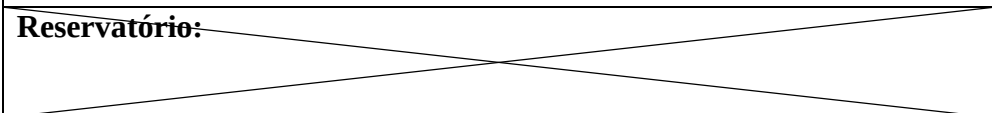
2.9.		Passeio de acesso sobre a crista esquerda do maciço, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso
2.10.		Seção de concreto desagregada (bicheira) 01 – localizada sobre a crista direita do barramento.

2.11.		Junta de dilatação deficiente com fissura 07 - localizada sobre a crista direita do barramento.
2.12.		Seção de concreto desagregada (bicheira) 02 - localizada sobre a crista direita do barramento.
2.13.		Seção de concreto desagregada (bicheira) 03; Pontos de armadura exposta 01 - localizada sobre a crista direita do barramento.

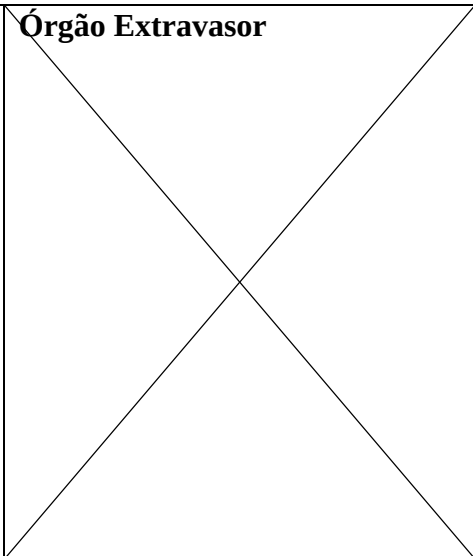
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física		Órgão Extravasor ☒ Vertedouro de Superfície ☐ Descarga de Fundo ☐ Tomada D'Água ☐ Descarga Ecológica ☐ Comporta e Registros ☐ Outros: _____
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☒ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
3.1.		Vertedouro de superfície com desgastes superficiais tais como fissuras e pontos de cavitação

3.2.		Vertedouro de superfície com desgastes superficiais tais como fissuras e pontos de cavitação
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☒ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☒ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório: 	

Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA)	OBSERVAÇÃO
4.1.		Talude de montante no lado esquerdo com a presença de manchas de umidade (morfo e eflorescência) e fissuras em todo comprimento.
4.2.	 	Talude de montante no lado direito com a presença de manchas de umidade (morfo e eflorescência) e fissuras em todo comprimento.

Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☒ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____	Órgão Extravasor 	
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório: 	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
5.1.		Paramento de jusante direito do barramento, com presença de fissuras e de vegetação arbustiva e arbórea (tronco – $\varnothing \geq 0,5$ m)

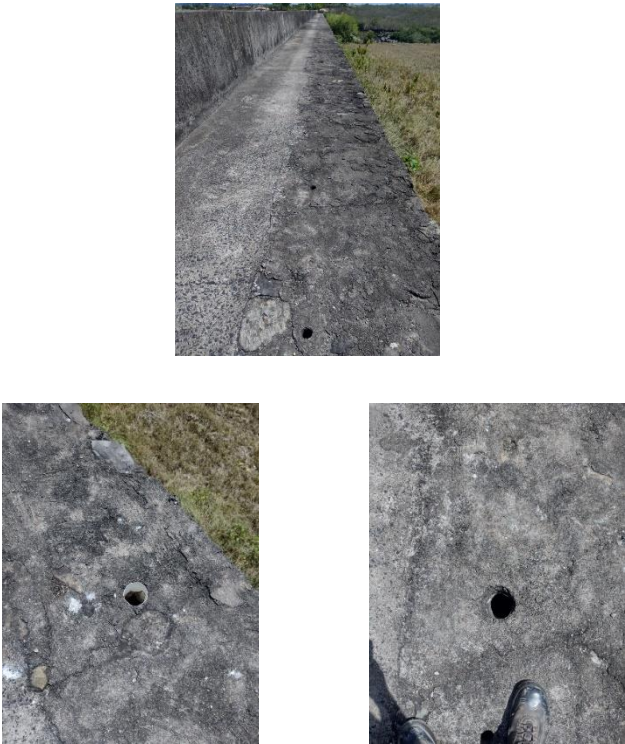
5.1.		Paramento de jusante direito do barramento, com presença de fissuras e de vegetação arbustiva e arbórea (tronco – $\varnothing \geq 0,5 \text{ m}$)
5.2.		Paramento de jusante esquerdo do barramento, com presença de fissuras e de vegetação arbustiva e arbórea (tronco – $\varnothing \geq 0,5 \text{ m}$)

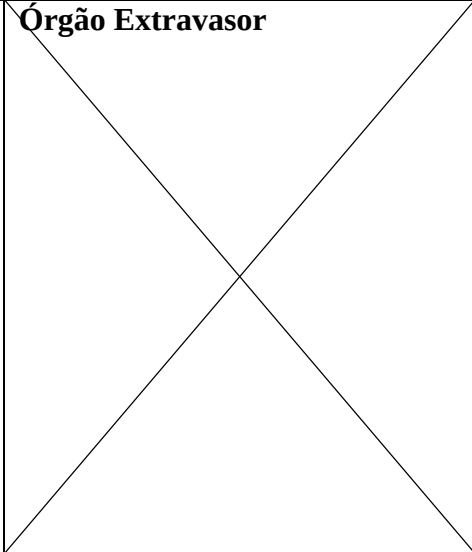
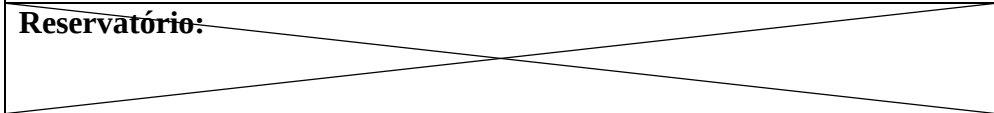
5.2.		Paramento de jusante esquerdo do barramento, com presença de fissuras e de vegetação arbustiva e arbórea (tronco – $\varnothing \geq 0,5 \text{ m}$)
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☒ Ombreiras (Direita) ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☒ Lixiviação/Dissolução	

	☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☒ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
6.1.		Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira direita, onde é visível o acúmulo prejudicial de vegetação.
6.2.		Ombreira direita a montante do barramento, nesta é notável as marcas de desgaste natural devido as variações da lâmina d'água, além de pequenas, porém longas fissuras

6.3.		Fissura 01 – localizada na ombreira direita do barramento.
6.4.		Fissura 02 – localizada na ombreira direita do barramento.
6.5.		Fissura 03 – localizada na ombreira direita do barramento.

6.6.		Fissura 04 – localizada na ombreira direita do barramento.
6.7.		Fissura 05 – localizada na ombreira direita do barramento.
6.8.		Junta de dilatação deficiente com fissura 01 - localizada sobre a ombreira direita do barramento.

6.9.		Seção de concreto desagregada (bicheira) 01 – localizada sobre a ombreira direita do barramento.
6.10.		Passeio de acesso sobre a ombreira direita do maciço, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso
6.11.		Passeio de acesso sobre a ombreira direita do maciço, onde é visível os pontos de desagregação da proteção mecânica do piso, além do sistema de drenagem comprometido.

Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☒ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____	Órgão Extravasor 	
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☐ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório: 	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
7.1.		Acesso comprometido a galeria interna localizada na ombreira esquerda do talude.

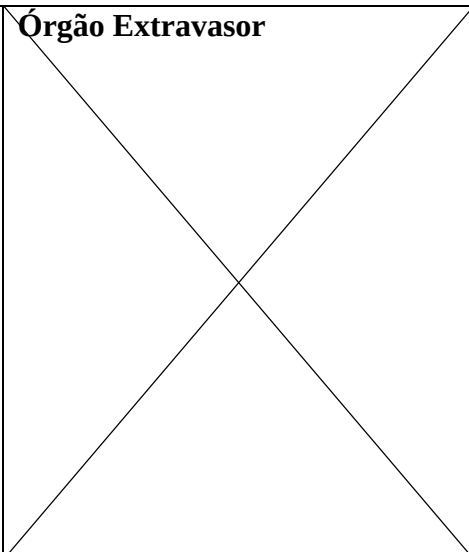
7.2.		Portas de acesso das galerias internas localizadas nas ombreiras esquerda e direita do talude, ambas com sua utilização comprometida, devido a impossibilidade de acesso em virtude da presença de um nível elevado d'água, animais e insetos, lama e lodo, entre outros.
------	---	--

Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):

Estrutura Física

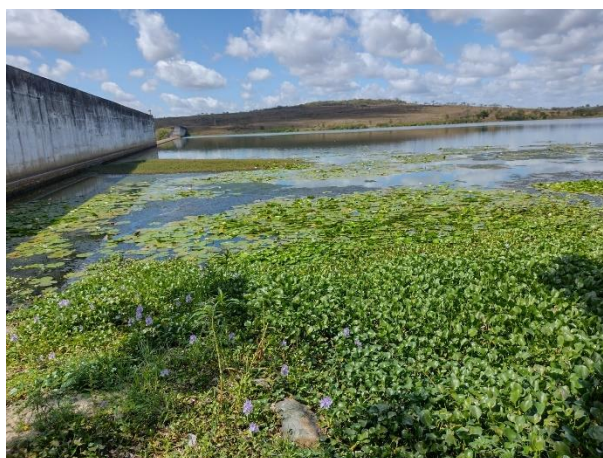
Órgão Extravasor

- () Vertedouro de Superfície
 (**X**) Descarga de Fundo
 () Tomada D'Água
 () Descarga Ecológica
 () Comporta e Registros
 () Outros:

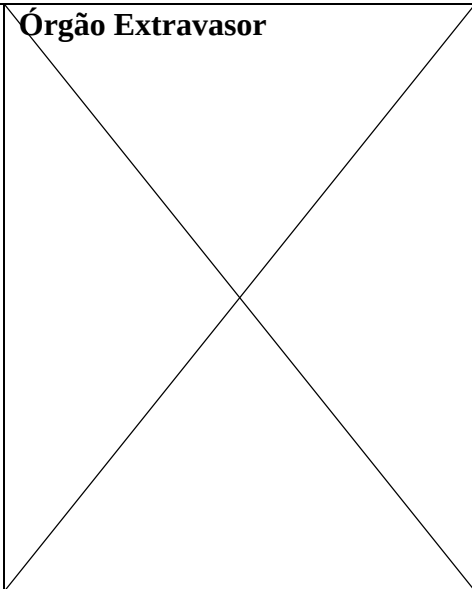
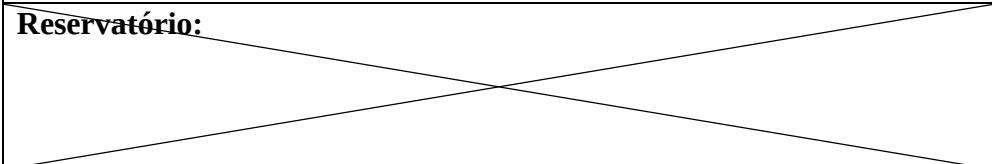
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física:	
	☐ Fissuras ☒ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☒ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
8.1.		Descarga de fundo com despejo no leito da bacia de dissipação, contudo não está funcional.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☒ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 

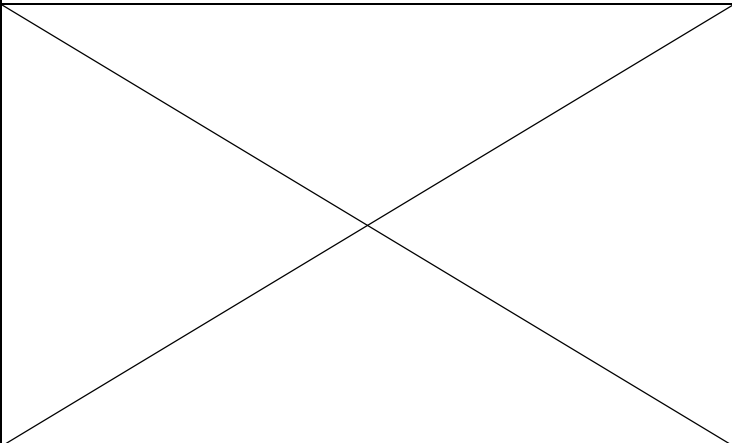
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física:	
	Reservatório: ☐ Estabilidade das Margens do Reservatório ☒ Controle de Materiais Flutuantes ☐ Sedimentação e Assoreamento ☒ Controle de Salinização e da Eutrofização	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
9.1.		Reservatório barrado com aproximadamente 15.000.000 m ³ d'água.
9.2.		Eutrofização de material no reservatório d'água a esquerda do vertedouro.

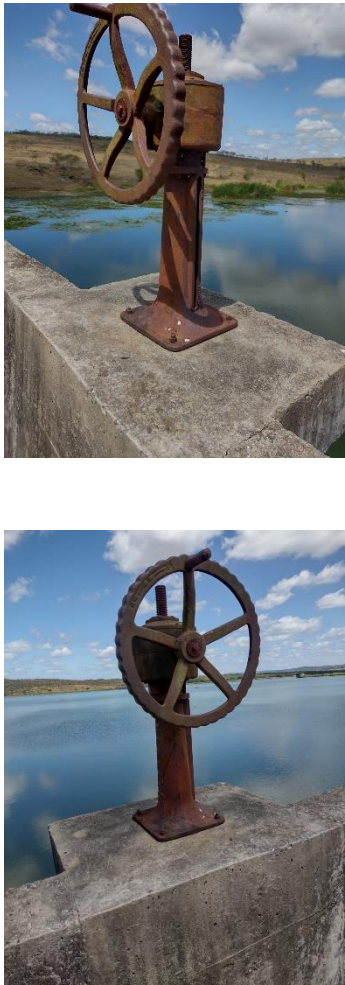
9.3.



Tubulação de drenagem do maciço que está diretamente vinculado a eutrofização do reservatório a esquerda do vertedouro.

9.4.		Eutrofização de material no reservatório d'água a direita do vertedouro
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física () Galeria de Drenagem () Maciço da Barragem (Talude) () Ombreiras () Paramento de Jusante () Paramento de Montante () Reservatório (X) Bacia de Dissipação () Crista da Barragem () Outros: _____		Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: () Fissuras () Deterioração Química () Lixiviação/Dissolução () Corrosão da Armadura () Desalinhamento e Deslocamento Diferencial () Infiltração () Surgências (X) Abrasão e Cavitação Reservatório: 	

Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA)	OBSERVAÇÃO
10.1.		Bacia de dissipação a jusante do maciço com sistema de enrocamento para conter a erosão devido a abrasão da água.
10.2.		Parte do sistema de enrocamento já erodido devido a abrasão da água.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
		Órgão Extravasor ☐ Vertedouro de Superfície ☐ Descarga de Fundo ☐ Tomada D'Água ☐ Descarga Ecológica ☒ Comporta e Registros ☐ Outros:
		Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☐ Fissuras ☒ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução
Tipo de Manifestação Patológica:		

	☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
11.1.		Registro de tomada d'água com déficits de vedação devido a corrosão.

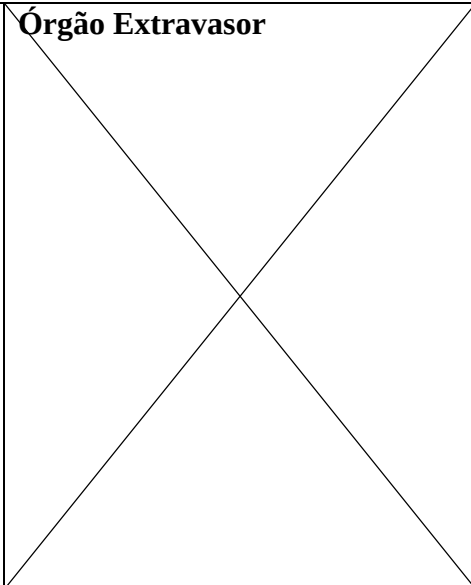
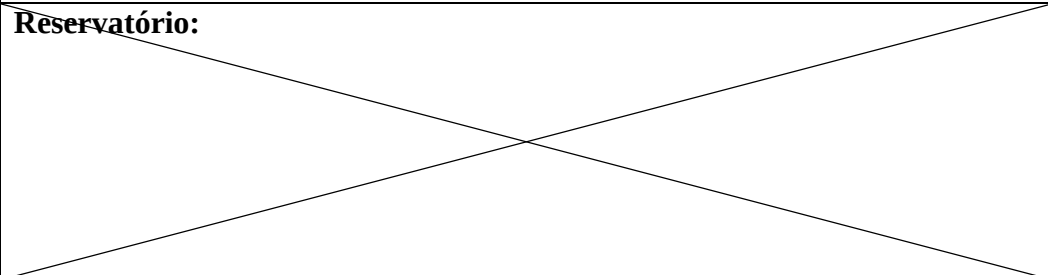
APÊNDICE B

LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL – ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Barragem: Jacarecica I

Localidade: Itabaiana/SE

LAUDO DE VISTORIA TÉCNICO E VISUAL – ESTRUTURAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

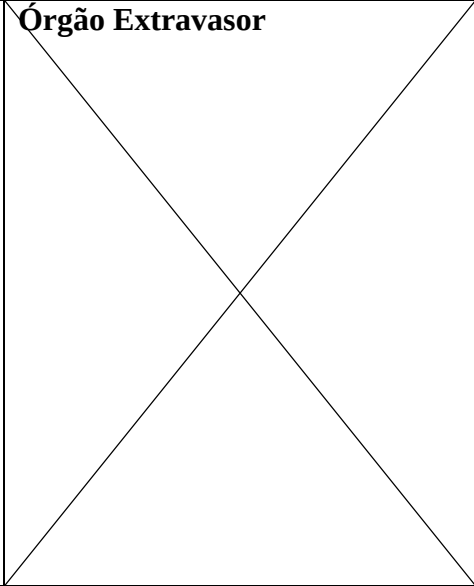
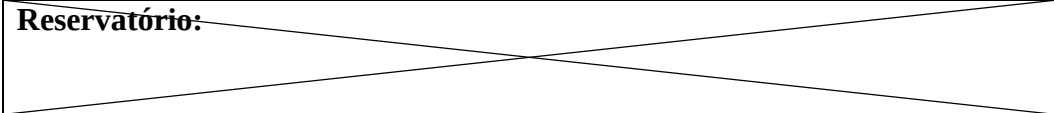
PLANILHA DE VISTORIA TÉCNICA VISUAL	
Barragem: Jacarecica I	Data da Vistoria: 19/05/2022
Localidade: Itabaiana/SE	Empreendedor: COHIDRO
Técnico Responsável: Luiz Felipe Bispo Viana	Nº: 02
Informações Complementares: Visita Técnica objetivando o levantamento e a análise visual das manifestações patológicas.	
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):	
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☒ Ombreiras (Direita) ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____	Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação
	Reservatório: 

Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
1.1	  	Acesso a ombreira direita do barramento, com presença de vegetação arbustiva e arbórea (tronco – $\varnothing \leq 0,5 \text{ m}$)

1.2.		Ombreira direita a montante do barramento, nesta é notável pequenas, porém longas fissuras.
1.3.		Passeio de acesso a crista do maciço pela parte superior da ombreira direita, onde é visível algumas pequenas fissuras e acúmulo prejudicial de vegetação.
1.4.		Junta de dilatação deficiente 01 – localizada sobre a ombreira direita do barramento.

1.5.		Fissura 01 – localizada sobre a ombreira direita do barramento.
1.6.		Fissura 02 – localizada sobre a ombreira direita do barramento.
1.7.		Fissura 03 – localizada sobre a ombreira direita do barramento.

1.8.		Fissura 04 – localizada sobre a ombreira direita do barramento
1.9.		Fissura 05 – localizada sobre a ombreira direita do barramento.
1.10.		Junta de dilatação deficiente com fissura 01 - localizada sobre a ombreira direita do barramento.

Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☒ Crista da Barragem ☐ Outros: _____	Órgão Extravasor 	
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório: 	
2.1.		Fissura 01 – localizada sobre a crista direita do barramento.

2.2.		Fissura 02 – localizada sobre a crista direita do barramento.
2.3.		Fissura 03 – localizada sobre a crista direita do barramento.
2.4.		Passeio de acesso sobre a crista direita do maciço, onde é visível os pequenos pontos de desgaste da proteção mecânica do piso.

2.5.		Passeio de acesso sobre a crista direita do maciço, onde é visível os pequenos pontos de desgaste da proteção mecânica do piso.
2.6.		Crista esquerda do maciço. OBS: Não foi possível o acesso em virtude da vegetação existente, porém foram levados em consideração os mesmos parâmetros da crista direita.

Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):

Estrutura Física

Órgão Extravasor

(X) Vertedouro de Superfície

() Descarga de Fundo

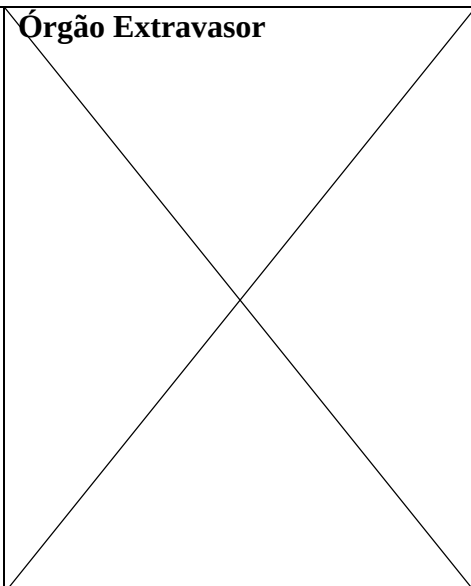
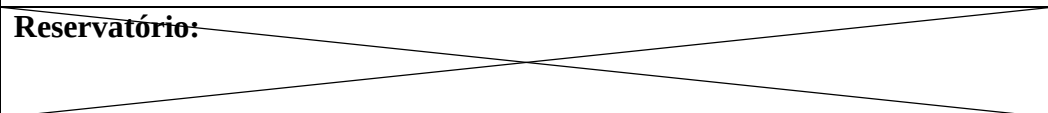
() Tomada D'Água

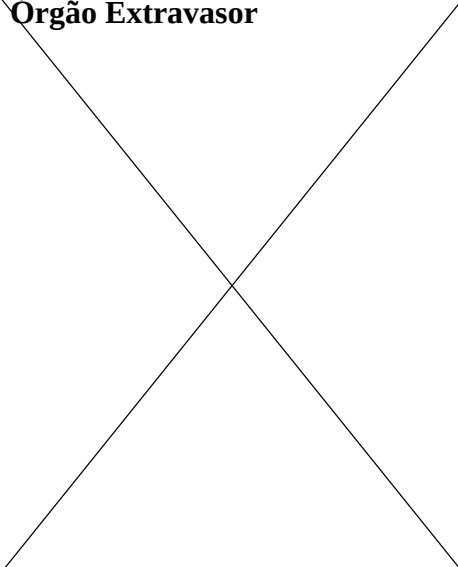
() Descarga Ecológica

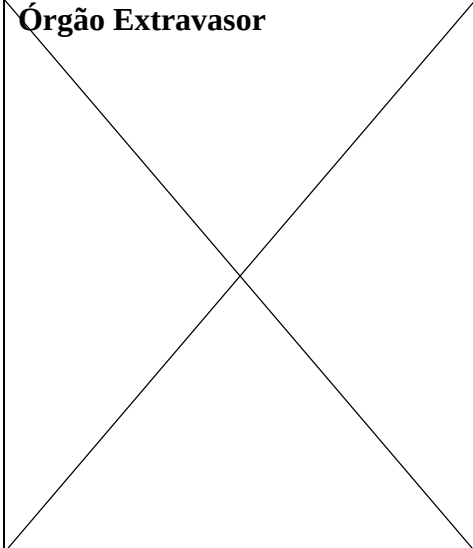
() Comporta e Registros

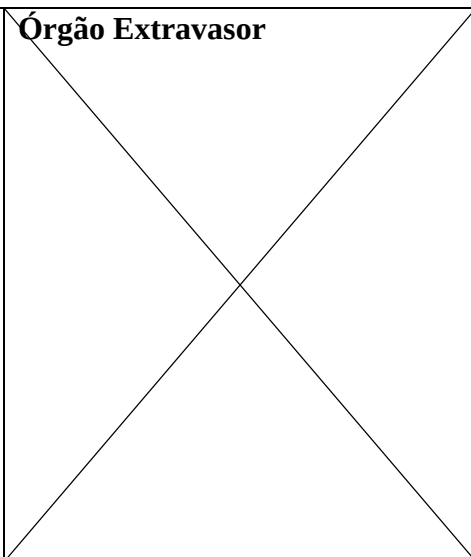
() Outros:

Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☐ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
3.1.		Vertedouro de superfície com pontos de recuperação devido aos desgastes superficiais e pontos de cavitação

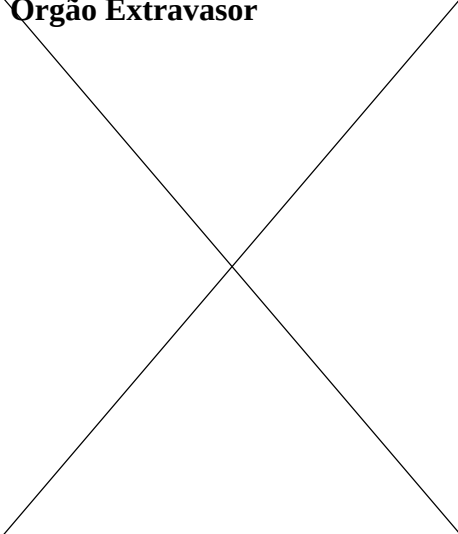
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☒ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório: 	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
4.1.		Talude de montante no lado direita com a presença de pequenas fissuras em todo comprimento.

4.2.		Talude de montante no lado direito e esquerdo com a presença de pequenas fissuras em todo comprimento.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☒ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	

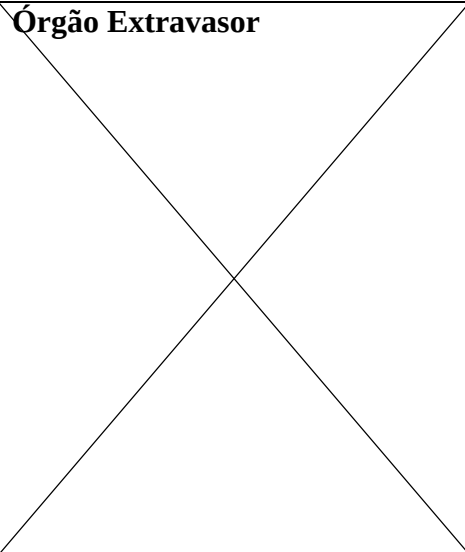
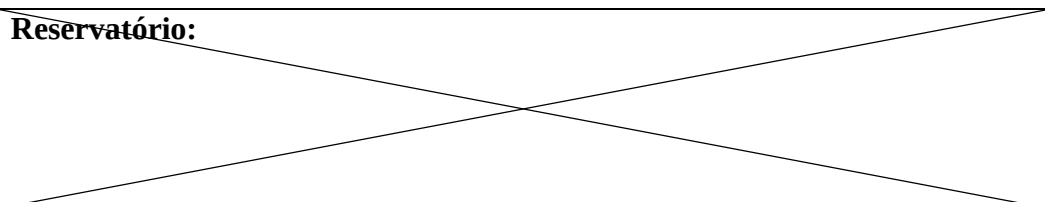
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA)	OBSERVAÇÃO
5.1.		Paramento de jusante direito do barramento, com presença de fissuras e de vegetação arbustiva e arbórea (tronco – $\varnothing \leq 0,5$ m)
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☒ Ombreiras (Esquerda) ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 

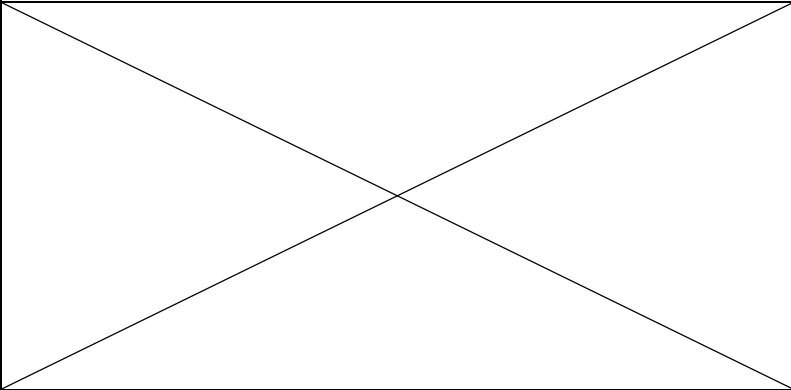
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física:	
	☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
6.1.		Não foi possível o acesso em virtude da vegetação existente, porém foram levados em consideração os mesmos parâmetros da ombreira direita.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☒ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 

Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☒ Lixiviação/Dissolução ☒ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☒ Infiltração ☒ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
7.1.		Acesso comprometido a galeria interna localizada na ombreira esquerda do talude.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física		Órgão Extravasor ☐ Vertedouro de Superfície ☒ Descarga de Fundo ☐ Tomada D'Água ☐ Descarga Ecológica ☐ Comporta e Registros ☐ Outros:
	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☐ Fissuras	

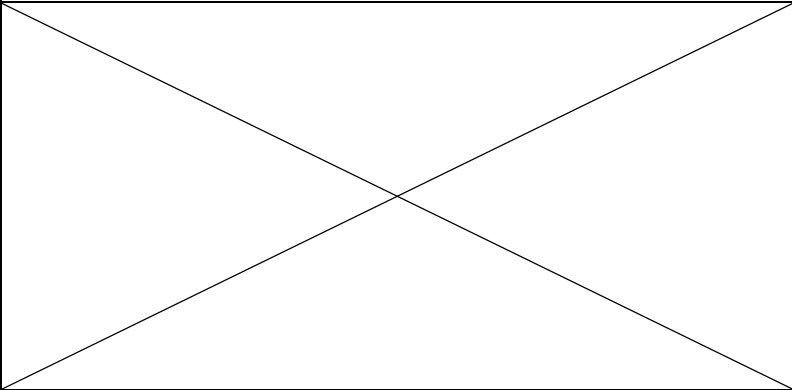
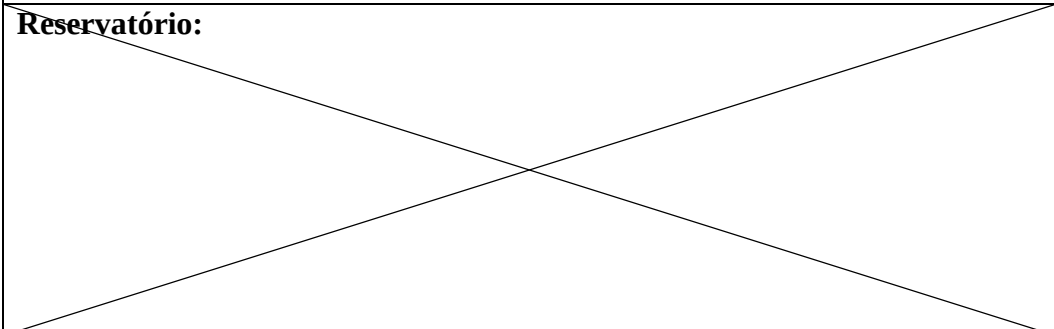
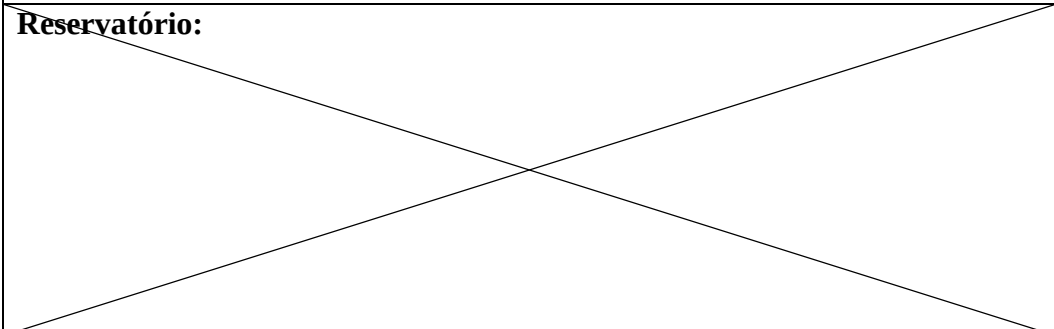
Tipo de Manifestação Patológica:	☒ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA)	OBSERVAÇÃO
8.1.		Descarga de fundo com despejo no leito da bacia de dissipação, com pontos de oxidação.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☒ Reservatório ☐ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasor 

Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física:	
	Reservatório: ☐ Estabilidade das Margens do Reservatório ☐ Controle de Materiais Flutuantes ☒ Sedimentação e Assoreamento ☐ Controle de Salinização e da Eutrofização	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
9.1.		Reservatório barrado com aproximadamente 4.700.000 m ³ d'água.
9.2.		Assoreamento de material granular no reservatório d'água a direita do vertedouro.

Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
Estrutura Física ☐ Galeria de Drenagem ☐ Maciço da Barragem (Talude) ☐ Ombreiras ☐ Paramento de Jusante ☐ Paramento de Montante ☐ Reservatório ☒ Bacia de Dissipação ☐ Crista da Barragem ☐ Outros: _____		Órgão Extravasador 
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☒ Fissuras ☐ Deterioração Química ☒ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☒ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório: 	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO

10.1.		Bacia de dissipação a jusante do maciço com sistema de enrocamento artificial (soleira dentada), utilizado para conter a erosão devido a abrasão da água. O sistema apresenta sinais de desgaste e fissuras devido a longevidade da utilização.
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):		
		Órgão Extravasor () Vertedouro de Superfície () Descarga de Fundo () Tomada D'Água () Descarga Ecológica (X) Comporta e Registros () Outros:
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: () Fissuras (X) Deterioração Química () Lixiviação/Dissolução	

	☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação	
	Reservatório:	
Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
11.1.		Registro de tomada d'água com pontos de corrosão, porém funcional.
11.2.		Antigo registro de descarga de fundo com pontos de corrosão e atualmente desativado.

11.3.		Novo registro de descarga de fundo com pontos de corrosão, porém em pleno funcionamento.	
Elementos de Barragens de Concreto (Tipo da Estrutura):			
		Órgão Extravasor ☐ Vertedouro de Superfície ☐ Descarga de Fundo ☒ Tomada D'Água ☐ Descarga Ecológica ☐ Comporta e Registros ☐ Outros:	
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="229 1160 440 1655" rowspan="2"> Tipo de Manifestação Patológica: </td> <td data-bbox="440 1160 1498 1655"> Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☐ Fissuras ☒ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação </td> </tr> <tr> <td data-bbox="440 1655 1498 1982"> Reservatório:  </td> </tr> </table>	Tipo de Manifestação Patológica:
Tipo de Manifestação Patológica:	Órgãos Extravasores e Estrutura Física: ☐ Fissuras ☒ Deterioração Química ☐ Lixiviação/Dissolução ☐ Corrosão da Armadura ☐ Desalinhamento e Deslocamento Diferencial ☐ Infiltração ☐ Surgências ☐ Abrasão e Cavitação		
	Reservatório: 		

Nº	FOTO (MANIFESTAÇÃO PATOLOGICA)	OBSERVAÇÃO
12.1.		Registro de tomada d'água com sistema de acionamento de comporta através de hastes de aço
12.2.		Tomada d'água com tecnologia de gradil utilizada para evitar o acúmulo de materiais indesejados na tubulação

APÊNDICE C

MEMORIAL DESCRITIVO – RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS FÍSICAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Barragem: Gov. Dionísio Machado

Localidade: Lagarto/SE

MEMORIAL DESCRITIVO DOS SERVIÇOS
Recuperação da Estrutura Física da Barragem Gov. Dionísio Machado no
Perímetro Irrigado Piauí

RECUPERAÇÃO DO CORPO DA BARRAGEM

1.0 LIMPEZA E RECUPERAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO A BARRAGEM.

1.1 A Contratada deverá realizar a limpeza e recuperação das vias de acesso a barragem;

1.2 A limpeza será realizada mecanicamente, com a execução primordial de patrolamento, desobstrução e execução de valetamento, assim como realização, onde necessário da recomposição do revestimento primário.

2.0 LIMPEZA E PINTURA DE TALUDES DE CONCRETO

2.1 A empresa deverá lixar manualmente ou mecanicamente os taludes da barragem, retirando-se todo o lodo e matéria orgânica existente;

2.2 Após a limpeza a Contratada deverá pintar os taludes com duas demãos de tinta para pavimentação de concreto, na cor concreto.

3.0 LIMPEZA E VERIFICAÇÃO DOS DRENOS DA FUNDAÇÃO E TUBULAÇÃO DE FUGA COM REMOÇÃO DOS ENTULHOS.

3.1 A contratada deverá limpar o deságue superior dos drenos de fundação existentes e que deságuam numa canaleta coletora localizada dentro da galeria de inspeção, assim como a tubulação de descarga existente;

3.2 A limpeza deverá ser realizada tanto manualmente como mecanicamente, onde será necessário a realização de inspeção subaquática nos pontos alagados da galeria, buscando o levantamento dos drenos defeituosos e posteriormente sua limpeza.

4.0 RECUPERAÇÃO DA CRISTA DO MACIÇO

4.1 O contrapiso que serve de proteção mecânica a parte superior das cristas do maciço deve ser demolido e coletado;

4.2 Após a demolição e a limpeza do item anterior, o contrapiso deve ser refeito com a utilização de argamassa para contrapiso no traço 1:3 (Cimento/Areia Média Úmida) através de preparo mecânico com betoneira de 600 litros.

5.0 RECUPERAÇÃO DO PEITORIL SUPERIOR DO MACIÇO

5.1. A contratada deverá verificar as superfícies do concreto em busca de fissuras e pontos de desagregação, onde existirem fissuras deverá enquadrar o local em uma figura regular (quadrado ou retângulo) feita na superfície do concreto com uma serra manual do tipo “maquita”, devendo esse corte ter a profundidade de no mínimo 3 cm e ser perpendicular sua superfície do concreto, para dar um melhor encaixe ao produto de preenchimento da cavidade. Assim, deve-se preencher a cavidade com a argamassa polimérica, cerca de 12 horas após o término do acabamento deverá ser feita a cura da superfície tratada, mediante a sua molhagem com água durante um período de pelo menos 3 dias ou então por meio da cura química, aplicando sobre o reparo um dos produtos: DENVER CURA (Denver) ou GAMA CURI (MC Bauchemie);

5.2. Nas juntas transversais de contração da galeria deverão ser tratadas aquelas que ainda apresentam fissuras ou perda do material polimérico de retração. Nos casos que houverem fissuras ou perda de seção do concreto deverá ser realizado o procedimento demonstrado no item 5.1. E em todos os casos as juntas deverão ser preenchidas com material de fácil retração (matique ou similar).

6.0 EROSÃO NO CORPO DO VERTEDOURO

6.1 A contratada deverá recuperar o vertedouro, no local do rebaixo existente em sua soleira, mantendo a curva natural da estrutura;

6.2 O concreto deverá ser cortado até a profundidade de 3 a 5 cm, formando esse corte uma figura geométrica regular (retângulo). no interior do qual estarão inseridos o rebaixo e o trecho erodido;

6.3 A contratada deverá remover todo o concreto no interior do retângulo de corte;

6.4 Depois de ser feita a limpeza desse local, a contratada deverá aplicar no reparo uma argamassa polimérica que possua alta resistência e que também funcione como ponte de aderência.

7.0 FISSURAS NAS PAREDES E TETOS DA GALERIA

As fissuras existentes e que estão secas e o concreto onde elas ocorrem não terá contato com fluxo d'água, não há necessidade de tratamento.

7.1 INFILTRAÇÕES DE ÁGUA E FISSURAS NAS PAREDES E TETOS DA GALERIA SEM QUE HAJA SINAIS DE CORROSÃO NA ARMADURA

7.1.1 A contratada deverá verificar as superfícies do concreto das paredes e teto da galeria para verificação de infiltrações e fissuras;

7.1.2 Onde existem infiltrações e fissuras deverá ser feito, um teste de percussão, por meio de um martelo ou outro dispositivo apropriado, para determinar as regiões em que o concreto apresenta “barulho de choco”;

7.1.3 Enquadrar esse local em uma figura regular (quadrado ou retângulo) feita na superfície do concreto com uma serra manual do tipo “maquita”, devendo esse corte ter a profundidade de no mínimo 3 cm e ser perpendicular sua superfície do concreto, para dar um melhor encaixe ao produto de preenchimento da cavidade;

7.1.4 Preencher a cavidade com a argamassa polimérica, cerca de 12 horas após o término do acabamento deverá ser feita a cura da superfície tratada, mediante a sua molhagem com água durante um período de pelo menos 3 dias ou então por meio da cura química, aplicando sobre o reparo um dos produtos: DENVER CURA (Denver) ou GAMA CURI (MC Bauchemie).

7.2 INFILTRAÇÕES DE ÁGUA E FISSURAS NAS PAREDES E TETOS DA GALERIA COM SINAIS DE CORROSÃO NA ARMADURA

Deve ser seguido o procedimento indicado no item 3.1.2.3, a), b) e c), acrescido do procedimento indicado nesse item, relacionado com a armadura.

7.2.1 Nessa condição deve ser removido todo o concreto no entorno da barra até ser atingido o concreto em bom estado e sem sinais do produto de corrosão, devendo essa escavação prosseguir além da armadura até a profundidade mínima de uma vez e meia o diâmetro da barra de aço exposta.

7.2.2 Remover da barra de aço todo o produto da corrosão/oxidação, que está impregnando o concreto e medir a bitola da barra depois dessa limpeza, por meio de um paquímetro.

7.2.3 Se houver uma redução da seção da barra de aço de mais de 10% da sua bitola original, deverá o trecho afetado da barra ser removido e emendada outra barra nova de mesma bitola.

7.2.4 Aplicar em toda a barra, tanto naquela existente e que não foi removida, como na barra emendada, uma pintura de proteção anticorrosiva.

7.2.5 Essa pintura deverá ser aplicada em duas demãos, com intervalo de 03 horas, devendo aguardar-se no mínimo 03 horas, depois do término da pintura, para realizar o preenchimento da cavidade.

7.2.6 O consumo dessa pintura de proteção deve ser o indicado pelo fabricante do produto que for utilizado.

Obs. Esse procedimento também deve ser adotado no caso da armadura já se encontrar exposta.

7.3 INFILTRAÇÕES EM JUNTAS DE CONTRAÇÃO TRANSVERSAIS DA GALERIA

7.3.1 Nas juntas transversais de contração da galeria somente deverão ser tratadas aquelas que ainda apresentam infiltrações de água devendo inicialmente ser removida toda a exsudação de hidróxidos com e sem contaminação, além de outros materiais aderidos na junta até que ela fique totalmente limpa.

7.3.2 Deverão ser colocados tubos de dreno de $\frac{3}{4}$ ", em locais onde está ocorrendo a percolação de água e a seguir deverá ser injetado nos drenos uma espuma de poliuretano hidroativo, para ser feito um tamponamento provisório do dreno.

7.3.3 Com os drenos secos, deve ser injetado neles, a resina de poliuretano, devendo essa injeção ser feita conforme as instruções do fabricante desse produto.

Obs. Com a junta na condição seca, não haverá necessidade de se colocar nela um vedajunta.

8.0 OUTROS TRATAMENTOS NA GALERIA

8.1 LIMPEZA E PINTURA

8.1.1 Depois de executados os reparos na galeria deverão ser efetuados a limpeza do piso, paredes e teto, com remoção de toda a sujeira e animais existentes, utilizando jato d'água pressurizado e lixadeira elétrica (é necessário a utilização de gerador elétrico portátil e booster).

8.1.2 As paredes e teto deverão receber pintura de proteção na cor branca em pva-látex com no mínimo duas demãos, sendo previamente aplicada uma demão de líquido preparador de paredes, após tratada e regularizada a superfície de concreto e ou alvenaria de pedra.

8.2 INSTALAÇÃO E PINTURA DE PROTEÇÃO DAS ESQUADRIAS METÁLICAS TELADAS E ESCADAS DE ACESSO.

As esquadrias metálicas a serem implantadas deverão ser de abrir, teladas e, receberão pintura anticorrosiva constando de duas demãos de zarcão e no mínimo duas demãos de látex na cor cinza brilhante extensivo as escadas de acesso a galeria.

8.3 ILUMINAÇÃO

A galeria deverá receber iluminação permanente, constando de luminárias anti explosão tipo arandela de 90° sem alojamento, para lâmpada de 55 watts, a cada dez metros e tomada bloqueada de serviço também a cada 10 metros e botoeira onde deverá ser acoplado o gerador portátil (deverá ser apresentado croqui com dimensionamento do cabo isolado tipo PP a ser utilizado).

8.4 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE GERADOR

Deverá ser fornecido e instalado um gerador portátil de 40 kVA a gasolina, monofásico, bivolt, com alerta do nível de óleo e que funcione também como carregador de bateria. Tensão a ser gerada de 110 - 220 Volts com uma frequência 60 Hz, partida manual retrátil e motor de dois tempos.

8.5 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE ESCADA

Deverão ser fornecidas e instaladas duas escadas retas para acesso às galerias conforme modelos existentes no local. As mesmas deverão possuir duas (2) longarinas de aço CA-25 DN 16mm degraus de 3,5x 0,55 cm em perfil U e corrimão também em perfil metálico.

9.0 LIMPEZA DA VEGETAÇÃO

Execução de capina completa e limpeza dos taludes e crista da barragem, retirando todas as raízes das árvores e arbustos, de tal forma que garanta a total desobstrução dos taludes até o pé do talude de jusante e até onde for possível realizar, no talude de montante, dos condutos de drenagem a jusante do maciço.

10.0 PLACA DA OBRA

Deverá ser confeccionada uma (1) placa em chapa de aço galvanizado, nas dimensões de 3,0 m x 5,0 m, em moldura de madeira, fixada em estaca de madeira de 10x 20 cm, numa altura de 1,70m do solo, sendo que a localização da mesma será definida pela Comissão Técnica.

11.0 PLACA DE INAUGURAÇÃO

Será fixada sobre a parede de acesso, frontal ao escritório, uma placa de inauguração em alumínio de 0,50x 0,70m, com os dizeres informados pela Comissão de Fiscalização.

APÊNDICE D

MEMORIAL DESCRITIVO – RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS FÍSICAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Barragem: Jacarecica I
Localidade: Itabaiana/SE

MEMORIAL DESCRITIVO DOS SERVIÇOS
Recuperação da Estrutura Física da Barragem Jacarecica I no Perímetro Irrigado
Jacarecica I

RECUPERAÇÃO DO CORPO DA BARRAGEM

1.0 LIMPEZA E RECUPERAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO A BARRAGEM.

1.1 A Contratada deverá realizar a limpeza e recuperação das vias de acesso a barragem;

1.2 A limpeza será realizada mecanicamente, com a execução primordial de patrolamento, desobstrução e execução de valetamento, assim como realização, onde necessário da recomposição do revestimento primário.

2.0 RECUPERAÇÃO DO PEITORIL SUPERIOR DO MACIÇO

2.1. A contratada deverá verificar as superfícies do concreto em busca de fissuras e pontos de desagregação, onde existirem fissuras deverá enquadrar o local em uma figura regular (quadrado ou retângulo) feita na superfície do concreto com uma serra manual do tipo “maquita”, devendo esse corte ter a profundidade de no mínimo 3 cm e ser perpendicular sua superfície do concreto, para dar um melhor encaixe ao produto de preenchimento da cavidade. Assim, deve-se preencher a cavidade com a argamassa polimérica, cerca de 12 horas após o término do acabamento deverá ser feita a cura da superfície tratada, mediante a sua molhagem com água durante um período de pelo menos 3 dias ou então por meio da cura química, aplicando sobre o reparo um dos produtos: DENVER CURA (Denver) ou GAMA CURI (MC Bauchemie);

2.2. Nas juntas transversais de contração da galeria deverão ser tratadas aquelas que ainda apresentam fissuras ou perda do material polimérico de retração. Nos casos que houverem fissuras ou perda de seção do concreto deverá ser realizado o procedimento demonstrado no item 5.1. E em todos os casos as juntas deverão ser preenchidas com material de fácil retração (matique ou similar).

3.0 OUTROS TRATAMENTOS NA GALERIA

3.1 LIMPEZA

Depois de executados os reparos na galeria deverão ser efetuados a limpeza do piso, paredes e teto, com remoção de toda a sujeira e animais existentes, utilizando jato d'água pressurizado.

3.2 ILUMINAÇÃO

Deverá ser realizado manutenção nos pontos defeituosos da iluminação permanente, constando de luminárias anti explosão tipo arandela de 90° sem alojamento, para lâmpada de 55 watts.

4.0 LIMPEZA DA VEGETAÇÃO

Execução de capina completa e limpeza dos taludes e crista da barragem, retirando todas as raízes das árvores e arbustos, de tal forma que garanta a total desobstrução dos taludes até o pé do talude de jusante e até onde for possível realizar, no talude de montante, dos condutos de drenagem a jusante do maciço.

APÊNDICE E

PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS – RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS FÍSICAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Barragem: Gov. Dionísio Machado

Localidade: Lagarto/SE



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
13.006.572/0001-20

RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM PIAUI

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO EMPREENDIMENTO

Cod. Empreendimento: 00201

BDI: 30%

Ref : Março/2022-1 Moeda : R\$

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01	RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM PIAUI				912.863,61	100,00
01.01	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO				21.769,02	2,39
01.01.001	MOBILIZAÇÃO				17.574,09	1,94
01.01.001.001	Andaime metálico fachadeiro - locação mensal , montagem e desmontagem	m²xmês	848,00	12,18	10.328,64	1,15
01.01.001.002	Placa de obra em chapa aço galvanizado, instalada - Rev 02_01/2022	m2	15,00	483,03	7.245,45	0,79
01.01.002	DESMOBILIZAÇÃO				4.194,93	0,45
01.01.002.001	Limpeza geral	m2	80,00	2,82	225,60	0,02
01.01.002.002	Coleta e carga manuais de entulho	m3	80,00	19,96	1.596,80	0,17
01.01.002.003	Placa de inauguração de obra em alumínio 0,50 x 0,70 m	un	1,00	2.372,53	2.372,53	0,26
01.02	INSTALAÇÃO PROVISÓRIA				19.023,52	2,08
01.02.001	Locação de container - Escritório com banheiro - 6,20 x 2,40m - Rev 02_02/2022	mês	4,00	1.690,00	6.760,00	0,74
01.02.002	Locação de container - Banheiro com chuveiros e vasos - 4,30 x 2,30m	mês	4,00	1.115,88	4.463,52	0,49
01.02.003	Locação de container - Refeitório sem banheiro - 6,00 x 2,40m - Rev 02_02/2022	mês	4,00	1.950,00	7.800,00	0,85
01.03	MANUTENÇÃO DE CANTEIRO				5.845,58	0,64
01.03.001	Manutenção do Canteiro	un	1,00	5.845,58	5.845,58	0,64
01.04	EQUIPE DIRIGENTE				82.094,51	8,99
01.04.001	Equipe Dirigente	un	1,00	82.094,51	82.094,51	8,99
01.05	RECUPERAÇÃO DO CORPO DA BARRAGEM				264.883,62	29,02
01.05.001	Limpeza e Recuperação das vias de acesso as barragens				520,00	0,06
01.05.001.001	Regularização de superfícies com motoniveladora. af_11/2019	m2	4.000,00	0,13	520,00	0,06
01.05.002	Limpeza e Pintura em Talude de Concreto				133.920,00	14,67
01.05.002.001	Limpeza com lixadeira elétrica, tratamento do concreto e lixamento com lixa carbureto silício	m2	4.000,00	12,99	51.960,00	5,69
01.05.002.002	Pintura de acabamento com aplicação de 01 demão de verniz acrílico para proteção de superfícies em concreto aparente, marca FOSROC, ref Dekguard FS ou similar- R1	m2	4.000,00	20,49	81.960,00	8,98
01.05.003	Limpeza e verificação dos drenos da fundação e tubulação de fuga com remoção dos entulhos				130.443,62	14,29
01.05.003.001	Inspecção Sub-aguática para limpeza e verificação da estrutura	un	1,00	26.000,00	26.000,00	2,85
01.05.003.002	Limpeza de drenos de fundação e tubulação de fuga com remoção dos entulhos	un	402,00	259,81	104.443,62	11,44
01.06	RECUPERAÇÃO DA CRISTA DO MACIÇO				39.569,04	4,34
01.06.001	Demolição de reboco	m2	630,00	9,96	6.274,80	0,69
01.06.002	Coleta e carga manuais de entulho	m3	63,00	19,96	1.257,48	0,14
01.06.003	Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida) para contrapiso, preparo mecânico com betoneira 600 l. af 08/2019	m3	63,00	508,52	32.036,76	3,51
01.07	RECUPERAÇÃO DO PEITORIL				21.050,20	2,31
01.07.001	Junta de dilatação com barra de transferência ø = 16mm a cada 30cm, inclusive preenchimento com tarugo e mastique, para piso de concreto com espessura de 10,1 até 12,5cm	m	24,70	137,84	3.404,65	0,37
Felipe Viana		Página 1		rptPlanilhaOrçamentariaEmpreendimentoForm		



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
13.006.572/0001-20

RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM PIAUI

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO EMPREENDIMENTO

Cod. Empreendimento: 00201

BDI: 30%

Ref : Março/2022-1 Moeda : R\$

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01.07.002	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	35,00	322,14	11.274,90	1,24
01.07.003	Pintura de acabamento com aplicação de 02 demãos de tinta mineral em pó (Hidracor ou similar)	m2	429,00	14,85	6.370,65	0,70
01.08	TRATAMENTO DOS DEFEITOS EXISTENTES NO CONCRETO - GALERIA				131.341,20	14,38
01.08.001	Erosão no corpo do vertedouro				12.885,60	1,41
01.08.001.001	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	40,00	322,14	12.885,60	1,41
01.08.002	Fissuras nas paredes e tetos da galeria - sem sinal de corrosão				15.861,30	1,74
01.08.002.001	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	30,00	2,08	62,40	0,01
01.08.002.002	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	30,00	322,14	9.664,20	1,06
01.08.002.003	Inperção de Parede de Concreto Utilizando Martelo de Borracha	m	390,00	15,73	6.134,70	0,67
01.08.003	Fissuras nas paredes e tetos da galeria - com sinal de corrosão				30.234,30	3,31
01.08.003.001	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	30,00	2,08	62,40	0,01
01.08.003.002	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	30,00	322,14	9.664,20	1,06
01.08.003.003	Inperção de Parede de Concreto Utilizando Martelo de Borracha	m	390,00	15,73	6.134,70	0,67
01.08.003.004	Recuperação de Armadura de Aço em Estruturas de Concreto Armado - Bitola entre 6,3 a 12,5 mm	m	100,00	143,73	14.373,00	1,57
01.08.004	Infiltrações em juntas de contração transversais da galeria				72.360,00	7,92
01.08.004.001	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	15,00	2,08	31,20	0,00
01.08.004.002	Limpeza geral	m2	15,00	2,82	42,30	0,00
01.08.004.003	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d = 40 mm (1 1/4")	m	75,00	50,78	3.808,50	0,42
01.08.004.004	Restauração - Injeção de resina epoxi	m	150,00	456,52	68.478,00	7,50
01.09	Outros tratamentos na galeria				135.039,12	14,79
01.09.001	Limpeza interna da galeria				24.303,85	2,66
01.09.001.001	LIMPEZA DE GALERIA COM REMOÇÃO DE ENTULHOS, MATERIA ORGANICA E SOLOS UMIDOS	m3	95,00	105,13	9.987,35	1,09
01.09.001.002	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	950,00	2,08	1.976,00	0,22
01.09.001.003	Limpeza com lixadeira elétrica, tratamento do concreto e lixamento com lixa carbureto silício	m2	950,00	12,99	12.340,50	1,35
01.09.002	Pintura de paredes e tetos da galeria				25.042,00	2,74
01.09.002.001	Pintura para exteriores, sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de líquido selador acrílico e 02 demãos de tinta pva latex convencional para exteriores	m2	950,00	26,36	25.042,00	2,74
01.09.003	Fornecimento e instalação de esquadrias metálicas teladas na galeria				8.886,98	0,98
01.09.003.001	Portão em tubo de ferro galvanizado com quadro de DN 2", e barras verticais de DN 1 1/2" a cada 10cm	m2	7,50	1.068,48	8.013,60	0,88
01.09.003.002	Tela de aço galvanizado fio 12bwg, sem revestimento, malha 2 1/2"	m²	7,50	85,77	643,28	0,07
01.09.003.003	Pintura de proteção sobre superfícies metálicas com aplicação de 01 demão de tinta epoxi fundo óxido de ferro - R1	m2	15,00	15,34	230,10	0,03
01.09.004	Iluminação				15.507,45	1,70



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
13.006.572/0001-20

RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM PIAUI

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO EMPREENDIMENTO

Cod. Empreendimento: 00201

BDI: 30%

Ref : Março/2022-1 Moeda : R\$

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01.09.004.001	Luminária LED p/ iluminação de galerias, c/ vidro de prot. anti explosão, Pot.27W ou 55W	un	15,00	1.033,83	15.507,45	1,70
01.09.005	Fornecimento e instalação de gerador				52.458,94	5,74
01.09.005.001	Grupo diesel gerador de 40KVA em 220/127V, composto de motor diesel 4 cilindros, alternador ATED (brushless), tanque de combustível, silencioso bateria e quadro de transferência automática, ref.: Leon Heimer ou similar	un	1,00	38.740,00	38.740,00	4,24
01.09.005.002	Quadro de transferência automática p/ grupo de geradores até 40 kva	un	1,00	13.718,94	13.718,94	1,50
01.09.006	Fornecimento e instalação de escada				8.839,90	0,97
01.09.006.001	Escada de ferro com guarda corpo	m	10,00	736,75	7.367,50	0,81
01.09.006.002	Pintura de acabamento em superfícies metálicas com aplicação de 02 demãos de tinta esmalte epoxi branco, e = 35 micra p/ demão, aplicado com rolo e pincel - R1	m2	30,00	49,08	1.472,40	0,16
01.10	Limpeza de Vegetação				192.247,80	21,06
01.10.001	Destocamento de árvores diâmetro superior a 0,30m	un	40,00	105,42	4.216,80	0,46
01.10.002	Limpeza mecanizada do terreno c/ trator esteira (vegetação rasteira) inclusive carga e transporte - dmt até 1 km	m2	23.300,00	8,07	188.031,00	20,60
Importa o presente orçamento em : (novecentos e doze mil, oitocentos e sessenta e três reais e sessenta e um centavos)		VALOR TOTAL DO EMPREENDIMENTO =====>>				912.863,61



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
 Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
 13.006.572/0001-20

PLANILHA DA EQUIPE DIRIGENTE
 Cod. Empreendimento: 00201
 RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FISICA DA BARRAGEM PIAUI

ITEM	DESCRIÇÃO DO	UNID	QTD	PRAZO	CUSTO UNIT	VALOR TOTAL
01	PESSOAL					58.724,24
01.002	Engenheiro júnior - até 5 anos de experiência - mensalista - 40h - Rev 02	mês	0,5	4	17.502,07	35.004,14
01.011	Mestre de obras (mensalista)	mes	0,5	4	6.750,51	13.501,02
01.018	Auxiliar de escritorio (mensalista)	mes	1	4	2.554,77	10.219,08
02	ENCARGOS COMPLEMENTARES					4.425,38
02.001	Encargos complementares da equipe dirigente	un	1	1	4.425,38	4.425,38
VALOR TOTAL :						63.149,62



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
 Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
 13.006.572/0001-20

PLANILHA DA MANUTENÇÃO DO CANTEIRO
 Cod. Empreendimento: 00201
 RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM PIAUI

ITEM	DESCRIÇÃO DO	UNID	QTD	PRAZO	CUSTO UNIT	VALOR TOTAL
01	LOCAÇÃO DE ÁREA(S) PARA IMPLANTAÇÃO DO(S) CANTEIRO(S)					2.196,64
01.001	Aluguel mensal de área	mês	1	4	549,16	2.196,64
02	MÓVEIS PARA ESCRITÓRIO, EQUIP. P/ INFORMÁTICA E COMUNIC. E MAT. DE CONSUMO					2.299,96
02.033	Água - dispêndio mensal	mês	1	4	394,99	1.579,96
02.034	Consumo de energia elétrica	mês	1	4	180,00	720,00
VALOR TOTAL : 4.496,60						

APÊNDICE F

PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS – RECUPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS FÍSICAS DE BARRAGENS DE CONCRETO

Barragem: Jacarecica I
Localidade: Itabaiana/SE



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
13.006.572/0001-20

RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM JACARECICA I - vs final

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO EMPREENDIMENTO

Cod. Empreendimento: 00028

BDI: 30% 04/07/2022

Ref : Março/2022-1 Moeda : R\$

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01	RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM JACARECICA I				76.653,51	100,00
01.01	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO				1.822,40	2,38
01.01.001	MOBILIZAÇÃO				0,00	0,01
01.01.001.001	Andaime metálico fachadeiro - locação mensal , montagem e desmontagem	m²xmês	0,00	12,18	0,00	0,01
01.01.001.002	Placa de obra em chapa aço galvanizado, instalada - Rev 02_01/2022	m2	0,00	483,03	0,00	0,00
01.01.002	DESMOBILIZAÇÃO				1.822,40	2,37
01.01.002.001	Limpeza geral	m2	80,00	2,82	225,60	0,29
01.01.002.002	Coleta e carga manuais de entulho	m3	80,00	19,96	1.596,80	2,08
01.01.002.003	Placa de inauguração de obra em alumínio 0,50 x 0,70 m	un	0,00	2.372,53	0,00	0,00
01.02	INSTALAÇÃO PROVISÓRIA				4.755,88	6,20
01.02.001	Locação de container - Escritório com banheiro - 6,20 x 2,40m - Rev 02_02/2022	mês	1,00	1.690,00	1.690,00	2,20
01.02.002	Locação de container - Banheiro com chuveiros e vasos - 4,30 x 2,30m	mês	1,00	1.115,88	1.115,88	1,46
01.02.003	Locação de container - Refeitório sem banheiro - 6,00 x 2,40m - Rev 02_02/2022	mês	1,00	1.950,00	1.950,00	2,54
01.03	MANUTENÇÃO DE CANTEIRO				1.461,40	1,91
01.03.001	Manutenção do Canteiro	un	1,00	1.461,40	1.461,40	1,91
01.04	EQUIPE DIRIGENTE				20.523,63	26,77
01.04.001	Equipe Dirigente	un	1,00	20.523,63	20.523,63	26,77
01.05	RECUPERAÇÃO DO CORPO DA BARRAGEM				520,00	0,68
01.05.001	Limpeza e Recuperação das vias de acesso as barragens				520,00	0,68
01.05.001.001	Regularização de superfícies com motoniveladora. af_11/2019	m2	4.000,00	0,13	520,00	0,68
01.05.002	Limpeza e Pintura em Talude de Concreto				0,00	0,00
01.05.002.001	Limpeza com lixadeira elétrica, tratamento do concreto e lixamento com lixa carbureto silício	m2	0,00	12,99	0,00	0,00
01.05.002.002	Pintura de acabamento com aplicação de 01 demão de verniz acrílico para proteção de superfícies em concreto aparente, marca FOSROC, ref Dekguard FS ou similar- R1	m2	0,00	20,49	0,00	0,00
01.05.003	Limpeza e verificação dos drenos da fundação e tubulação de fuga com remoção dos entulhos				0,00	0,00
01.05.003.001	Inspecção Sub-aguática para limpeza e verificação da estrutura	un	0,00	26.000,00	0,00	0,00
01.05.003.002	Limpeza de drenos de fundação e tubulação de fuga com remoção dos entulhos	un	0,00	259,81	0,00	0,00
01.06	RECUPERAÇÃO DA CRISTA DO MACIÇO				0,00	0,00
01.06.001	Demolição de reboco	m2	0,00	9,96	0,00	0,00
01.06.002	Coleta e carga manuais de entulho	m3	0,00	19,96	0,00	0,00
01.06.003	Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida) para contrapiso, preparo mecânico com betoneira 600 l. af 08/2019	m3	0,00	508,52	0,00	0,00
01.07	RECUPERAÇÃO DO PEITORIL				3.449,85	4,50
01.07.001	Junta de dilatação com barra de transferência ø = 16mm a cada 30cm, inclusive preenchimento com tarugo e mastique, para piso de concreto com espessura de 10,1 até 12,5cm	m	7,50	137,84	1.033,80	1,35

Felipe Viana

Página 1

rptPlanilhaOrçamentariaEmpreendimentoForm



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
13.006.572/0001-20

RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM JACARECICA I - vs final

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO EMPREENDIMENTO

Cod. Empreendimento: 00028

BDI: 30% 04/07/2022

Ref : Março/2022-1 Moeda : R\$

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01.07.002	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	7,50	322,14	2.416,05	3,15
01.07.003	Pintura de acabamento com aplicação de 02 demãos de tinta mineral em pó (Hidracor ou similar)	m2	0,00	14,85	0,00	0,00
01.08	TRATAMENTO DOS DEFEITOS EXISTENTES NO CONCRETO - GALERIA				0,00	0,00
01.08.001	Erosão no corpo do vertedouro				0,00	0,00
01.08.001.001	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	0,00	322,14	0,00	0,00
01.08.002	Fissuras nas paredes e tetos da galeria - sem sinal de corrosão				0,00	0,00
01.08.002.001	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	0,00	2,08	0,00	0,00
01.08.002.002	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	0,00	322,14	0,00	0,00
01.08.002.003	Inperção de Parede de Concreto Utilizando Martelo de Borracha	m	0,00	15,73	0,00	0,00
01.08.003	Fissuras nas paredes e tetos da galeria - com sinal de corrosão				0,00	0,00
01.08.003.001	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	0,00	2,08	0,00	0,00
01.08.003.002	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica	m²	0,00	322,14	0,00	0,00
01.08.003.003	Inperção de Parede de Concreto Utilizando Martelo de Borracha	m	0,00	15,73	0,00	0,00
01.08.003.004	Recuperação de Armadura de Aço em Estruturas de Concreto Armado - Bitola entre 6,3 a 12,5 mm	m	0,00	143,73	0,00	0,00
01.08.004	Infiltrações em juntas de contração transversais da galeria				0,00	0,00
01.08.004.001	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	0,00	2,08	0,00	0,00
01.08.004.002	Limpeza geral	m2	0,00	2,82	0,00	0,00
01.08.004.003	Tubo pvc rígido soldável marrom p/ água, d = 40 mm (1 1/4")	m	0,00	50,78	0,00	0,00
01.08.004.004	Restauração - Injeção de resina epoxi	m	0,00	456,52	0,00	0,00
01.09	Outros tratamentos na galeria				7.623,55	9,94
01.09.001	Limpeza interna da galeria				2.454,40	3,20
01.09.001.001	LIMPEZA DE GALERIA COM REMOÇÃO DE ENTULHOS, MATERIA ORGANICA E SOLOS UMIDOS	m3	0,00	105,13	0,00	0,00
01.09.001.002	Limpeza de superfície com jato de alta pressão. af_04/2019	m2	1.180,00	2,08	2.454,40	3,20
01.09.001.003	Limpeza com lixadeira elétrica, tratamento do concreto e lixamento com lixa carbureto silicio	m2	0,00	12,99	0,00	0,00
01.09.002	Pintura de paredes e tetos da galeria				0,00	0,00
01.09.002.001	Pintura para exteriores, sobre paredes, com lixamento, aplicação de 01 demão de líquido selador acrílico e 02 demãos de tinta pva latex convencional para exteriores	m2	0,00	26,36	0,00	0,00
01.09.003	Fornecimento e instalação de esquadrias metálicas teladas na galeria				0,00	0,00
01.09.003.001	Portão em tubo de ferro galvanizado com quadro de DN 2", e barras verticais de DN 1 1/2" a cada 10cm	m2	0,00	1.068,48	0,00	0,00
01.09.003.002	Tela de aço galvanizado fio 12bwg, sem revestimento, malha 2 1/2"	m²	0,00	85,77	0,00	0,00
01.09.003.003	Pintura de proteção sobre superfícies metálicas com aplicação de 01 demão de tinta epoxi fundo óxido de ferro - R1	m2	0,00	15,34	0,00	0,00
01.09.004	Iluminação				5.169,15	6,74



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
13.006.572/0001-20

RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM JACARECICA I - vs final

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DO EMPREENDIMENTO

Cod. Empreendimento: 00028

BDI: 30% 04/07/2022

Ref : Março/2022-1 Moeda : R\$

ITEM	DESCRIÇÃO	UN	QTD	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL	(%)
01.09.004.001	Luminária LED p/ iluminação de galerias, c/ vidro de prot. anti explosão, Pot.27W ou 55W	un	5,00	1.033,83	5.169,15	6,74
01.09.005	Fornecimento e instalação de gerador				0,00	0,00
01.09.005.001	Grupo diesel gerador de 40KVA em 220/127V, composto de motor diesel 4 cilindros, alternador ATED (brushless), tanque de combustível, silencioso bateria e quadro de transferência automática, ref.: Leon Heimer ou similar	un	0,00	38.740,00	0,00	0,00
01.09.005.002	Quadro de transferência automática p/ grupo de geradores até 40 kva	un	0,00	13.718,94	0,00	0,00
01.09.006	Fornecimento e instalação de escada				0,00	0,00
01.09.006.001	Escada de ferro com guarda corpo	m	0,00	736,75	0,00	0,00
01.09.006.002	Pintura de acabamento em superfícies metálicas com aplicação de 02 demãos de tinta esmalte epoxi branco, e = 35 micra p/ demão, aplicado com rolo e pincel - R1	m2	0,00	49,08	0,00	0,00
01.10	Limpeza de Vegetação				36.496,80	47,62
01.10.001	Destocamento de árvores diâmetro superior a 0,30m	un	40,00	105,42	4.216,80	5,50
01.10.002	Limpeza mecanizada do terreno c/ trator esteira (vegetação rasteira) inclusive carga e transporte - dmt até 1 km	m2	4.000,00	8,07	32.280,00	42,12
Importa o presente orçamento em : (setenta e seis mil, seiscentos e cinquenta e três reais e cinquenta e um centavos)		VALOR TOTAL DO EMPREENDIMENTO =====>>				76.653,51



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
 Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
 13.006.572/0001-20

PLANILHA DA EQUIPE DIRIGENTE
 Cod. Empreendimento: 00028
 RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM JACARECICA I - vs final

ITEM	DESCRIÇÃO DO	UNID	QTD	PRAZO	CUSTO UNIT	VALOR TOTAL
01	PESSOAL					14.681,07
01.002	Engenheiro júnior - até 5 anos de experiência - mensalista - 40h - Rev 02	mês	0,5	1	17.502,07	8.751,04
01.011	Mestre de obras (mensalista)	mes	0,5	1	6.750,51	3.375,26
01.018	Auxiliar de escritorio (mensalista)	mes	1	1	2.554,77	2.554,77
02	ENCARGOS COMPLEMENTARES					1.106,34
02.001	Encargos complementares da equipe dirigente	un	1	1	1.106,34	1.106,34
VALOR TOTAL :						15.787,41



CEHOP - Cia Est de Hab e Obras Públicas
 Av. Adélia Franco, 335 D.I.A. Aracaju-SE CNPJ :
 13.006.572/0001-20

PLANILHA DA MANUTENÇÃO DO CANTEIRO
 Cod. Empreendimento: 00028
 RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA BARRAGEM JACARECICA I - vs final

ITEM	DESCRIÇÃO DO	UNID	QTD	PRAZO	CUSTO UNIT	VALOR TOTAL
01	LOCAÇÃO DE ÁREA(S) PARA IMPLANTAÇÃO DO(S) CANTEIRO(S)					549,16
01.001	Aluguel mensal de área	mês	1	1	549,16	549,16
02	MÓVEIS PARA ESCRITÓRIO, EQUIP. P/ INFORMÁTICA E COMUNIC. E MAT. DE CONSUMO					574,99
02.033	Água - dispêndio mensal	mês	1	1	394,99	394,99
02.034	Consumo de energia elétrica	mês	1	1	180,00	180,00
VALOR TOTAL : 1.124,15						

APÊNDICE G

PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS – COMPOSIÇÕES COM BASE NOS INSUMOS
DO ORSE

RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES (FV)

04/07/2022 12:07:57

Ref : março/2022-1 Moeda : R\$

CÓDIGO	Recuperação de Estrutura de Concreto - Utilizando Escarificação Mecânica e Recomposição com Argamassa Polimerica						UNID
00003/FV							m²
COMPOSIÇÃO SINTÉTICA							
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA (Encargo Social: 111,51%)	UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL		
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,7800	5,51	9,09		
CÓDIGO	MATERIAL	UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL		
00130/SINAPI	Argamassa polimerica de reparo estrutural, bicomponente	kg	17,0000	4,22	71,74		
CÓDIGO	SERVIÇO AUXILIAR	UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL		
02450/ORSE	Limpeza geral	m2	1,0000	2,17	2,17		
07946/ORSE	Preparo de substrato por escarificação mecânica (corte de concreto) para espessuras acima de 3,0cm e até 6,0cm	m²	1,0000	190,19	190,19		
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente	h	0,7800	3,70	2,89		
RESUMO DA COMPOSIÇÃO		EQUIPAMENTO	MÃO-DE-OBRA	ENCARGO SOCIAL	MATERIAL	SERV. TERCEIRO	CUSTO TOTAL
		36,66	61,64	68,73	102,30	6,78	276,11

RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES (FV)

04/07/2022 12:08:18

Ref : março/2022-1 Moeda : R\$

CÓDIGO	Inperção de Parede de Concreto Utilizando Martelo de Borracha						UNID
00004/FV							m
COMPOSIÇÃO SINTÉTICA							
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA (Encargo Social: 111,51%)			UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL
06111/SINAPI	Servente de obras			h	0,7800	5,51	9,09
CÓDIGO	MATERIAL			UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL
11265/ORSE	Martelo de borracha com cabo			un	0,0100	11,50	0,12
CÓDIGO	SERVIÇO AUXILIAR			UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente			h	0,7800	3,70	2,89
RESUMO DA COMPOSIÇÃO	EQUIPAMENTO	MÃO-DE-OBRA	ENCARGO SOCIAL	MATERIAL	SERV. TERCEIRO	CUSTO TOTAL	
	0,00	4,30	4,79	2,48	0,53	12,10	

RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES (FV)

04/07/2022 12:08:37

Ref : março/2022-1 Moeda : R\$

CÓDIGO	Recuperação de Armadura de Aço em Estruturas de Concreto Armado - Bitola entre 6,3 a 12,5 mm						UNID
00005/FV							m
COMPOSIÇÃO SINTÉTICA							
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA (Encargo Social: 111,51%)		UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL
06111/SINAPI	Servente de obras		h	0,7800		5,51	9,09
CÓDIGO	MATERIAL		UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL
03768/SINAPI	Lixa em folha para ferro, numero 150		un	2,0000		2,43	4,86
CÓDIGO	SERVIÇO AUXILIAR		UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL
00140/ORSE	Aço CA - 50 Ø 6,3 a 12,5mm, inclusive corte, dobragem, montagem e colocacao de ferragens nas formas, p ara superestruturas e fundações - RI		kg	1,1200		13,32	14,92
04785/ORSE	Proteção de armadura com tinta de alto teor de zinco - Nitoprimer Zn ou similar, esp:2mm		m2	0,6280		106,60	66,94
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente		h	0,7800		3,70	2,89
95445/SINAPI	Corte e dobra de aço ca-60, diâmetro de 5,0 mm, utilizado em estribo contínuo helicoidal. af 10/2016		kg	1,1200		10,55	11,82
RESUMO DA COMPOSIÇÃO		EQUIPAMENTO	MÃO-DE-OBRA	ENCARGO SOCIAL	MATERIAL	SERV. TERCEIRO	CUSTO TOTAL
		0,00	14,81	16,52	77,42	1,81	110,56

RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES (FV)

04/07/2022 12:08:57

Ref : março/2022-1 Moeda : R\$

CÓDIGO	LIMPEZA DE GALERIA COM REMOÇÃO DE ENTULHOS, MATERIA ORGANICA E SOLOS UMIDOS	UNID				
00006/FV		m3				
COMPOSIÇÃO SINTÉTICA						
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA (Encargo Social: 111,51%)	UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL	
00068/ORSE	Servente	h	5,5000	5,51	64,10	
CÓDIGO	MATERIAL	UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL	
10788/ORSE	Pá quadrada	un	0,0100	36,90	0,37	
02711/SINAPI	Carrinho de mao de aço capacidade 50 a 60 l, pneu com camara	un	0,0100	194,00	1,94	
CÓDIGO	SERVIÇO AUXILIAR	UN	QTD	CUSTO UNIT	CUSTO TOTAL	
00026/ORSE	Coleta e carga manuais de entulho	m3	1,0000	15,35	15,35	
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente	h	5,5000	3,70	20,35	
RESUMO DA COMPOSIÇÃO	EQUIPAMENTO	MÃO-DE-OBRA	ENCARCO SOCIAL	MATERIAL	SERV. TERCEIRO	CUSTO TOTAL
	0,00	35,82	39,93	21,96	4,46	102,17

RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES (FV)

04/07/2022 12:09:28

Ref : março/2022-1 Moeda : R\$

CÓDIGO	Luminária LED p/ iluminação de galerias, c/ vidro de prot. anti explosão, Pot.27W ou 55W						UNID
00007/FV							un
COMPOSIÇÃO SINTÉTICA							
CÓDIGO	EQUIPAMENTO	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
00001/FV	Luminária LED p/ iluminação interna, tipo arandela, c/vidro de prot. anti explosão, Pot. 100 w	un	1,0000	161,00		161,00	
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA (Encargo Social: 111,51%)	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
02436/SINAPI	Eletricista	h	1,0000	6,93		14,66	
06111/SINAPI	Servente de obras	h	1,0000	5,51		11,65	
CÓDIGO	MATERIAL	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
00451/ORSE	Caixa de pvc 4" x 2" , embutir, p/eletroduto (preta)	un	1,0000	2,08		2,08	
13284/ORSE	Lâmpada led 100w, luz branca 6500k, TLN190 - E40, 120° de ângulo de abertura, marca Glight ou similar	un	1,0000	269,90		269,90	
CÓDIGO	SERVIÇO AUXILIAR	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
00355/ORSE	Eletroduto de pvc rígido roscável, diâm = 40mm (1 1/4")	m	10,0000	19,26		192,60	
00416/ORSE	Fio flexível 2 x 2,5mm2 (paralelo ou torcido)	m	10,0000	9,05		90,50	
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente	h	1,0000	3,70		3,70	
10552/ORSE	Encargos Complementares - Eletricista	h	1,0000	3,56		3,56	
RESUMO DA COMPOSIÇÃO		EQUIPAMENTO	MÃO-DE-OBRA	ENCARGO SOCIAL	MATERIAL	SERV. TERCEIRO	CUSTO TOTAL
		206,81	59,71	66,59	456,11	6,58	795,80

RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES (FV)

04/07/2022 12:09:49

Ref : março/2022-1 Moeda : R\$

CÓDIGO	Limpeza de drenos de fundação e tubulação de fulga com remoção dos entulhos						UNID
00008/FV							un
COMPOSIÇÃO SINTÉTICA							
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA (Encargo Social: 111,51%)	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
00068/ORSE	Servente	h	4,0000	5,51		46,62	
CÓDIGO	MATERIAL	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
10788/ORSE	Pá quadrada	un	0,0100	36,90		0,37	
02711/SINAPI	Carrinho de mão de aço capacidade 50 a 60 l, pneu com câmara	un	0,0100	194,00		1,94	
CÓDIGO	SERVIÇO AUXILIAR	UN	QTD	CUSTO	UNIT	CUSTO TOTAL	
00026/ORSE	Coleta e carga manuais de entulho	m3	1,0000	15,35		15,35	
01682/ORSE	Revisão de ponto de esgoto tipo 3 - Rev. 01	un	1,0000	125,03		125,03	
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente	h	4,0000	3,70		14,80	
RESUMO DA COMPOSIÇÃO	EQUIPAMENTO	MÃO-DE-OBRA	ENCARGO SOCIAL	MATERIAL	SERV. TERCEIRO	CUSTO TOTAL	
	0,00	52,35	58,38	87,29	6,15	204,17	