CONSÓRCIO OPERADOR DO PISF – EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS DO EIXO LESTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL, NOS ESTADOS DO PERNAMBUCO E PARAÍBA



RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR - ISR

BARRAGEM E DIQUE BRAÚNAS

2209-REL-2105-01-20-002-R00

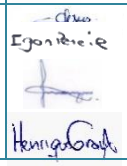
QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO				
Código do Documento:	2209-REL-2105-01-20-002-R00			
Título do Relatório:	Relatório de Inspeção de Segurança Regular da Barragem e Dique Braúnas – Mai/24			
Aprovação Inicial por:	Luciano Ribeiro			
Data da Aprovação Inicial:	19/06/2024			
Controle de Revisões				
Revisão n°:	*Natureza*	*Aprovação*		
		Data	*Nome*	*Rubrica*
00	Emissão inicial	19/06/2024	Luciano Ribeiro	

Título: Relatório de Inspeção de Segurança Regular da Barragem e Dique Braúnas – Mai/24	N.º: 2209-REL-2105-01-20-002-R00	Folha: 1/1

Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4
1	X					47	X					93						139						185						231					
2	X					48	X					94						140						186						232					
3	X					49	X					95						141						187						233					
4	X					50	X					96						142						188						234					
5	X					51	X					97						143						189						235					
6	X					52	X					98						144						190						236					
7	X					53	X					99						145						191						237					
8	X					54	X					100						146						192						238					
9	X					55	X					101						147						193						239					
10	X					56	X					102						148						194						240					
11	X					57	X					103						149						195						241					
12	X					58	X					104						150						196						242					
13	X					59	X					105						151						197						243					
14	X					60	X					106						152						198						244					
15	X					61	X					107						153						199						245					
16	X					62	X					108						154						200						246					
17	X					63	X					109						155						201						247					
18	X					64	X					110						156						202						248					
19	X					65	X					111						157						203						249					
20	X					66	X					112						158						204						250					
21	X					67	X					113						159						205						251					
22	X					68	X					114						160						206						252					
23	X					69	X					115						161						207						253					
24	X					70	X					116						162						208						254					
25	X					71	X					117						163						209						255					
26	X					72	X					118						164						210						256					
27	X					73	X					119						165						211						257					
28	X					74	X					120						166						212						258					
29	X					75	X					121						167						213						259					
30	X					76	X					122						168						214						260					
31	X					77	X					123						169						215						261					
32	X					78	X					124						170						216						262					
33	X					79	X					125						171						217						263					
34	X					80	X					126						172						218						264					
35	X					81	X					127						173						219						265					
36	X					82	X					128						174						220						266					
37	X					83	X					129						175						221						267					
38	X					84	X					130						176						222						268					
39	X					85	X					131						177						223						269					
40	X					86	X					132						178						224						270					
41	X					87						133						179						225						271					
42	X					88						134						180						226						272					
43	X					89						135						181						227						273					
44	X					90						136						182						228						274					
45	X					91						137						183						229						275					
46	X					92						138						184						230						276					

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
00	17/05/2024	Gisely Carmo de Jesus Igor L. C. Pereira Isadora A. Monzini Henrique César Menezes S. Granja	B	Luciano Ribeiro	Emissão Inicial

TIPO DE EMISSÃO		
(A) Preliminar	**(E) Para Construção**	**(I) de Trabalho**
(B) Para Aprovação	**(F) Conforme Comprado**	**( )**
(C) Para Conhecimento	**(G) Conforme Construído**	**( )**
(D) Para Cotação	**(H) Cancelado**	**( )**

CONSÓRCIO OPERADOR DO PISF								
Data	**Elaborado**	**Visto**	**Data**	**Verificado**	Visto	**Data**	**Aprovado**	Visto
17/05/24	Gisely Carmo de Jesus Igor Luiz C. Pereira Isadora A. Monzini Henrique C. M. S. Granja		28/05/24	André Hebmuller		19/06/24	Luciano Ribeiro	
2209-REL-2105-01-20-002-R00								Revisão
Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem e Dique Braúnas – Mai/24				**Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF**				**00**

APRESENTAÇÃO

O Consórcio Operador VECTOR/MAGNA/JPW, doravante chamado, COP, em cumprimento ao Contrato Administrativo 0.0322.00/2022, que tem como objeto a *"Execução das Atividades de Operação e Manutenção das Infraestruturas do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, nos Estados do Pernambuco e Paraíba"* firmado entre o referido Consórcio e a **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF**, apresenta estudos relacionados ao Plano de Segurança de Barragem (PSB), conforme especificado nos Termos de Referência deste Contrato.

O propósito fundamental dos trabalhos é a execução do Plano de Segurança de Barragem (PSB) das barragens do PISF, através de seu monitoramento, auscultação dos equipamentos de instrumentação existentes e da inspeção das estruturas do barramento, para isto foram seguidas as normas de segurança de barragem recomendadas pela ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) através da resolução de nº 236, de 30 de janeiro de 2017, atualizada pela Resolução nº 121, de 09 de maio de 2022.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **5**
1. INTRODUÇÃO **11**
2. OBJETIVOS **11**
3. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE REGULAR - ISR **11**
4. INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR – ISR – BARRAGEM E DIQUE BRAÚNAS **12**
5. OBJETO **13**
5.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM 13
5.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM 14
6. METÓDO DE TRABALHO **19**
6.1 IINSPEÇÃO VISUAL DE CAMPO 19
6.2 FICHA DE INSPEÇÃO REGULAR 21
A. INFRAESTURURA OPERACIONAL 22
B. BARRAGEM 25
B.1 - Talude de Montante 25
B.2 - Coroamento 27
B.3 - Talude de Jusante 30
B.4 - Região de Jusante 32
B.5 - Instrumentação 33
C. VERTEDOURO 36
C.1 - Canal de Aproximação/ Restituição do Vertedouro 36
C.2 - Estrutura fixação da soleira 39
C.3 - Rápido / Bacia Amortecedora 40
C.4 - Muros Laterais 41
C.5 - Comportas 43
D. RESERVATÓRIO 44
E. TORRE DA TOMADA D'ÁGUA 45
E.1 - Entrada da Tomada d'água 45
E.2 - Comportas 46
E.3 - Estrutura 48
F. CAIXA DE MONTANTE (Boca de entrada e stop-log) 50
G. GALERIA 50
H. ESTRUTURA DE SAÍDA 52
I. MEDIDORES DE VAZÃO 55
7. REGISTRO E MONITORAMENTO DA INSTRUMENTAÇÃO **56**

7.1 PROJETO DA INSTRUMENTAÇÃO 56
7.2 ANÁLISE DA INSTRUMENTAÇÃO 60
7.2.1 Níveis Piezométricos 61
7.2.2 Medidores de Vazão 69
7.2.3 Deslocamentos 71
8. AVALIAÇÃO GERAL DA BARRAGEM 76
9. RECOMENDAÇÕES, AÇÕES E SUGESTÃO DE PRAZOS A SEREM IMPLEMENTADAS PELO EMPREENDEDOR 78
10. COMPARATIVO E AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DO ISR 2023 81
11. DECLARAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO GLOBAL DA BARRAGEM (NPGB) 83
12. CONCLUSÕES 85
13. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART 86

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 - *Principais características da Barragem e Dique Braúnas.* 17
Quadro 5.2 - *Dados do Empreendedor e responsável legal.* 18
Quadro 6.1 - *Critérios de classificação de anomalias* 20
Quadro 6.2 – Identificação e Status da Instrumentação 35
Quadro 7.1 – *Situação e identificação da instrumentação geotécnica (Barragem Braúnas).* 57
Quadro 7.2 – Leitura do Piezômetros. 63
Quadro 7.3 – Leitura dos Medidores de Vazão 70
Quadro 7.4 – *Recalques do Medidor MMR-01.* 71
Quadro 7.5 – Leituras dos Marcos Superficiais. 74
Quadro 9.1 *– Recomendações de ações e prazos a serem implementados – Barragem Barreiro* 79
Quadro 9.2 *– Critérios de prazos para atendimento das recomendações* 80
Quadro 10.1 *– Comparativo e Avaliação das propostas de intervenções – Barragem e Dique Braúnas.* 81

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1 – *Mapa Ilustrativo da localização da Barragem e Dique Braúnas* 13
Figura 5.2 – *Arranjo Geral da Barragem e Dique Braúnas.* Fonte: Projeto *As Built* nº: 1303-DEP-2105-20-04-003-R00. 15

Figura 5.3 – *Seção típica do maciço da Barragem Braúnas – Estaca E-27+10.* Fonte: Projeto *As Built* nº.: 1303-DEP-2105-20-04-006-R00.....16

Figura 5.4 – *Seção tipo do maciço do Dique Braúnas.* Fonte: Projeto *As Built* nº.: 1303-DEP-2105-20-04-006-R00. 16

Figura 6.1 – *Mapa Ilustrativo da rota de acesso à Barragem e Dique Braúnas, a partir da cidade de Floresta-PE.* 24

Figura 7.1 – *Planta de localização da Instrumentação da Barragem e Dique Braúnas. Fonte: Projeto As Built n.º 1303-DEP-2105-20-04-003-R00 modificado/Google Satélite DATUM SAD 69.* 59

Figura 7.2– Histórico do nível de água do reservatório Braúnas. 61

Figura 7.3 – Seção instrumentada - estaca 10+00 e gráficos das leituras do PZ-01, PZ-02 e PZ-04. 65

Figura 7.4 – Seção instrumentada - estaca 20+00 e gráficos das leituras do PZ-05, PZ-06 e PZ-08. 66

Figura 7.5 – Seção instrumentada - estaca 27+00 e gráficos das leituras do PZ-09, PZ-10 e PZ-12. 67

Figura 7.6 – Seção instrumentada - estaca 32+00 e gráficos das leituras do PZ-13, PZ-14 e PZ-16. 68

Figura 7.7 – *Recalque total acumulado do MMR-01.* 72

Figura 7.8 – Representação gráfica dos deslocamentos verticais dos Marcos Superficiais MS-01, MS-02, MS-03, MS-04, MS-05 e MS-06. 75

LISTA DE FOTOS

Foto 6.1: *Vista do aspecto da estrada que dá acesso a Barragem e Dique Braúnas.* ...24

Foto 6.2*: Vista do sistema de rede de energia elétrica (Não conectado ao sistema operacional).*.....25

Foto 6.3*:* Vista do talude *de montante e alguns pontos com material de proteção deslocado.*.....26

Foto 6.4*: Rampa de acesso do período construtivo.* 27

Foto 6.5*: Vista do coroamento da barragem, apresentando sinais de tráfego de veículos.*.....28

Foto 6.6*: Borda do coroamento da barragem (jusante), apresentando falta de meio-fio e descida d'água, ocasionando erosões e deslocamento do material de proteção.* 29

Foto 6.7*: Falha de revestimento no coroamento do Dique – vertedouro.* 29

Foto 6.8*: Vista do talude de jusante.* 31

Foto 6.9*: Áreas úmidas no pé do talude de jusante próxima a tomada d'água.* 31

Foto 6.10*: Áreas úmidas no pé do talude de jusante – nas proximidades da estaca 28+00.*.....32

Foto 6.11: *Região úmida com presença de água entre a estaca 07+00 e a tomada d'água.* 33
Foto 6.12: *Região úmida com presença de água entre a estaca 07+00 e a tomada d'água.* 33
Foto 6.13: *Região úmida com presença de água nas proximidades da estaca 28+00.* 33
Foto 6.14: *Região úmida com presença de água nas proximidades da estaca 28+00.* 33
Foto 6.15: *Falta de estrutura de acesso aos instrumentos.* 35
Foto 6.16: *Medidor de Recalque Telescópico com defeito.* 35
Foto 6.17: *Vista dos canais de aproximação e restituição do Medidor de Vazão MV-01.* 35
Foto 6.18: *Vista dos canais de aproximação e restituição do Medidor de Vazão MV-02.* 35
Foto 6.19: *Vista do canal de aproximação.* 37
Foto 6.20: *Estrada interceptando o canal de restituição do vertedouro.* 38
Foto 6.21: *Fissuras superficiais na estrutura de fixação do vertedouro e mal acabamento da superfície do concreto.* 39
Foto 6.22: *Pontos de vazamentos na estrutura.* 39
Foto 6.23: *Juntas sem tratamento e mal acabamento da superfície do concreto.* 40
Foto 6.24: *Vista da bacia amortecedora do vertedouro.* 41
Foto 6.25: *Muro lateral esquerdo a jusante do vertedouro, apresentando fissuras superficiais e mal acabamento do concreto.* 42
Foto 6.26: *Muro lateral direito a jusante do vertedouro, apresentando fissuras superficiais e mal acabamento do concreto.* 42
Foto 6.27: *Falta de barreira física na estrutura do vertedouro.* 43
Foto 6.28: *Vista do Reservatório Braúnas.* 45
Foto 6.29: *Vista da estrutura da Tomada d´água.* 46
Foto 6.30: *Guia de descida da comporta/ grade necessitando de tratamento.* 47
Foto 6.31: *A comporta necessita de tratamento e pintura.* 47
Foto 6.32: *A viga pescadora não se encontrava no dia desta inspeção de campo.* 48
Foto 6.33: *Vista da estrutura de acesso à torre da tomada d'água.* 49
Foto 6.34: *Tubo de aeração necessitando de tratamento e pintura.* 49
Foto 6.35: *Vista da galeria da tomada d'água apresentando surgências.* 51
Foto 6.36: *Vista da galeria da tomada d'água apresentando surgências.* 51
Foto 6.37: *Medidor de vazão instado próximo a galeria da tomada d'água.* 52
Foto 6.38: *Vista da tubulação de saída da tomada d'água.* 53
Foto 6.39: *Vista da caixa de válvula sem drenos de fundo.* 53
Foto 6.40: *Sinais de oxidação na válvula dispersora.* 54
Foto 6.41: *Vista do canal de restituição da tomada d'água.* 54

Foto 6.42: *Vista da casa de comando.* 55
Foto 6.43: *Vista do interior da Casa de comando.* 55
Foto 6.44: *Medidor de Vazão: MV-01 (E-12+10).* 56
Foto 6.45: *Medidor de Vazão: MV-02 (E-26+08).* 56
Foto 7.1: Disposição das réguas linimétricas, instaladas no pilar de apoio da passarela de acesso à torre da tomada d'água (A) e na área do reservatório, nas proximidades da OD (B). 60

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o resultado da Inspeção de Segurança Regular – ISR que foi realizada pela equipe técnica de segurança de barragem, no dia 17 de maio de 2024, para atendimento ao Plano de Segurança das Barragens do PISF.

Este trabalho teve por base o estudo de toda documentação técnica disponível da barragem, e com isso, a realização de análises comparativas com as documentações atuais, e também foi realizado o estudo dos dados da instrumentação da barragem, consultas aos projetos executivo e "*as built*", somando-se a tudo isso, foram feitas vistorias visuais em todas as estruturas que compõem a Barragem e Dique Braúnas.

2. OBJETIVOS

A Inspeção de Segurança Regular busca identificar e monitorar condições anormais que são observadas durante a visita técnica anual da barragem, e realizada conforme definido no Plano de Segurança de Barragem, identificando eventuais anomalias que no curto ou longo prazo possam impactar na manutenção, operação e segurança do sistema.

A inspeção na Barragem e Dique Braúnas seguiu a Resolução da ANA de N° 236, de 30 de janeiro de 2017, atualizada pela Resolução nº 121 de 09 de maio de 2022 e os critérios estabelecidos no documento nº 1377-PCD-3500-00-00-002-R01 – Procedimentos de Inspeção das Estruturas Concluídas do Eixo Leste.

3. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DE REGULAR - ISR

A Inspeção atual tem como referência a ISR do ano de 2024, foi realizada pela equipe técnica do Consórcio Operador VECTOR/MAGNA/JPW, no dia 17 de maio de 2024. A última inspeção de segurança regular foi realizada no dia 19 de setembro de 2023 (ISR - 2023 da Barragem e Dique Braúnas – 2209-REL-2105-01-20-001-R01).

Equipe Técnica:

- Eng. Civil Luciano dos Santos Ribeiro – CREA nº PE05950258PE
- Geol. Me. Gisely Carmo de Jesus - CREA nº 07887943 PE
- Eng. Civil Isadora Araújo Monzini – CREA nº PE18121511PE

- Eng. Civil Igor Luiz Cordeiro Pereira – CREA nº 38333PE
- Eng. Civil Henrique César Menezes Souza Granja – CREA nº 1819686450PE

4. INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR – ISR – BARRAGEM E DIQUE BRAÚNAS

A inspeção de segurança regular tem como objetivo monitorar problemas e detectar a existência de anomalias que comprometam a segurança da barragem.

A periodicidade dessas inspeções é definida a partir da Categoria de Risco e do Dano Potencial Associado a barragem. A Barragem e Dique Braúnas foi classificada, com base na Categoria de Risco e de Dano Potencial Associado, como sendo de Classe A. Em função dessa classificação a inspeção de segurança regular deve ser realizada anualmente.

Esta inspeção seguiu as normas de segurança de barragem recomendadas pela ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) através de sua resolução de nº 236, de 30 de janeiro de 2017, alterada pela Resolução de nº121, de 09 de maio de 2022.

O conteúdo deste relatório está apresentando a seguir:

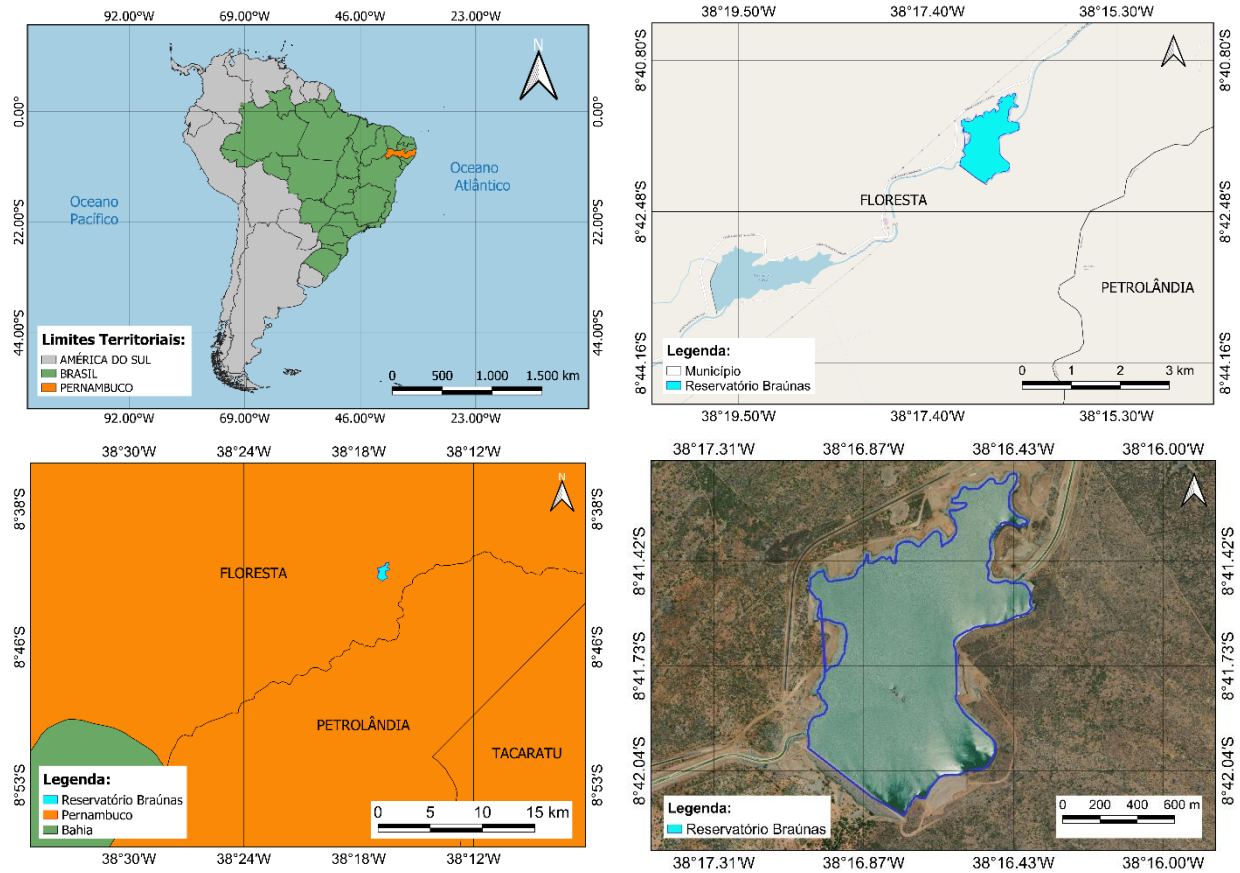
- Identificação do representante legal do empreendimento;
- Identificação do responsável técnico pela elaboração do Relatório e Anotação de responsabilidade técnica – ART;
- Ficha de inspeção visual preenchida;
- Avaliação e registro, inclusive fotográfico, de todas as anomalias encontradas, avaliando suas causas, desenvolvimento e consequências para a segurança da barragem;
- Comparativo com a inspeção de segurança regular anterior;
- Avaliação das condições e dos registros da instrumentação;
- Classificação do Nível de Perigo Global da Barragem – NPGB.
- Assinatura do Responsável Técnico pela elaboração do Relatório;
- Ciente do representante legal do empreendedor.
- Avaliação da implementação das recomendações da Inspeção de Segurança Anterior;
- Recomendações para segurança da barragem, e prazos para sua implementação.

5. OBJETO

5.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A Barragem e o Dique Braúnas integram o sistema adutor, denominado Eixo Leste, do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a segunda barragem do referido Eixo. Está localizada entre a Estação de Bombeamento - EBV-2 e a Barragem Mandantes. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Leste: 987+14 do deságue do canal a montante e 1062+5,89 da tomada d'água da estrutura de controle, a jusante, a cerca de 18 km da captação Leste. As respectivas coordenadas são: 24L 9.038.114,93m S, 579.000,95m E. A montante da Barragem e Dique Braúnas, existe a Barragem Areias (situada a aproximadamente 5 km); e a jusante, a barragem Mandantes (situada a aproximadamente 10 km). Está compreendida na Sub-bacia GI-3 da Bacia do Rio São Francisco, situada no Município de Floresta-PE (**Figura 5.1**).

Figura 5.1 – *Mapa Ilustrativo da localização da Barragem e Dique Braúnas*



Fonte: *IBGE (2022) Google Earth Pro (2024), modificado.*

5.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

Conforme projeto, a barragem possui perfil zoneado, com núcleo argiloso e espaldares construídos com material conglomerático. Apresenta altura máxima de 37,10m, coroamento na cota 402,10 m e comprimento de 691,00 m. O talude de montante possui inclinação 1V:2H, sendo protegido contra processos erosivos por enrocamento tipo *rip-rap*. O projeto do sistema de drenagem interna da barragem consiste de filtros verticais e tapete drenante horizontal, que termina em drenos de pé de enrocamento compactado (Fonte: 1230-REL-2101-00-00-001-R05).

O reservatório da Barragem e Dique Braúnas ocupa uma área de 1,13 km², situado nas cabeceiras de uma pequena bacia com área de contribuição direta de 4,6 km².

O projeto de instrumentação da barragem previu 08 medidores de recalque telescópico nas estacas 10, 20, 27 e 32, sendo 04 à montante do eixo no núcleo argiloso e 04 no paramento de jusante; 12 piezômetros tipo Casagrande nas mesmas seções dos medidores de recalque, sendo 02 no filtro vertical e 01 situado ao longo da fundação; e 06 marcos superficiais nas estacas 5, 10, 16, 21, 26 e 32. (Fonte: 1230-REL-2101-00-00-001-R05).

O vertedouro da Barragem e Dique Braúnas está situado no corpo do dique de contenção construído em uma sela topográfica barrando um ponto de fuga do reservatório. O vertedouro foi projetado em concreto estrutural classe B, soleira livre com perfil *Creager* de 45,0m de largura, bacia de dissipação com 6,0m de comprimento e vazão de projeto de 28m³/s.

A tomada d'água para usos difusos foi projetada na estaca 17+0,00 do eixo da barragem, para vazões de até 2,0m³/s através de uma ou duas válvulas dispersoras. É constituída de uma torre de controle situada a montante do maciço e uma galeria sob o maciço.

O **Quadro 5.1** apresenta as principais características da Barragem e Dique Braúnas e a **Figura 5.2**, a **Figura 5.3** e a **Figura 5.4** ilustram o Arranjo Geral, a Seção típica da Barragem e do Dique Braúnas, respectivamente.

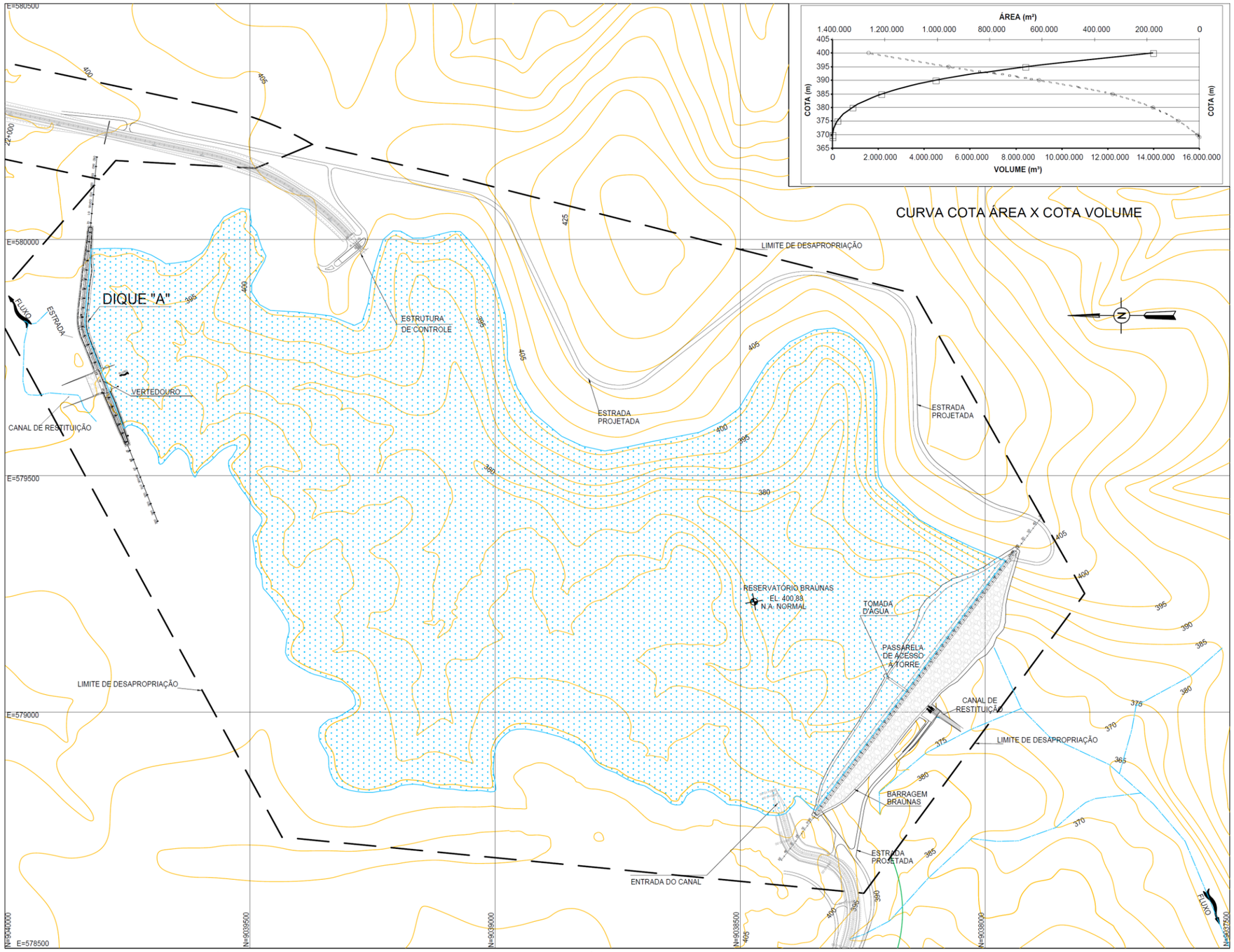


Figura 5.2 – *Arranjo Geral da Barragem e Dique Braúnas.* Fonte: Projeto *As Built* nº: 1303-DEP-2105-20-04-003-R00.

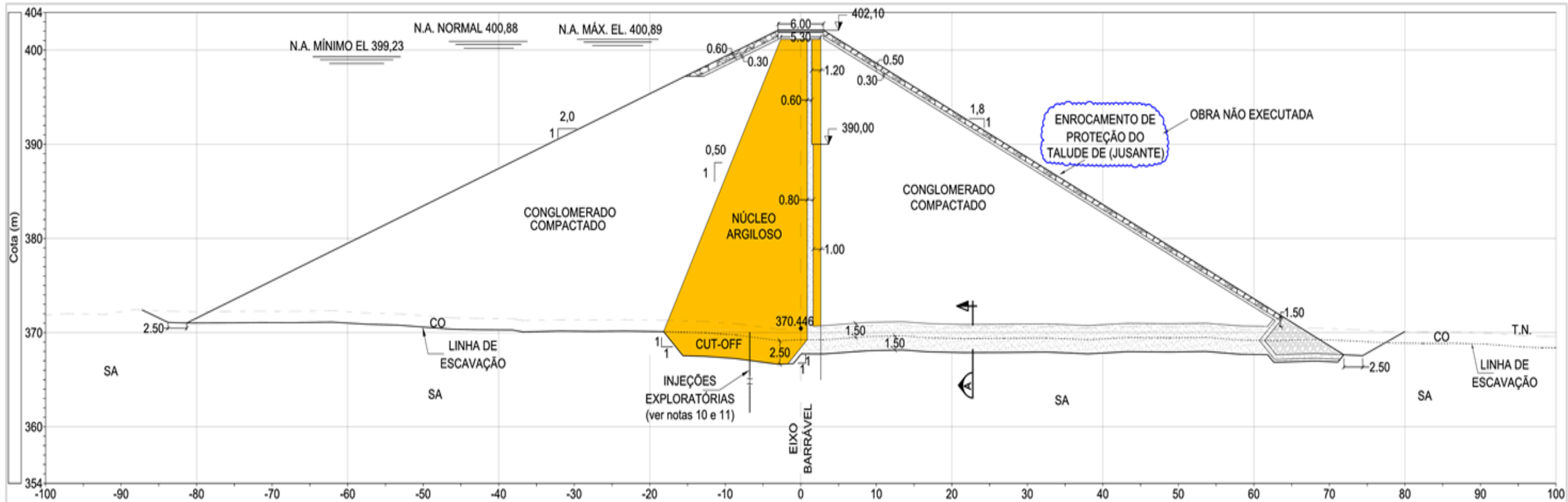


Figura 5.3 – *Seção típica do maciço da Barragem Braúnas – Estaca E-27+10.* Fonte: Projeto *As Built* nº.: 1303-DEP-2105-20-04-006-R00.

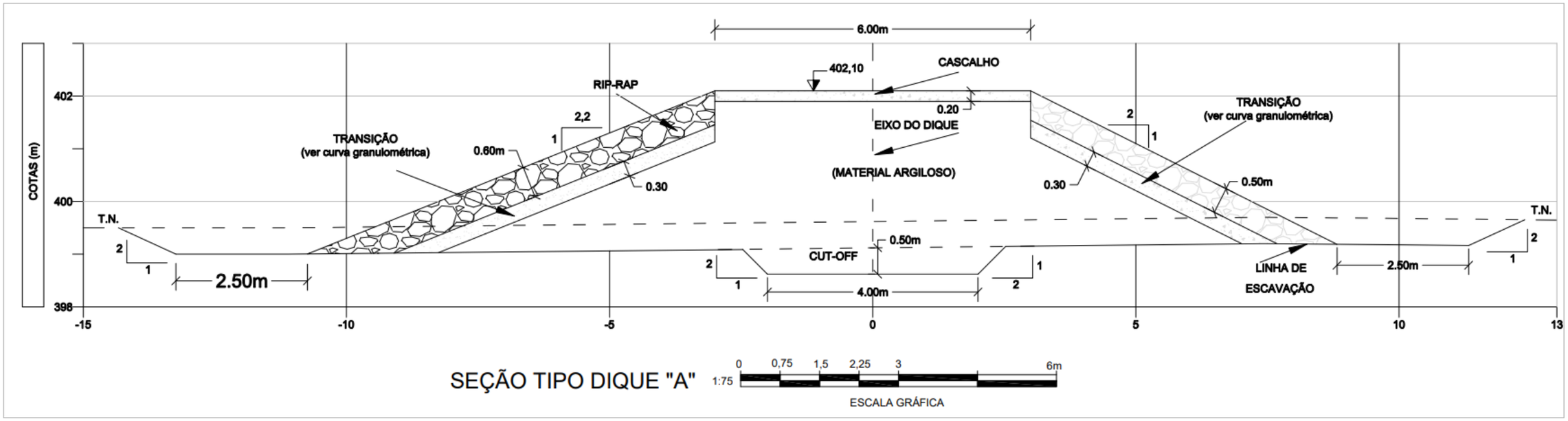


Figura 5.4 – *Seção tipo do maciço do Dique Braúnas.* Fonte: Projeto *As Built* nº.: 1303-DEP-2105-20-04-006-R00.

Quadro 5.1 - *Principais características da Barragem e Dique Braúnas.*

CARACTERÍSTICA	**Tipo**..... Seção zoneada com núcleo argiloso com filtro vertical, tapete drenante na fundação e espaldares de conglomerado compactado **Bacia**..... Sub-bacia GI-3 da Bacia do Rio São Francisco **Bacia de drenagem**..... 4,60 km^2 **Superfície de água no reservatório**..... 1,13 km^2 (no N.A. Normal (400,88 m) **Volume armazenado no reservatório**..... 14,20 milhões de m^3 **Altura máxima**..... 37,10 m **Cota do coroamento**..... 402,10 m **Comprimento do coroamento**.....691,00m **Largura do coroamento**.....6,0m **Revestimento dos taludes de montante**..... Enrocamento **Revestimento dos taludes de jusante**.....Revestimento não executado **Denominação oficial**..... Reservatório Braúnas **Empreendedor**..... Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba **Entidade fiscalizadora**..... Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	**Município**..... Floresta **Unidade da Federação**..... Pernambuco **Coordenadas** ..... 8°40'57.99"S / 38°17'2.00"O
DESCARGA	**Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)***.....Perfil Creager, soleira livre na elevação 401,42 m, Vazão de projeto 38,43 m³/s, 45 m de largura **Obras de restituição do vertedouro**..... Canal não revestido Descarregador de fundo (m³/s) ..... Não dispõe **Tomada d'água**..... Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2m³/s, com 2 válvulas dispersoras tipo Howell Bunger
RESERVATÓRIO	**Nível Mínimo Operacional (NMO)***..... 399,23 m **Nível Máximo Normal (NMN)***..... 400,89 m **Nível Máximo *Maximorum* (NMM)***.....401,14 m [1] **N.A. Máx. histórico do reservatório** ..... 400,36 m (14/09/21)

***Fonte:** Documento n.º 1342-ANA-01-ID-RT-0017-R0

[1] Este valor deveria ser 401,92 m (soleira do Vertedouro 401,42 m + lâmina d'água da cheia de projeto 0,50 m = 401,92 m).

Quadro 5.2 - *Dados do Empreendedor e responsável legal.*

DESCRIÇÃO	**Empreendedor**..... Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF **CNPJ** .....00.399.857/0001-26 **Nome do responsável legal**.....Rodrigo Marques Beneveli **Endereço**..... SGAN-Quadra 601, Conjunto I – Edifício Manoel Novaes **Município /UF**..... Brasília - DF **CEP**.....70830-019 **Telefone**..... (61) 2028-4611 **Email**..... rodrigo.marques@codevasf.gov.br

6. METÓDO DE TRABALHO

6.1 IINSPEÇÃO VISUAL DE CAMPO

Foi realizada a inspeção visual para avaliar as condições físicas atuais da Barragem e Dique Braúnas, pela equipe técnica de segurança de barragem do Consórcio Operador do PISF, no dia 17 de maio de 2024, conforme demonstrado na ficha formal de inspeção em anexo neste relatório, classificando-as quanto à sua magnitude e quantificando, com base nessa informação, o nível de perigo e as condições de risco que possam vir a comprometer a sua segurança.

A inspeção foi realizada a partir do exame *in loco* de todas as partes que compõem a barragem, procurando identificar anomalias ao longo de toda sua estrutura que possam comprometer a segurança da obra ou a sua funcionalidade.

A partir da identificação das anomalias existentes, estas foram classificadas segundo critérios previamente estabelecidos, conforme o Procedimento de Inspeção das Estruturas apresentados Quadro 6.1. A classificação, objetiva identificar as ações a serem executadas a curto, médio e longo prazo. Adotou-se, para avaliação técnica o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens – VOL.II – 2016 da Agência Nacional de Águas entre outras bibliografias pertinentes da área. Ainda, seguiu as orientações exigidas da Resolução nº236/2017, atualizada pela Resolução nº121/2022 e a Política Nacional de Barragens regida pela Lei nº 12.334/2010 e atualizada pela Lei nº14.066/2020. O empreendimento dispõe do Plano de Segurança de Barragens (PSB), incluindo o Plano da Ação e Emergência (PAE), elaborado pela Pré Operadora no ano de 2019 e atualizado pelo Consórcio Operador (Vector/Magna/JPW) no ano de 2023.

Quadro 6.1 - *Critérios de classificação de anomalias*

SITUAÇÃO		MAGNITUDE		NÍVEL DE PERIGO (NP)	
	NA – Este item **N**ão é **A**plicável				
	NE – Anomalia **N**ão **E**xistente				
	PV – Anomalia constatada pela **P**rimeira **V**ez		I - Insignificante		0 - Nenhum
	DS – Anomalia **D**esapareceu		P - Pequena		1- Atenção
	DI – Anomalia **D**iminuiu		M - Média		2- Alerta
	PC – Anomalia **P**ermaneceu **C**onstante		G- Grande		3- Emergência
	AU – Anomalia **A**umentou				
	NI – Este item **N**ão foi **I**nspecionado (Justificar)				

DESCRIÇÕES DAS SITUAÇÕES

NA – Este item Não é Aplicável: O item examinado não é pertinente à barragem que esteja sendo inspecionada.

NE – Anomalia Não Existente: Quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item que esteja sendo examinado.

PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez: Quando da visita à barragem, aquela anomalia for constatada pela primeira vez, não havendo indicação de sua ocorrência nas inspeções anteriores.

DS – Anomalia Desapareceu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia verificada na inspeção anterior não mais esteja ocorrendo.

DI – Anomalia Diminuiu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com menor intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

PC – Anomalia Permaneceu Constante: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com igual intensidade ou a mesma dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

AU – Anomalia Aumentou: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com maior intensidade, ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, capaz de ser percebida pela inspeção ou informada pela pessoa responsável pela barragem.

NI – Este item não foi inspecionado: Quando um determinado aspecto da barragem deveria ser examinado e por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando a barragem, a inspeção não foi realizada.

MAGNITUDE

I - Insignificante: Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela equipe local da barragem

P - Pequena: Anomalia que pode ser resolvida pela própria equipe local da barragem.

M - Média: Anomalia que pode ser resolvida pela equipe local da barragem com apoio da equipe sede do empreendedor ou apoio externo.

G - Grande: Anomalia que só pode ser resolvida com apoio da equipe da sede do empreendedor ou apoio externo.

NIVEL DE PERIGO	
	0 - Nenhum: não compromete a segurança da barragem, mas que pode ser entendida como descaso e má conservação. **1 - Atenção:** não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo. **2 - Alerta:** risco a segurança da barragem, devem ser tomadas providências para a eliminação do problema. **3 - Emergência:** risco de ruptura iminente, situação fora de controle.

Fonte: *Volume II - Manual do Empreendedor Sobre Segurança de Barragens da ANA – ANA 2016*

6.2 FICHA DE INSPEÇÃO REGULAR

DADOS GERAIS - CONDIÇÃO ATUAL		
1 – Nome da Barragem: Braúnas – WBS 2105		
2 – Coordenadas: 8°40'57.99" S / 38°17'2.00" O		
4 - Município/Estado: Floresta/PE		
5 - Vistoriado Por:	**CREA Nº:**	**Assinatura**
Eng. Civil Luciano dos Santos Ribeiro	PE05950258PE	
Eng. Civil Isadora Araújo Monzini	PE18121511PE	
Eng. Civil Igor Luiz Cordeiro Pereira	PE 38333PE	
Eng. Civil Henrique César M. S. Granja	1819686450PE	
Geol. Me. Gisely Carmo de Jesus	07887943PE	
6 - Cargo: Engenheiros(a) e Geóloga		
7 - Data da Vistoria: 17/05/2024	**Vistoria N.º:** 01 / 2024	
8 - Cota atual do nível d'água: 399,70m		
9 - Bacia: Sub-bacia GI-3 da Bacia do Rio São Francisco		
10 - Empreendedor: Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF		

A. INFRAESTURURA OPERACIONAL

A. INFRAESTRUTURA OPERACIONAL					
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Falta de documentação sobre barragem	PC	M	0	-
2	Falta de material para manutenção	NE	-	-	-
3	Falta de treinamento do pessoal	NE	-	-	-
4	Precariedade de acesso de veículos	PC	M	0	***Foto 6.1***
5	Falta de energia elétrica	PC	M	0	***Foto 6.2***
6	Falta de sistema de comunicação eficiente	PC	M	0	-
7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	PC	M	0	-
8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	PC	M	0	-
9	Falta de acompanhamento da Gerência Regional	NE	-	-	-
10	Falta de manuais de operação e manutenção dos equipamentos Hidromecânicos e elétricos	NE	-	-	-

Comentários:

1 – As documentações da Barragem e Dique Braúnas encontram-se disponibilizadas na sala de controle da Estação de Bombeamento - EBV-2, devido não haver espaço físico para acomodação destas nas dependências do reservatório.
Com relação à documentação e em observância a Política Nacional de Segurança de Barragem (PNSB), estabelecida por meio da Lei nº 12.334/2010 – complementada pela Lei nº 14.066/2020, salientamos que não consta na documentação disponível, a Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB) de Braúnas. Segundo a legislação vigente, após o prazo de 5 anos do enchimento da barragem (já ocorrido), deverá ser elaborada a RPSB (Revisão Periódica de Segurança de Barragem). A periodicidade e conteúdo da RPSB são estabelecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), na Resolução nº 236/2017– alterada pela Resolução nº 121/2022.
Cabe também salientar que o Plano de Ação de Emergência (PAE) do barramento necessita ser atualizado, conforme revisão da legislação vigente.
Quanto ao Plano de Ação de Emergência (PAE), não se encontram implementadas as sinalizações de rota de fuga e ponto de encontro, não há sistema de alerta, ou foi realizado programa de treinamento e divulgação para as comunidades potencialmente afetadas, de acordo com o Art. 8º-B da Resolução da ANA nº 121/2022;

2 - O Consórcio Operador do PISF realiza manutenções civis com frequência necessária para manter e monitorar as ações preventivas e corretivas das estruturas de sua competência;

4 – Estrada de acesso própria do PISF, com pavimentação asfáltica e em bom estado de conservação. Entretanto há uma parte não pavimentada, que apresenta deficiência de drenagem em alguns pontos - ***Foto 6.1***;

A. INFRAESTRUTURA OPERACIONAL					
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
5 – Existe um transformador instalado, mas não está ligado à casa de controle. Não havendo o cabeamento na infraestrutura - ***Foto 6.2***; **6 –** Não existe sistema de comunicação, o local de comunicação mais próximo é a Estação de Bombeamento EBV-2, que dista aproximadamente 2,3 Km; **7-** Ausência de cercamento de proteção para restrição do acesso de pessoas e animais; **8 –** Deficiência de sinalização na estrada e na barragem; **9 –** A gerência vem atendendo a demanda de acordo com as solicitações e necessidades das manutenções preventivas e corretivas; **10 –** As documentações referentes aos manuais eletromecânicos existem e estão com a equipe de operação e manutenção eletromecânica do Consórcio Operador.					

O acesso à barragem (***Figura 6.1***) é feito percorrendo uma distância de aproximadamente 51,4 km, a partir do centro da cidade de Floresta-PE, seguindo por meio da Rodovia BR-316, sentido a cidade de Petrolândia-PE, prosseguindo, em seguida, pela estrada de serviço do PISF, até chegar à Barragem e Dique Braúnas. Verificou-se que a maior parte do acesso possui pavimentação asfáltica, no entanto, há a necessidade de melhorias em um pequeno trecho, que não possui revestimento asfáltico para possibilitar o tráfego de veículos em período chuvoso (***Foto 6.1***).

O acesso também pode ser feito a partir da cidade de Petrolândia-PE, seguindo pela BR-316, por cerca de 31 km, até o aqueduto sobre a BR-316, e em seguida pela estrada de serviço do PISF, que leva à EBV II e na sequência à Barragem e Dique Braúnas.

Figura 6.1 – *Mapa Ilustrativo da rota de acesso à Barragem e Dique Braúnas, a partir da cidade de Floresta-PE.*



Fonte*: Google Earth mai/2024, modificado.*



Foto 6.1: *Vista do aspecto da estrada que dá acesso a Barragem e Dique Braúnas.*

Durante a vistoria, verificou-se que existe rede de energia elétrica (***Foto 6.2***), que chega até a casa de comando, mas não está conectada ao sistema operacional da barragem.



Foto 6.2*: Vista do sistema de rede de energia elétrica (Não conectado ao sistema operacional).*

B. BARRAGEM

B.1 - Talude de Montante

B.	***BARRAGEM***				
B.1	*TALUDE DE MONTANTE*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Erosões	NE	-	-	-
2	Escorregamentos	NE	-	-	-
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)	NA	-	-	-
4	*Rip-rap* incompleto, destruído ou deslocado	PC	M	0	***Foto 6.4***
5	Afundamentos e buracos	NE	-	-	-
6	Árvores e arbustos	NE	-	-	-
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NE	-	-	-
8	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	-	-	-

B.	BARRAGEM				
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NE	-	-	-
10	Sinais de movimento	NE	-	-	-
Comentários: **4 –** Deslocamento do material de proteção em alguns pontos do talude de montante - ***Foto 6.4***; **OBS:** Vista do talude de montante **- *Foto 6.3***					

Na inspeção foi observado que o talude de montante se apresenta em boas condições, com rochas bem distribuídas no rip-rap e enrocamento sem sinais de afundamentos ou deslizamentos. Foram observados alguns pontos com deslocamento do material de proteção (***Foto 6.3***). A manutenção e limpeza é realizada regularmente pelo Consórcio Operador do PISF, de acordo com a programação da manutenção civil. Foi observado a existência de uma rampa de acesso do período construtivo da barragem, próximo a passarela da tomada d'água (***Foto 6.4***).



***Foto 6.3**: Vista do talude de montante e alguns pontos com material de proteção deslocado.*



***Foto 6.4**: Rampa de acesso do período construtivo.*

B.2 - Coroamento

B.2	*COROAMENTO*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Erosões	NE	-	-	-
2	Rachaduras	NE	-	-	-
3	Falta de revestimento	NE	-	-	-
4	Falha no revestimento	PC	M	0	***Foto 6.5***
5	Afundamentos e buracos	NE	-	-	-
6	Árvores e arbustos	NE	-	-	-
7	Defeitos na drenagem	PC	M	0	***Foto 6.6***
8	Defeitos no meio-fio	NA	-	-	-
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NE	-	-	-
10	Sinais de movimento	NE	-	-	-
11	Desalinhamento do meio-fio	NA	-	-	-
12	Ameaça de trasbordamento da barragem	NE	-	-	-

Comentários:

4 – Falha no revestimento ocasionado pelo tráfego de veículos ao longo do coroamento - ***Foto 6.5***;

B.2	COROAMENTO				
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
7 – Deficiência de drenagem em alguns pontos - ***Foto 6.6***;					
9 – Não foram visualizados formigueiros no coroamento da barragem;					
OBS: Observou falha no revestimento no coroamento do dique de fechamento do vertedouro - ***Foto 6.7***					

O coroamento apresenta, em alguns pontos, formação de corrugações e trilhas de rodas, causados em função do tráfego de veículos (***Foto 6.5***). Destaca-se sobre a deficiência no revestimento de proteção, o que possibilita o acúmulo de água sobre o maciço, principalmente durante o período chuvoso, podendo ocasionar saturação deste e erosões nas suas laterais; efeitos potencializados pela inexistência de meio-fio e descida d'água (***Foto 6.6***) (remanescente de obra[1]). A manutenção e limpeza é realizada regularmente de acordo com a programação da manutenção civil, executada pelo Consórcio Operador do PISF. Não foram visualizados formigueiros ao longo do coroamento. Foi observado falha no revestimento no coroamento do Dique de fechamento do vertedouro (***Foto 6.7***).



***Foto 6.5**: Vista do coroamento da barragem, apresentando sinais de tráfego de veículos.*



***Foto 6.6**: Borda do coroamento da barragem (jusante), apresentando falta de meio-fio e descida d'água, ocasionando erosões e deslocamento do material de proteção.*



***Foto 6.7**: Falha de revestimento no coroamento do Dique – vertedouro.*

[1]Entende-se por remanescente da obra, trechos e/ou estruturas que ainda necessitam de alguma etapa construtiva para estarem totalmente finalizadas de acordo com os Projetos de Engenharia disponíveis.

B.3 - Talude de Jusante

B.3	*TALUDE DE JUSANTE*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Erosões	NE	-	-	-
2	Escorregamentos	NE	-	-	-
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)	NA	-	-	-
4	Falha na proteção granular	PC	M	0	***Foto 6.8***
5	Falha na proteção vegetal	NA	-	-	-
6	Afundamentos e buracos	NE	-	-	-
7	Árvores e arbustos	NE	-	-	-
8	Erosão nos encontros das ombreiras	NE	-	-	-
9	Cavernas e buracos nas ombreiras	NE	-	-	-
10	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	-	-	-
11	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NE	-	-	-
12	Sinais de movimento	NE	-	-	-
13	Sinais de fuga d'água ou áreas úmidas	PC	M	0	***Foto 6.9***
14	Carreamento de material na água dos drenos	NE	-	-	-

Comentários:

4 – É importante registrar que no espaldar de jusante, inclinação 1,8(H):1(V) não foram executadas nenhum tipo de proteção (transição e enrocamento). Salienta-se que esses serviços estão contemplados para as obras remanescentes a serem licitadas (1352-REF-2105-00-01-001-R00) - ***Foto 6.8***;

13 – Observou-se áreas úmidas no pé do talude na região entre a estaca E-07+00 e a tomada d'água e outra nas proximidades da estaca E-28+00 - ***Foto 6.9***.

É importante registrar que no espaldar de jusante, inclinação 1,8(H):1(V) não foram executadas nenhum tipo de proteção (transição e enrocamento). Salienta-se que esses serviços estão contemplados para as obras remanescentes a serem licitadas (1352-REF-2105-00-01-001-R00) (***Foto 6.8***). Foram observadas áreas úmidas no pé do talude de jusante na região entre a estaca E-07+00 e a tomada d'água (***Foto 6.9***) e outra nas proximidades da estaca E-28+00 (***Foto 6.10***). A manutenção e limpeza é realizada regularmente de acordo com a programação da manutenção civil, executada pelo Consórcio Operador do PISF.



***Foto 6.8**: Vista do talude de jusante.*



***Foto 6.9**: Áreas úmidas no pé do talude de jusante próxima a tomada d'água.*



***Foto 6.10**: Áreas úmidas no pé do talude de jusante – nas proximidades da estaca 28+00.*

B.4 - Região de Jusante

B.4	*REGIÃO A JUSANTE DA BARRAGEM*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Construções irregulares próximas ao leito do rio	NE	-	-	-
2	Fuga d'água	PC	M	0	***Foto 6.11*** ***Foto 6.12*** ***Foto 6.13*** ***Foto 6.14***
3	Erosão nas ombreiras	NE	-	-	-
4	Cavernas e buracos nas ombreiras	NE	-	-	-
5	Árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	NE	-	-	-
Comentários: **2 –** Surgências de água na área entre a estaca E-07+00 e a tomada d'água e outra nas proximidades da estaca E-28+00 - ***Foto 6.11***, ***Foto 6.12***, ***Foto 6.13*** e ***Foto 6.14***.					

Foram observadas surgências de água na região de jusante, entre a estaca E-07+00 e a tomada d'água (***Foto 6.11*** e ***Foto 6.12***) e outra nas proximidades da estaca E-28+00 (***Foto 6.13*** e ***Foto 6.14***). Essas surgências de água estão sendo direcionadas para os medidores de vazão instalados nas estacas E-12+10 e E-26+8, respectivamente. A

manutenção e limpeza é realizada regularmente de acordo com a programação da manutenção civil, executada pelo Consórcio Operador do PISF.



***Foto 6.11**: Região úmida com presença de água entre a estaca 07+00 e a tomada d'água.*



***Foto 6.12**: Região úmida com presença de água entre a estaca 07+00 e a tomada d'água.*



***Foto 6.13**: Região úmida com presença de água nas proximidades da estaca 28+00.*



***Foto 6.14**: Região úmida com presença de água nas proximidades da estaca 28+00.*

B.5 - Instrumentação

B.5	*INSTRUMENTAÇÃO*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Acesso precário aos instrumentos	PC	M	0	***Foto 6.15***
2	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NE	-	-	-
3	Marcos de recalque defeituosos	PC	M	0	***Foto 6.16***
4	Medidores de vazão de percolação defeituosos	PC	M	0	***Foto 6.17*** ***Foto 6.18***
5	Falta de instrumentação	PC	M	0	-

B.5	*INSTRUMENTAÇÃO*				
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
6	Falta de registro de leituras da instrumentação	NE	-	-	-
7	Deficiência no poço de alívio	NA	-	-	-

Comentários:

1 – Dificuldade de acesso aos instrumentos - ***Foto 6.15*** ;

3 – Os medidores de recalque telescópicos apresentam deficiência construtiva - ***Foto 6.16***;

4 – Os medidores de vazão encontram-se em locais de difícil acesso e necessitam de material de proteção nos seus canais de aproximação e restituição - ***Foto 6.17*** e ***Foto 6.18*;**

5 – Os medidores de recalque telescópico estão mal posicionados e nenhum deles funciona. Ademais, nota-se que os medidores de vazão previstos no projeto executivo não foram construídos.

Verificou-se que a instrumentação, instalada no corpo da Barragem e fundação a jusante, encontra-se protegida por caixas de concreto e com tampas também de concreto. Entretanto, não existe estrutura de acesso às caixas dos instrumentos dificultando a realização das suas respectivas leituras (***Foto 6.15***). Foram instalados medidores de recalque telescópicos que por deficiência construtiva, não funcionam e por isso as leituras não estão sendo feitas (***Foto 6.16***).

Foi previsto em projeto a instalação de 16 (dezesseis) piezômetros, no entanto não foram instalados os piezômetros nº 03, 07, 11 (fundação) e 15 (espaldar de jusante) conforme justificado na carta P.1303-C/CT-816. Durante a inspeção, verificou-se a instalação incompleta dos Medidores de Recalque Telescópico. Ressalta-se ainda que nenhum medidor de vazão projetado foi instalado, de modo que os dois medidores de vazão identificados "*in situ*" foram instalados pelo antigo Consórcio Operador. Esses 02 medidores de vazão provisórios, visualizados, estão nas estacas E-12+10 e E-26+8 (***Foto 6.17*** e ***Foto 6.18***), sendo sugeridas melhorias nos canais de aproximação e restituição, tais como: readequação topográfica, aprofundamento e enrocamento de proteção.



***Foto 6.15**: Falta de estrutura de acesso aos instrumentos.*



***Foto 6.16**: Medidor de Recalque Telescópico com defeito.*



***Foto 6.17**: Vista dos canais de aproximação e restituição do Medidor de Vazão MV-01.*

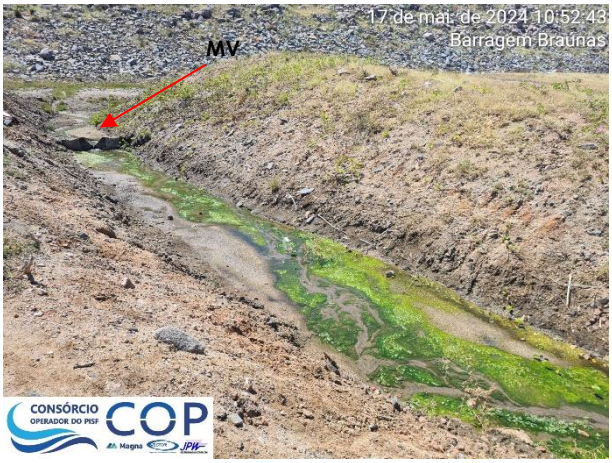


***Foto 6.18**: Vista dos canais de aproximação e restituição do Medidor de Vazão MV-02.*

Segue no **(*Quadro 6.2*)**, a situação dos instrumentos instalados na Barragem Braúnas.

Quadro 6.2 – Identificação e Status da Instrumentação

INSTRUMENTO	IDENTIFICAÇÃO	ESTACA	STATUS
PIEZÔMETRO	PZ-01	10+00	Operando
	PZ-02	10+00	Operando
	PZ-04	10+00	Operando
	PZ-05	20+00	Operando
	PZ-06	20+00	Operando
	PZ-08	20+00	Operando
	PZ-09	27+00	Operando
	PZ-10	27+00	Operando
	PZ-12	27+00	Operando
	PZ-13	32+00	Operando

Quadro 6.2 – Identificação e Status da Instrumentação

INSTRUMENTO	IDENTIFICAÇÃO	ESTACA	STATUS
	PZ-14	32+00	Operando
	PZ-16	32+00	Operando
MARCO SUPERFICIAL	MS-01	5+00	Operando
	MS-02	10+00	Operando
	MS-03	16+00	Operando
	MS-04	21+00	Operando
	MS-05	26+00	Operando
	MS-06	32+00	Operando
MEDIDORE MAGNÉTICO DE RECALQUE	MMR-01	10+00	Operando
MEDDIDOR DE RECALQUE TELESCÓPICO	MT-02	10+00	Inoperante
	MT-03	20+00	Inoperante
	MT-04	20+00	Inoperante
	MT-05	27+00	Inoperante
	MT-06	27+00	Inoperante
	MT-07	32+00	Inoperante
	MT-08	32+00	Inoperante
MEDIDOR DE VAZÃO	MV-01	12+10	Operando
	MV-02	26+8	Afogado/Assoreado

C. VERTEDOURO

C.1 - Canal de Aproximação/ Restituição do Vertedouro

C.	*VERTEDOURO*				
C.1	*CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO*				
ITEM	*LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA*	*Situação*	*magnitude*	*NP*	*Foto*
1	Árvores e arbustos	NE	-	-	-
2	Obstrução ou entulhos	PC	M	0	***Foto 6.20***
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NE	-	-	-
4	Erosões ou escorregamentos nos taludes	NE	-	-	-
5	Erosão na base dos canais escavados	NE	-	-	-

C.	VERTEDOURO				
C.1	CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO				
ITEM	LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA	Situação	magnitude	NP	Foto
6	Erosão na área à jusante (erosão regressiva)	NE	-	-	-
7	Construções irregulares (aterro, casa, cerca)	NE	-	-	-
Comentários: **2 -** Estrada interceptando o canal de restituição do vertedouro - ***Foto 6.20;*** **OBS:** Vista do canal de aproximação - ***Foto 6.19.***					

O canal de aproximação encontra-se em boas condições (***Foto 6.19***). Observou-se que o canal de restituição do vertedouro encontra-se parcialmente interceptado por uma estrada de serviço. A manutenção e limpeza é realizada regularmente de acordo com a programação da manutenção civil, executada pelo Consórcio Operador do PISF (***Foto 6.20***).



Foto 6.19*: Vista do canal de aproximação.*



***Foto 6.20**: Estrada interceptando o canal de restituição do vertedouro.*

C.2 - Estrutura fixação da soleira

C.2	*ESTRUTURA FIXAÇÃO DA SOLEIRA*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Rachaduras ou trincas no concreto	PC	M	0	***Foto 6.22***
2	Ferragem do concreto exposta	NE	-	-	-
3	Deterioração da superfície do concreto	PC	M	0	***Foto 6.22***
4	Descalçamento da estrutura	NE	-	-	-
5	Juntas danificadas	PC	M	0	***Foto 6.23***
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NE	-	-	-

Comentários:

1 – Fissuras superficiais na estrutura de fixação da soleira - ***Foto 6.22***;

3 – Mal acabamento da superfície do concreto -- ***Foto 6.22***;

5 – Juntas de dilatação sem tratamento apresentando vazamento - ***Foto 6.23.***

OBS: Foram visualizados pontos de vazamentos na estrutura - ***Foto 6.21***

Verificaram-se fissuras superficiais na estrutura de fixação da soleira (***Foto 6.22***), além de juntas de dilatação sem tratamento e com sinais de mau acabamento na superfície do concreto (***Foto 6.23***). Foram visualizados pontos de vazamentos na estrutura (***Foto 6.21***).



Foto 6.21*: Fissuras superficiais na estrutura de fixação do vertedouro e mal acabamento da superfície do concreto.*



Foto 6.22*: Pontos de vazamentos na estrutura.*



***Foto 6.23**: Juntas sem tratamento e mal acabamento da superfície do concreto.*

C.3 - Rápido / Bacia Amortecedora

C.3	*RÁPIDO / BACIA AMORTECEDORA*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Rachaduras ou trincas no concreto	NE	-	-	-
2	Ferragem do concreto exposta	NE	-	-	-
3	Deterioração da superfície do concreto	NE	-	-	-
4	Ocorrência de buracos na soleira	NE	-	-	-
5	Erosões	NE	-	-	-
6	Presença de entulhos na bacia	NE	-	-	-
7	Presença de vegetação na bacia	NE	-	-	-
8	Falha no enrocamento da proteção	NE	-	-	-
Comentários:					

Não foi identificada nenhuma anomalia na bacia de amortecimento do vertedouro que comprometa a segurança da barragem (***Foto 6.24***). A manutenção e limpeza é realizada regularmente de acordo com a programação da manutenção civil, executada pelo Consórcio Operador do PISF**.**



***Foto 6.24**: Vista da bacia amortecedora do vertedouro.*

C.4 - Muros Laterais

C.4	*MUROS LATERAIS*				
ITEM	*LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA*	*Situação*	*Magnitude*	*NP*	*Foto*
1	Erosão na fundação	NE	-	-	-
2	Erosão nos contatos dos muros	NE	-	-	-
3	Rachaduras no concreto	PC	M	0	***Foto 6.25*** ***Foto 6.26***
4	Ferragem do concreto exposta	NE	-	-	-
5	Deterioração da superfície do concreto	PC	M	0	***Foto 6.25*** ***Foto 6.26***

Comentários:

3 – Fissuras superficiais nos muros laterais - ***Foto 6.25*** e ***Foto 6.26*;**

5 – Mal acabamento da superfície do concreto - ***Foto 6.25*** e ***Foto 6.26***;

Obs.: Falta de barreira física sobre os muros direito e esquerdo do vertedouro, tipo guarda-roda; (***Foto 6.27***).

Foi identificada fissuras superficiais tanto no muro do lado direito quanto no esquerdo, nota-se que foram tratadas de forma inadequada, além de mal acabamento da superfície do concreto dos muros (***Foto 6.25*** e ***Foto 6.26***). Falta de barreira física sobre os muros direito e esquerdo do vertedouro, tipo guarda-roda (***Foto 6.27***).



***Foto 6.25**: Muro lateral esquerdo a jusante do vertedouro, apresentando fissuras superficiais e mal acabamento do concreto.*



***Foto 6.26**: Muro lateral direito a jusante do vertedouro, apresentando fissuras superficiais e mal acabamento do concreto.*



***Foto 6.27**: Falta de barreira física na estrutura do vertedouro.*

C.5 - Comportas

C.5	*COMPORTAS DO VERTEDOURO*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	-	-	-
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	-	-	-
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	-	-	-
4	Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	-	-	-
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	-	-	-
6	Defeito no ponto de içamento	NA	-	-	-
Comentários:					

D. RESERVATÓRIO

D	*RESERVATÓRIO*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Réguas danificadas ou faltando	NE	-	-	-
2	Construções em área de proteção	NE	-	-	-
3	Poluição por esgoto, lixo ou entulho	NE	-	-	-
4	Indícios de má qualidade da água	NE	-	-	-
5	Erosões	NE	-	-	-
6	Assoreamento	NE	-	-	-
7	Desmoronamento das margens	NE	-	-	-
8	Existência de vegetação aquática excessiva	NE	-	-	-
9	Desmatamento na área de proteção	NE	-	-	-
10	Presença de animais e/ou peixes mortos	NE	-	-	-
11	Gado pastando	PC	M	0	-
Comentários: **11 –** Presença de animais na área do reservatório. **Obs.:** Vista do reservatório - ***Foto 6.28***.					

Durante a vistoria, não foi identificada nenhuma anomalia que devesse ser registrada nas fichas de inspeção no reservatório da Barragem e Dique Braúnas (***Foto 6.28***).



***Foto 6.28**: Vista do Reservatório Braúnas.*

E. TORRE DA TOMADA D'ÁGUA

E.1 - Entrada da Tomada d'água

E	*TORRE DA TOMADA D`ÁGUA*				
E.1	*ENTRADA*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Assoreamento	NI	-	-	-
2	Obstrução e entulhos	NI	-	-	-
3	Tubulação danificada	NI	-	-	-
4	Registros defeituosos	NA	-	-	-
5	Falta de grade de proteção	NE	-	-	-
6	Defeitos na grade	NI	-	-	-
Comentários: **1,2,3 e 6 -** Itens não foram inspecionados pois o reservatório estava cheio; **Obs.:** Vista da Tomada d'água - ***Foto 6.29***.					

Em virtude de o reservatório estar cheio, não foi possível realizar vistoria no canal de adução e na entrada da estrutura da tomada d'água (***Foto 6.29***). A grade de proteção estava dentro da água e não foi inspecionada.



Foto 6.29: *Vista da estrutura da Tomada d´água.*

E.2 - Comportas

E.2	*COMPORTAS*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	PC	M	0	***Foto 6.30***
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	PC	M	0	***Foto 6.31***
3	Defeito das vedações (vazamento)	NI	-	-	-
4	Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	-	-	-
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NI	-	-	-
6	Defeito no ponto de içamento	PC	M	0	-
Comentários: **1 -** Sinais de corrosão nas guias de descida da comporta/grade - ***Foto 6.30***;					

E.2	COMPORTAS

2 – A comporta foi parcialmente inspecionada, pois ela se encontrava posicionada na guia de descida, dificultando a visualização. Podemos notar que ela necessita de tratamento e pintura - ***Foto 6.31***;

3 e 5 – Os equipamentos eletromecânicos não foram comissionados e por tanto, não foram realizados testes para verificação da vedação e dos rolamentos;

6 – Não foi visualizado a talha elétrica instalada no pórtico. Devido a atos de vandalismo a talha elétrica foi removida do local para preservação e encontra-se acondicionada no Canteiro do Lote 11.

A comporta ensecadeira não foi totalmente inspecionada, pois se encontrava na guia de descida. Observou-se sinais de corrosão nas guias de descidas da comporta/grade, a qual necessita de tratamento e pintura (***Foto 6.30*** e ***Foto 6.31***). Não foi visualizada em campo a viga pescadora (***Foto 6.32***). De acordo com informações a mesma encontra-se no canteiro administrativo do Lote 9.



Foto 6.30: *Guia de descida da comporta/ grade necessitando de tratamento.*

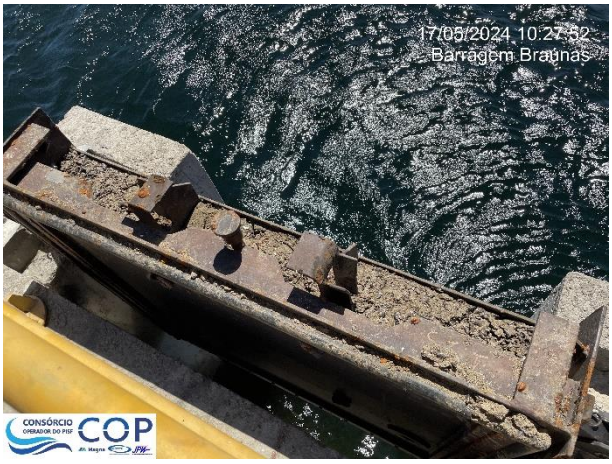


Foto 6.31: *A comporta necessita de tratamento e pintura.*



***Foto 6.32**: A viga pescadora não se encontrava no dia desta inspeção de campo.*

E.3 - Estrutura

E.3	*ESTRUTURA*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Ferragem exposta da torre	NE	-	-	-
2	Falta de guarda corpo na escada de acesso	NE	-	-	-
3	Deterioração do guarda corpo na escada de acesso	NE	-	-	-
4	Ferragem exposta na plataforma (passadiço)	NE	-	-	-
5	Falta de guarda corpo no passadiço	NE	-	-	-
6	Deterioração do guarda corpo no passadiço	NE	-	-	-
7	Deterioração do portão do abrigo de manobra	NA	-	-	-
8	Deterioração do tubo de aeração e "by-pass"	PC	M	0	***Foto 6.34***
9	Deterioração da instalação de controle	NA	-	-	-
Comentários: **8 -** Sinais de corrosão no tubo de aeração - ***Foto 6.34***					

A estrutura em concreto, que dá acesso à torre da tomada d'água (passarela), apresenta boas condições operacionais (***Foto 6.33***). Necessidade de tratamento e pintura no tubo de aeração (***Foto 6.34***).



Foto 6.33: *Vista da estrutura de acesso à torre da tomada d'água.*



Foto 6.34*: Tubo de aeração necessitando de tratamento e pintura.*

F. CAIXA DE MONTANTE (Boca de entrada e stop-log)

F	*CAIXA DE MONTANTE (BOCA DE ENTRADA E "STOP-LOG"*				
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
1	Assoreamento	NI	-	-	-
2	Obstrução e entulhos	NI	-	-	-
3	Ferragem exposta na estrutura de concreto	NI	-	-	-
4	Deterioração no concreto	NI	-	-	-
5	Falta de grade de proteção	NE	-	-	-
6	Defeitos na grade	NA	-	-	-
7	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	-	-	-
8	Estrutura do "stop-log" (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	-	-	-
9	Defeito no acionamento do "stop-log"	NI	-	-	-
10	Defeito no ponto de içamento	NA	-	-	-

Comentários:

1, 2, 3 e 4 – Não foram inspecionados pois o reservatório estava cheio;

6 - O item foi apresentado anteriormente na ficha de inspeção E.1 (***Foto 6.33***);

7, 8 e **10** – Os itens foram apresentados na ficha de inspeção E.2 (***Foto 6.30*** e ***Foto 6.32***);

9 – Os equipamentos eletromecânicos não foram comissionados e por tanto, não foram realizados testes referentes ao acionamento da estrutura.

G. GALERIA

G	*GALERIA*				
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NE	-	-	-
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NE	-	-	-
3	Sinais de fadiga ou perda de resistência	NE	-	-	-
4	Defeitos nas juntas	NI	-	-	-
5	Deformação do conduto	NE	-	-	-
6	Desalinhamento do conduto	NE	-	-	-
7	Surgência de água no concreto	PC	M	0	***Foto 6.35*** ***Foto 6.36***
8	Precariedade de acesso	NE	-	-	-

G	GALERIA				
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
9	Vazamento nos dispositivos de controle	NI	-	-	-
10	Surgência de água junto à galeria	NE	-	-	-
11	Falta de manutenção	NE	-	-	-
12	Presença de pedras e lixo dentro da galeria	NE	-	-	-
13	Defeitos no concreto	NE	-	-	-
Comentários: **4 e 9 –** Os equipamentos eletromecânicos não foram comissionados. **7 –** Surgências no interior da galeria da tomada d'água - ***Foto 6.35 e Foto 6.36.***					

Durante a inspeção, observou-se surgências no interior da galeria da tomada d'água (***Foto 6.35*** e ***Foto 6.36***). Foi observado um medidor de vazão instalado próximo a saída da galeria onde são monitoradas as vazões ***Foto 6.37***.



***Foto 6.35**: Vista da galeria da tomada d'água apresentando surgências.*



***Foto 6.36**: Vista da galeria da tomada d'água apresentando surgências.*



***Foto 6.37**: Medidor de vazão instado próximo a galeria da tomada d'água.*

H. ESTRUTURA DE SAÍDA

H	*ESTRUTURA DE SAÍDA*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NE	-	-	-
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NE	-	-	-
3	Sinais de fadiga ou perda de resistência	NE	-	-	-
4	Ruídos estranhos	NI	-	-	-
5	Defeitos nos dispositivos de controle	NI	-	-	-
6	Falta ou deficiência nas instruções de operação	NE	-	-	-
7	Surgência de água no concreto	NE	-	-	-
8	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	NE	-	-	-
9	Vazamento nos dispositivos de controle	NI	-	-	-
10	Falta de manutenção	PC	M	0	***Foto 6.40***
11	Construções irregulares	NE	-	-	-
12	Falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas	PC	M	0	***Foto 6.39***
13	Presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvulas	NE	-	-	-
14	Defeitos no concreto	NE	-	-	-
15	Defeitos na cerca de proteção	NA	-	-	-
Comentários:					

H	ESTRUTURA DE SAÍDA				
ITEM	**LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA**	**Situação**	**Magnitude**	**NP**	**Foto**
4, 5 e 9 - Observa-se que não foi concluída a parte elétrica do conjunto eletromecânico e não foram visualizados vazamentos pelos dispositivos de controle da estrutura de saída. Contudo, os equipamentos eletromecânicos não foram comissionados, deste modo não é possível avaliar se há defeitos no funcionamento destes; **10 -** Necessidade de tratamento e pintura na válvula dispersora da estrutura de saída - ***Foto 6.40*** **12 -** Não foi identificado drenos de fundo na caixa de saída da tubulação - ***Foto 6.39.*** **OBS:** Vista da tubulação da estrutura de saída da tomada d'água – ***Foto 6.38***; Vista do canal de restituição da tomada d´água - ***Foto 6.41***; A casa de comando foi executada, mas seu sistema de drenagem e pátio de manobra encontram-se inacabados ***Foto 6.42*** **e** ***Foto 6.43***.				

Não foi identificada nenhuma anomalia na tubulação da estrutura de saída da tomada d'água (***Foto 6.38***). Não foram identificados drenos de fundo na caixa de saída da tubulação (***Foto 6.39***). A válvula dispersora apresenta sinais de corrosão e oxidação (***Foto 6.40***). O canal de restituição da tomada d'água apresenta-se com elevação da cota final de escavação, o qual necessita atender ao projeto executivo (***Foto 6.41***). A casa de comando foi executada, mas seu sistema de drenagem e pátio de manobra encontram-se inacabados (***Foto 6.42*** e ***Foto 6.43***).



Foto 6.38*: Vista da tubulação de saída da tomada d'água.*



Foto 6.39*: Vista da caixa de válvula sem drenos de fundo.*



***Foto 6.40**: Sinais de oxidação na válvula dispersora.*



***Foto 6.41**: Vista do canal de restituição da tomada d'água.*



***Foto 6.42**: Vista da casa de comando.*



***Foto 6.43**: Vista do interior da Casa de comando.*

I. MEDIDORES DE VAZÃO

I	*MEDIDORES DE VAZÃO*				
ITEM	***LOCALIZAÇÃO / ANOMALIA***	***Situação***	***Magnitude***	***NP***	***Foto***
1	Ausência da placa medidora de vazão	NE	-	-	-
2	Corrosão da placa	PC	M	0	***Foto 6.44 Foto 6.45***
3	Defeitos no concreto	NE	-	-	-
4	Falta de escala de leitura de vazão	PC	M	0	-
5	Assoreamento da câmara de medição	PC	M	0	***Foto 6.17 Foto 6.18***
6	Erosão a jusante do medidor	NE	-	-	-

Comentários:

2 – Medidores de vazão com placas oxidadas - ***Foto 6.44*** e ***Foto 6.45***;

4 – Não foi observada a instalação de escala de leituras nos medidores de vazão;

5 – Observa-se que os canais de restituição dos medidores de vazão necessitam de material de proteção para evitar a ocorrência de assoreamento, o MV-02 encontrava-se assoreado - ***Foto 6.17*** e ***Foto 6.18***.

Obs.: Para os medidores de vazão são necessários canais com desníveis suaves de concreto, o rebaixamento dos canais de restituição, a proteção de enrocamento nos canais nas regiões montantes dos medidores para evitar assoreamento dos canais.

O quatros medidores de vazão indicados em projetos não foram visualizados, no entanto, observou-se que foram instalados dois medidores para monitoramento dos

trechos de surgência, sendo um na estaca E-12+10 (***Foto 6.17***) e outro na estaca E-26+08 (***Foto 6.18***), estando esse último assoreado.

Ambos os instrumentos se encontram com a placa oxidada, sem escala de leitura e necessitando de enrocamento no canal de restituição (***Foto 6.44*** e ***Foto 6.45*****)**. Para os medidores de vazão são necessários canais com desníveis suaves de concreto, o rebaixamento dos canais de restituição, a proteção de enrocamento na região a montante e jusante dos medidores para evitar assoreamento dos canais.



Foto 6.44: *Medidor de Vazão: MV-01 (E-12+10).*



Foto 6.45: *Medidor de Vazão: MV-02 (E-26+08).*

7. REGISTRO E MONITORAMENTO DA INSTRUMENTAÇÃO

7.1 PROJETO DA INSTRUMENTAÇÃO

Na Barragem Braúnas foram previstos pelo projeto executivo: 16 (dezesseis) Piezômetros tipo tubo aberto (PZ), 06 (seis) Marcos Superficiais de Recalque (MS), 06 (seis) Medidores Telescópicos de Recalque (MT) e 04 (quatro) Medidores de Vazão (MV). No entanto, durante a inspeção, verificou-se a ausência dos PZ's 03, 07, 11 e 15 – o documento nº 1230-NTC-2105-04-02-003-R03 justifica o cancelamento destes instrumentos devido a dificuldades durante a instalação. Bem como, identificou-se instalação de 1 (um) Medidor Magnético de Recalque, em substituição a um dos Medidores de Recalque Telescópico previsto. Ressalta-se que nenhum medidor de vazão projetado foi instalado, os dois medidores de vazão identificados "*in situ*" foram instalados pelo antigo Consórcio Pré-Operador em 2019.

A seguir, tem-se o ***Quadro 7.1*** que versa sobre a identificação e localização da instrumentação geotécnica da Barragem e Dique Braúnas e, em seguida, a ***Figura 7.1*** apresenta a localização em planta destes instrumentos.

Quadro 7.1 – *Situação e identificação da instrumentação geotécnica (Barragem Braúnas).*

Instrumento	Identificação	Estaca	Afast. (m)	Cota de Instalação	Cota de Topo	Observação
	PZ-01	10+00	1,30 Jus	391,64	402,14	Operando
	PZ-02	10+00	1,30 Jus	382,50	402,07	Operando
	PZ-03	10+00	16,03 Jus	380,05	-	Não identificado “in situ”.
	PZ-04	10+00	30,59 Jus	381,60	387,25	Operando
	PZ-05	20+00	2,00 Jus	386,46	402,24	Operando
	PZ-06	20+00	2,00 Jus	373,93	402,10	Operando
	PZ-07	20+00	27,34 - JUS	372,90	-	Não identificado “in situ”.
	PZ-08	20+00	43,85 Jus	372,82	380,27	Operando
	PZ-09	27+00	1,35 Jus	383,08	401,85	Operando
	PZ-10	27+00	1,35 Jus	365,90	401,85	Operando
	PZ-11	27+00	30,83 - JUS	365,05	-	Não identificado “in situ”.
	PZ-12	27+00	50,78 Jus	367,19	375,88	Operando
	PZ-13	32+00	1,59 Jus	392,28	402,12	Operando
	PZ-14	32+00	1,59 Jus	389,45	402,11	Operando
	PZ-15	32+00	13,86 - JUS	387,70	-	Não identificado “in situ”.
	PZ-16	32+00	21,65 Jus	389,49	392,57	Operando
Medidor Magnético de Recalque	MMR-01	10+00	1,00 Mont	-	-	Identificou-se que foi instalado o MMR-01 no local previsto para o MT-01.
Medidor de Recalque Telescópico	MT-02	10+00	1,00 Jus.	-	-	Instrumentos foram instalados, mas não são funcionais.
	MT-03	10+00	16,03 Mont.	-	-	
	MT-04	20+00	1,00 Mont.	-	-	
	MT-05	20+00	11,01 Mont.	-	-	
	MT-06	27+00	1,00 Mont.	-	-	
	MT-07	27+00	12,62 Mont.	-	-	

Quadro 7.1 – *Situação e identificação da instrumentação geotécnica (Barragem Braúnas).*

Instrumento	Identificação	Estaca	Afast. (m)	Cota de Instalação	Cota de Topo	Observação
Marcos Superficiais	MS-01	5+00	3,00 Jus	402,11	-	Todos os marcos Superficiais estão em operação.
	MS-02	10+00	3,00 Jus	402,15	-	
	MS-03	16+00	3,00 Jus	402,09	-	
	MS-04	21+00	3,00 Jus	402,10	-	
	MS-05	26+00	3,00 Jus	402,05	-	
	MS-06	32+00	3,00 Jus	402,24	-	
Marco de Referência	MR-02	0E	Eixo	-	404,68	
	MR-03	1D	Eixo	-	404,40	
Medidor de Vazão	MV-01	5+00	-	-	-	Não identificado “in situ”.
	MV-02	13+00	-	-	-	Não identificado “in situ”.
	MV-03	25+00	-	-	-	Não identificado “in situ”.
	MV-04	30+00	-	-	-	Não identificado “in situ”.
	MV-01	12+10,0	-	-	-	Instalado pelo Consórcio Operador anterior.
	MV-02	26+8,0	-	-	-	Instalado pelo Consórcio Operador anterior.

Fonte: Localização dos MR’s e Cotas de instalação e topo dos PZ’s atualizadas em campo pelo Consórcio Operador (Vector/Magna/JPW) em setembro e outubro de 2023.

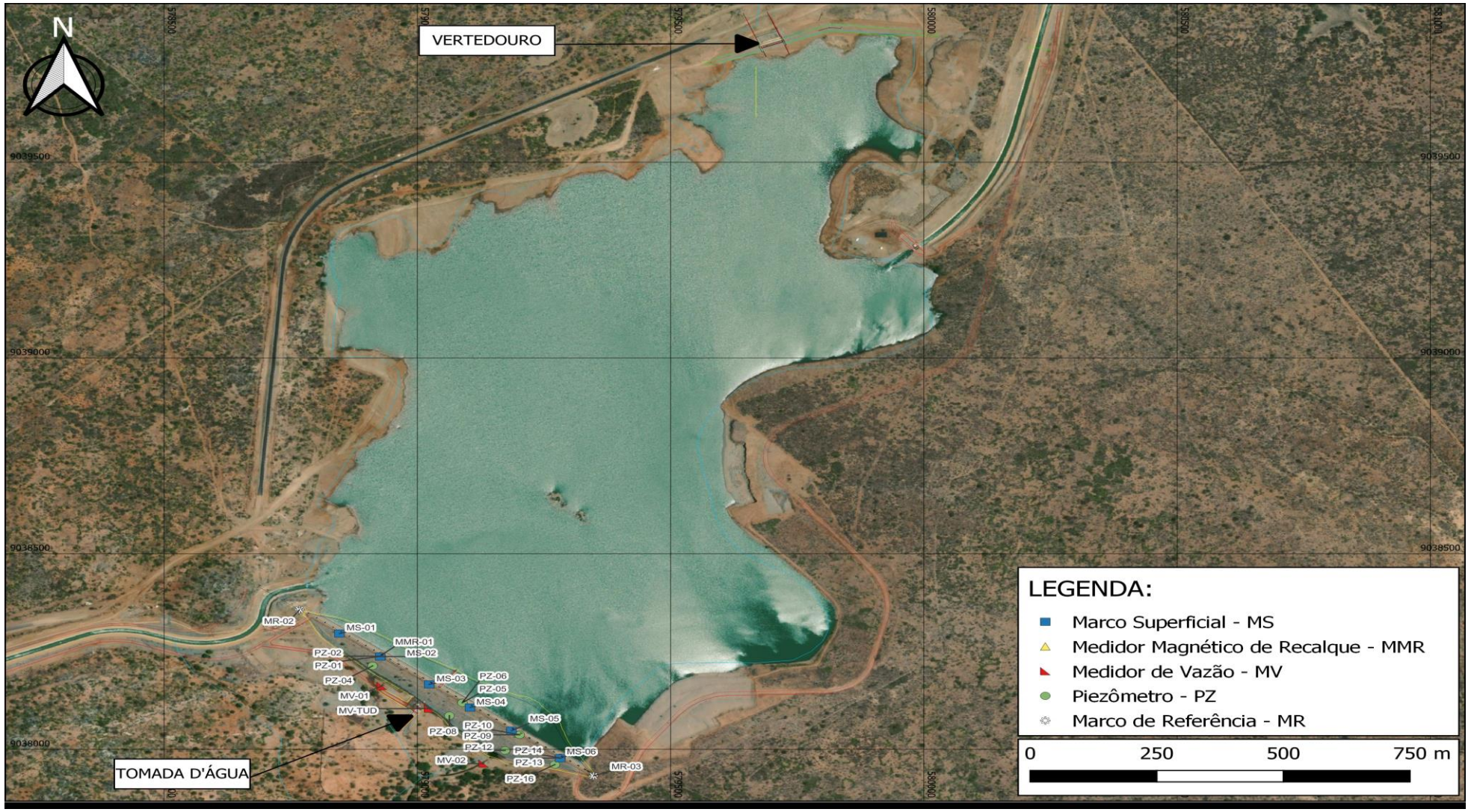


Figura 7.1 – *Planta de localização da Instrumentação da Barragem e Dique Braúnas. Fonte: Projeto As Built n.º 1303-DEP-2105-20-04-003-R00 modificado/Google Satélite DATUM SAD 69.*

7.2 ANÁLISE DA INSTRUMENTAÇÃO

Com relação ao acompanhamento do nível do reservatório, têm-se instaladas réguas linimétricas em 2 (dois) pontos do Reservatório Braúnas – na passarela da torre da tomada d'água e próximo à ombreira direita nas margens do reservatório, conforme indicado na ***Foto 7.1.*** Destaca-se que o monitoramento do nível d'água de montante é uma atividade essencial para a operação segura e eficiente do barramento, permitindo avaliar se as condições operacionais se encontram dentro dos limites estabelecidos.

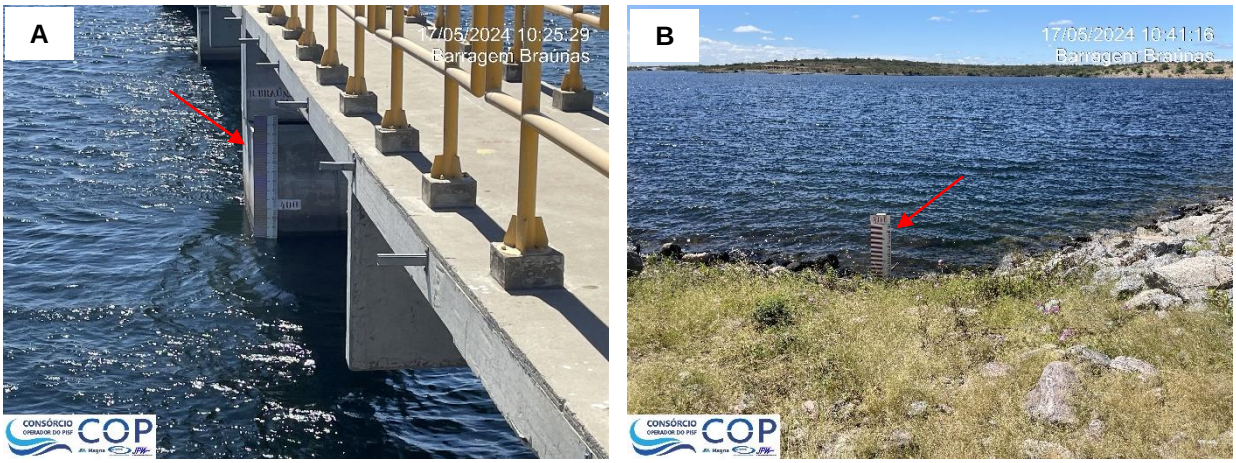


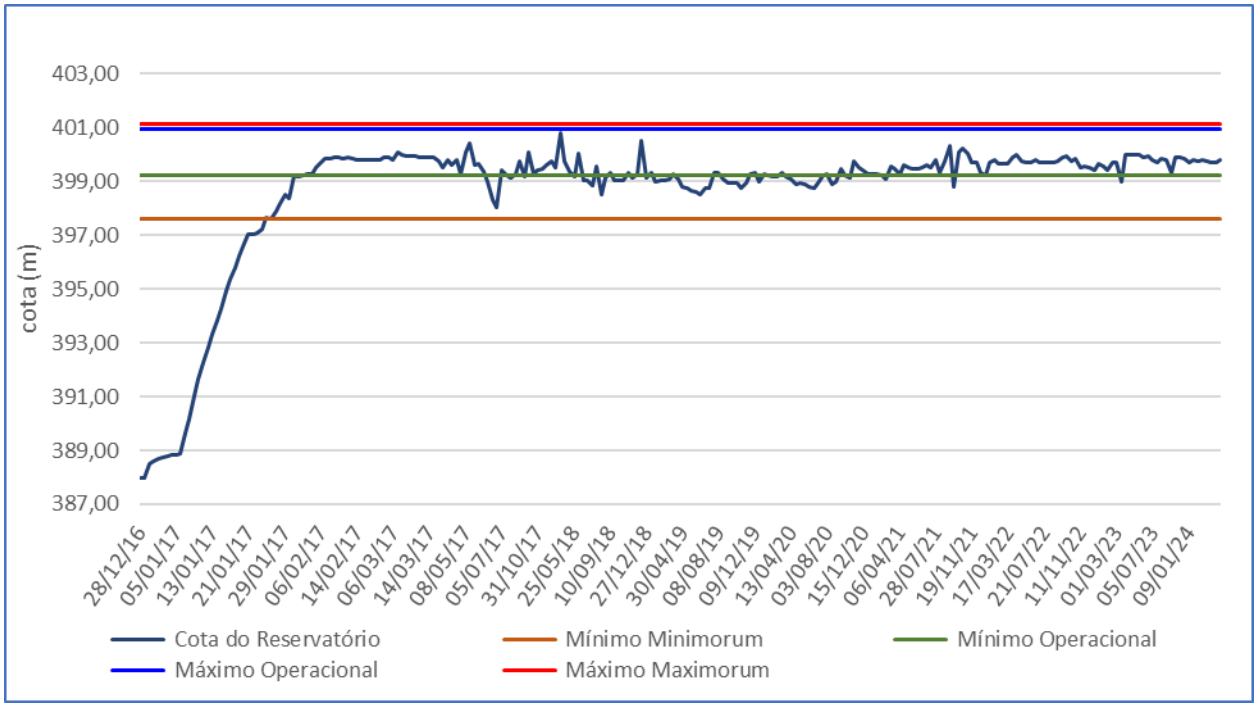
Foto 7.1: Disposição das réguas linimétricas, instaladas no pilar de apoio da passarela de acesso à torre da tomada d'água (**A**) e na área do reservatório, nas proximidades da OD (**B**).

O enchimento do Reservatório Braúnas iniciou-se no dia 06 de março de 2017 e tal como registrado no documento 1377-PSB-3000-00-04-012-R00, o nível alcançou o mínimo operacional em 09 de março de 2017.

Em linhas gerais, o nível do reservatório tem oscilado entre valores dentro da faixa operacional estabelecida, entre as cotas de 399,23 m (Nível Mínimo Operacional) e 400,89 m (Nível Máximo Normal), conforme evidenciado na ***Figura 7.2*** , que ilustra o gráfico de acompanhamento do nível do reservatório desde o enchimento até o período atual.

Durante a inspeção realizada em 17/05/2024, verificou-se que o nível do reservatório estava em 399,70 m, o que indica uma cota acima do Nível Mínimo Operacional.

***Figura 7.2**– Histórico do nível de água do reservatório Braúnas.*



Durante a fase operacional da estrutura, a instrumentação tem sido acompanhada e lida regularmente. As informações pertinentes a esse monitoramento são detalhadas nos itens ***7.2.1***, ***7.2.2*** e ***7.2.3*** dispostos a seguir no presente relatório.

Na análise das leituras dos piezômetros da Barragem Braúnas, utilizou-se os níveis de controle previamente estabelecidos pela Projetista no Manual de Controle e Operação dos Instrumentos de Auscultação (documento nº 1230-NTC-2105-04-02-003-R03), baseados em poropressões obtidas por modelos numéricos computacionais que simulam a percolação de água no maciço e na fundação das barragens de terra.

Cabe mencionar que a interpretação foi realizada considerando que valores abaixo da cota de atenção foram considerados como operando em níveis normais, entre a cota de atenção e a cota de alerta como operando em níveis de atenção e por fim, leituras acima da cota de alerta como operando em níveis de alerta.

7.2.1 Níveis Piezométricos

Os últimos registros das leituras dos 12 (doze) piezômetros instalados na Barragem Braúnas encontram-se dispostos no ***Quadro 7.2***, juntamente com as informações de localização dos instrumentos. Os Níveis de Controle estabelecidos pela Projetista

encontram-se no Manual de Controle e Operação dos Instrumentos de Auscultação (documento nº 1230-NTC-2105-04-02-003-R03).

Em seguida, tem-se as seções ilustrativas e a representação gráfica do acompanhamento dos piezômetros dividida por seções, conforme disposto: E-10 (***Figura 7.3***), E-20 (***Figura 7.4***), E-27 (***Figura 7.5***) e E-32 (***Figura 7.6***) e, por fim, a interpretação e análise sobre o comportamento destes.

Quadro 7.2 – *Leitura do Piezômetros.*

PIEZÔMETRO CASAGRANDE	PZ-01				PZ-02				PZ-04				PZ-05			
	Local de instalação:				Local de instalação:				Local de instalação:				Local de instalação:			
	Estaca:	10+00			Estaca:	10+00			Estaca:	10+00			Estaca:	20+00		
BARRAGEM BRAÚNAS	Afast. (m):	1,34 J			Afast. (m):	1,33 J			Afast. (m):	30,57 J			Afast. (m):	2,06 J		
Período: Mar/2017 a Mai/2024	Norte (m):	578927,75			Norte (m):	578927,35			Norte (m):	578911,63			Norte (m):	579088,93		
	Este (m):	9038237,59			Este (m):	9038237,90			Este (m):	9038213,18			Este (m):	9038118,80		
	Data da instalação:				Data da instalação:				Data da instalação:				Data da instalação:			
	Cota instal:	391,64			Cota instal:	382,50			Cota instal:	381,60			Cota instal:	386,46		
	Nível de Alerta:	seco			Nível de Alerta:	388,40			Nível de Alerta:	384,10			Nível de Alerta:	seco		
	Nível de Atenção:	seco			Nível de Atenção:	387,48			Nível de Atenção:	383,96			Nível de Atenção:	seco		
	Nível Normal:	seco			Nível Normal:	383,83			Nível Normal:	383,39			Nível Normal:	seco		

Data	Leiturista	Condição Climática	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezom. (m)	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)
09/01/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
24/01/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
07/01/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
20/01/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
07/03/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
19/03/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
03/04/24	Welington	Sol	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
15/04/24	Welington	Chuva	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46
08/05/24	Welington	Chuva	SECO	402,14	10,50	391,64	SECO	402,07	19,57	382,50	SECO	387,25	5,65	381,60	SECO	402,24	15,78	386,46

PIEZÔMETRO CASAGRANDE	PZ-06				PZ-08				PZ-09				PZ-10			
	Local de instalação:				Local de instalação:				Local de instalação:				Local de instalação:			
	Estaca:	20+00			Estaca:	20+00			Estaca:	27+00			Estaca:	27+00		
BARRAGEM BRAÚNAS	Afast. (m):	1,98 J			Afast. (m):	43,83 J			Afast. (m):	1,38 J			Afast. (m):	1,3 J		
Período: Mar/2017 a Mai/2024	Norte (m):	579088,68			Norte (m):	579063,22			Norte (m):	579201,86			Norte (m):	579201,49		
	Este (m):	9038119,08			Este (m):	9038085,86			Este (m):	9038037,03			Este (m):	9038037,41		
	Data da instalação:				Data da instalação:				Data da instalação:				Data da instalação:			
	Cota instal:	373,93			Cota instal:	372,82			Cota instal:	383,08			Cota instal:	365,90		
	Nível de Alerta:	381,97			Nível de Alerta:	375,72			Nível de Alerta:	seco			Nível de Alerta:	376,59		
	Nível de Atenção:	380,63			Nível de Atenção:	375,51			Nível de Atenção:	seco			Nível de Atenção:	374,88		
	Nível Normal:	375,26			Nível Normal:	374,66			Nível Normal:	seco			Nível Normal:	368,08		

Data	Leiturista	Condição Climática	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)	Leitura (m)	Cota de Topo atual (m)	Profundidade atual (m)	Cota Piezôm. (m)
09/01/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,16	401,85	29,03	368,69
24/01/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,22	401,85	29,03	368,63
07/01/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,19	401,85	29,03	368,66
20/01/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,19	401,85	29,03	368,66
07/03/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,17	401,85	29,03	368,68
19/03/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,16	401,85	29,03	368,69
03/04/24	Welington	Sol	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,18	401,85	29,03	368,67
15/04/24	Welington	Chuva	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,16	401,85	29,03	368,69
08/05/24	Welington	Chuva	SECO	402,10	28,17	373,93	SECO	380,27	7,45	372,82	SECO	401,85	29,03	383,08	33,16	401,85	29,03	368,69

PIEZÔMETRO CASAGRANDE	PZ-12	PZ-13	PZ-14	PZ-16
BARRAGEM BRAÚNAS	Local de instalação:	Local de instalação:	Local de instalação:	Local de instalação:
Período: Mar/2017 a Mai/2024	Estaca: 27+00	Estaca: 32+00	Estaca: 32+00	Estaca: 32+00
	Afast. (m): 50,72 J	Afast. (m): 1,56 J	Afast. (m): 1,55 J	Afast. (m): 21,59 J
	Norte (m): 579173,08	Norte (m): 579282,44	Norte (m): 579282,09	Norte (m): 579271,55
	Este (m): 9037996,95	Este (m): 9037977,87	Este (m): 9037978,14	Este (m): 9037961,02
	Data da instalação:	Data da instalação:	Data da instalação:	Data da instalação:
	Cota instal: 367,19	Cota instal: 392,28	Cota instal: 389,45	Cota instal: 389,49
	Nível de Alerta: 370,79	Nível de Alerta: 393,05	Nível de Alerta: 393,05	Nível de Alerta: 390,29
	Nível de Atenção: 370,48	Nível de Atenção: 392,44	Nível de Atenção: 392,44	Nível de Atenção: 390,19
	Nível Normal: 369,23	Nível Normal: seco	Nível Normal: 390,03	Nível Normal: 389,78

Data	Leiturista	Condição Climática	PZ-12 Leitura (m)	PZ-12 Cota de Topo atual (m)	PZ-12 Profundidade atual (m)	PZ-12 Cota Piezôm. (m)	PZ-13 Leitura (m)	PZ-13 Cota de Topo atual (m)	PZ-13 Profundidade atual (m)	PZ-13 Cota Piezôm. (m)	PZ-14 Leitura (m)	PZ-14 Cota de Topo atual (m)	PZ-14 Profundidade atual (m)	PZ-14 Cota Piezôm. (m)	PZ-16 Leitura (m)	PZ-16 Cota de Topo atual (m)	PZ-16 Profundidade atual (m)	PZ-16 Cota Piezôm. (m)
09/01/24	Welington	Sol	7,64	375,88	3,06	368,24	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
24/01/24	Welington	Sol	7,66	375,88	3,06	368,22	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
07/01/24	Welington	Sol	7,64	375,88	3,06	368,24	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
20/01/24	Welington	Sol	7,63	375,88	3,06	368,25	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
07/03/24	Welington	Sol	7,63	375,88	3,06	368,25	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
19/03/24	Welington	Sol	7,61	375,88	3,06	368,27	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
03/04/24	Welington	Sol	7,64	375,88	3,06	368,24	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
15/04/24	Welington	Chuva	7,64	375,88	3,06	368,24	SECO	402,12	29,30	392,28	12,29	402,11	29,29	389,82	SECO	392,57	19,75	389,49
08/05/24	Welington	Chuva	7,64	375,88	3,06	368,24	SECO	402,12	29,30	392,28	12,30	402,11	29,29	389,81	SECO	392,57	19,75	389,49

Figura 7.3 – Seção instrumentada - estaca 10+00 e gráficos das leituras do PZ-01, PZ-02 e PZ-04.

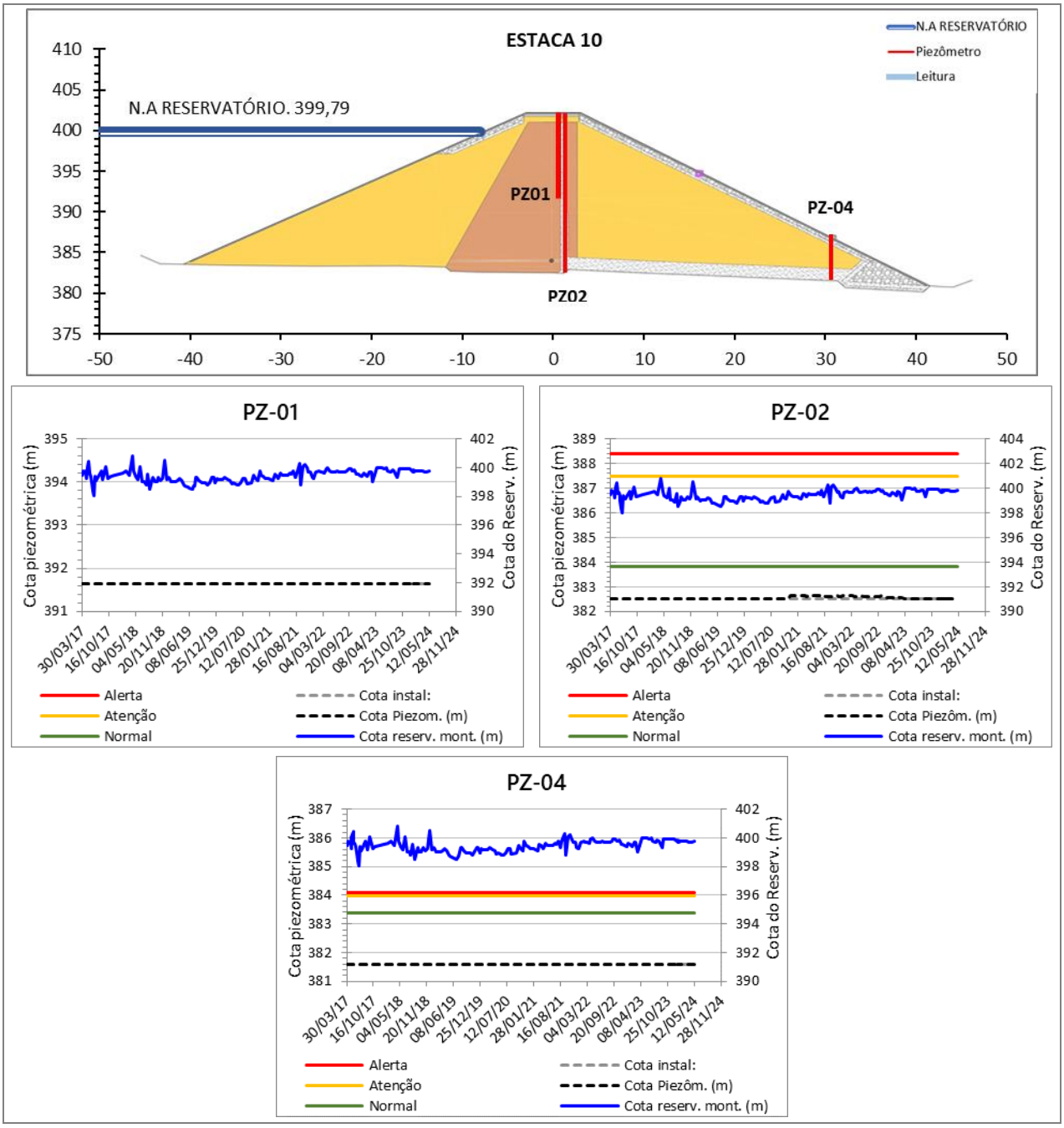


Figura 7.4 – Seção instrumentada - estaca 20+00 e gráficos das leituras do PZ-05, PZ-06 e PZ-08.

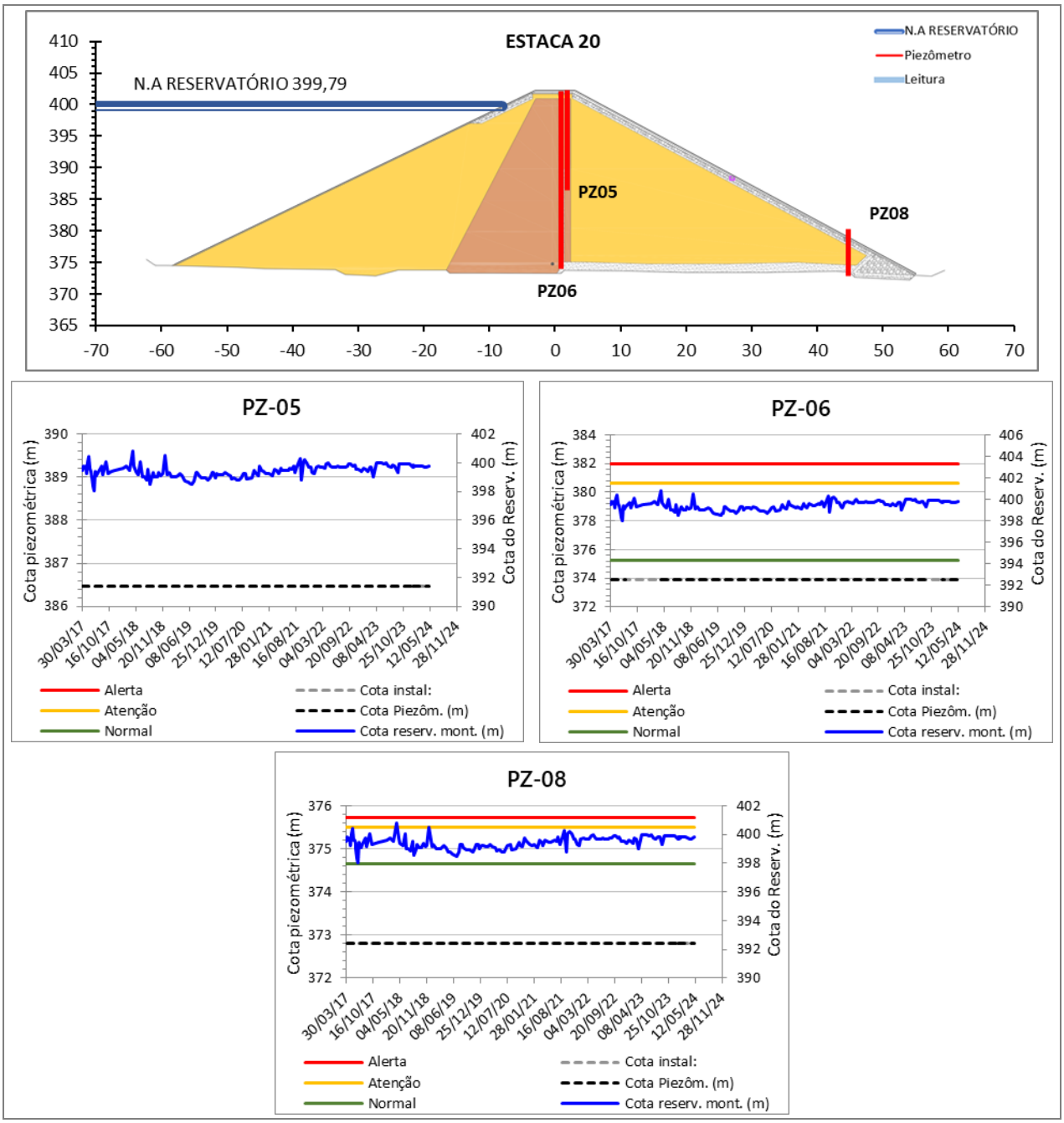


Figura 7.5 – Seção instrumentada - estaca 27+00 e gráficos das leituras do PZ-09, PZ-10 e PZ-12.

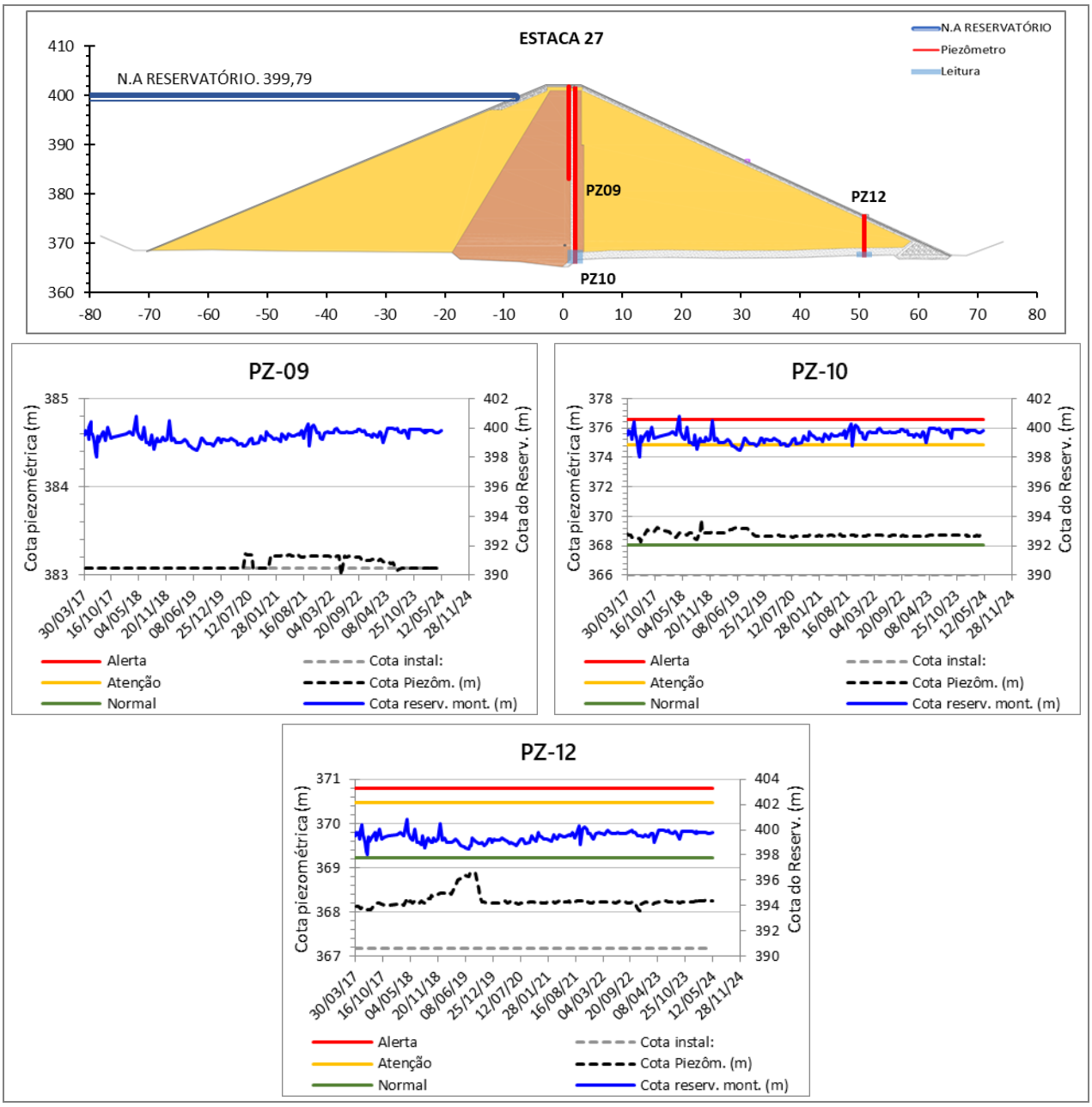
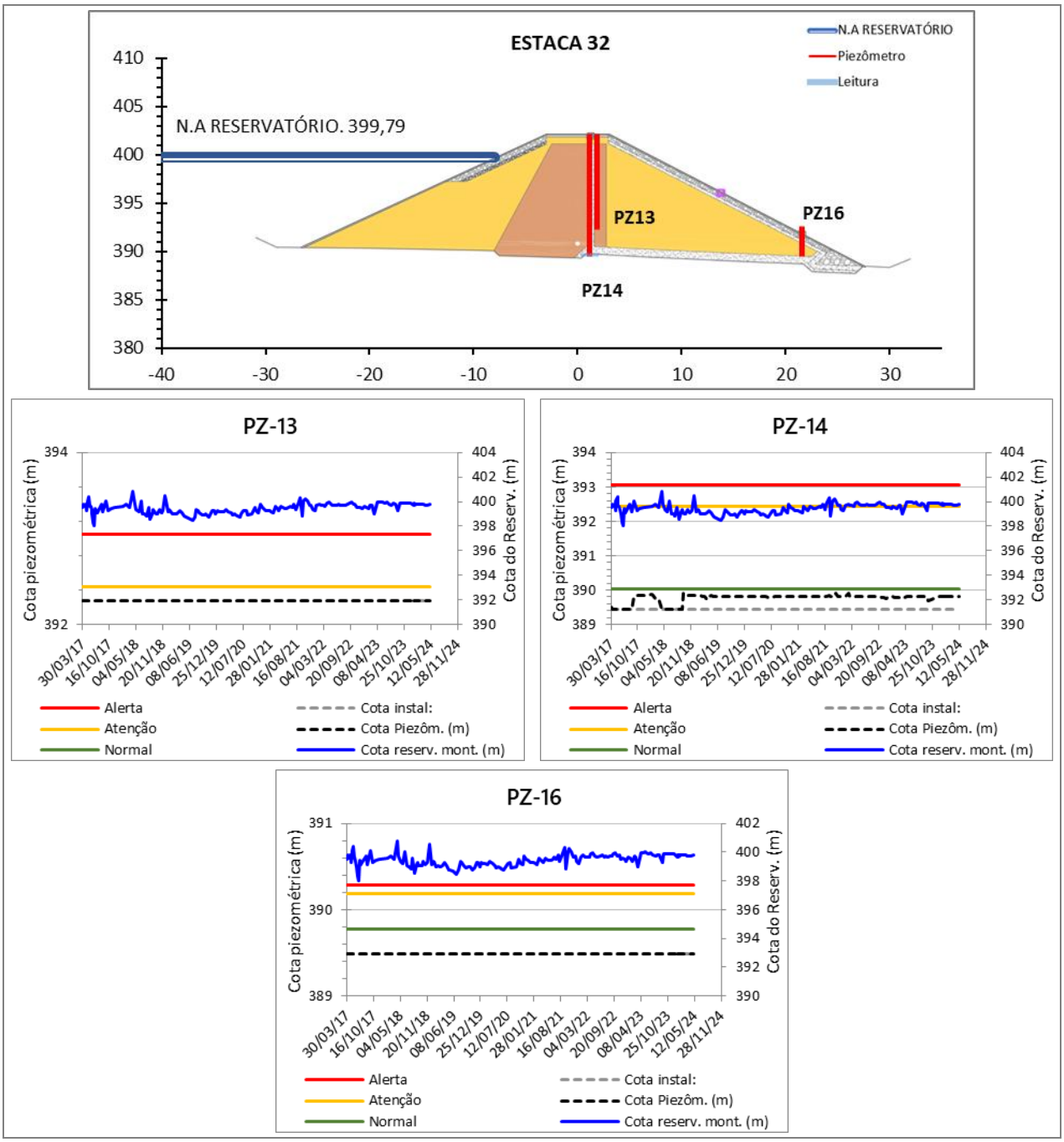


Figura 7.6 – Seção instrumentada - estaca 32+00 e gráficos das leituras do PZ-13, PZ-14 e PZ-16.



A Barragem Braúnas tem perfil do tipo zoneado, composta de núcleo argiloso com espaldares de material conglomerado, sendo o sistema de drenagem interna constituído por filtro vertical e tapete drenante, que se encontra ligado a um dreno de pé. Os piezômetros encontram-se dispostos em 4 (quatro) seções transversais do barramento, sendo uma no leito do rio (E-27+00), duas no sentido da ombreira direita (E-10+00 e E-20+00) e uma no sentido da ombreira esquerda (E-32+00).

No monitoramento que ocorre desde o início da operação, percebe-se que dos 12 (doze) piezômetros instalados, 9 (nove) se encontram com carga nula, sendo que a maioria sempre esteve seco. Verifica-se a presença de carga apenas nos piezômetros PZ's 10 e 12 da estaca E-27 e no PZ-14 (E-32). Esses instrumentos estão dispostos no contato do maciço/tapete drenante e fundação, de modo que apresentam leituras estabilizadas e no nível normal de operação previsto pela projetista.

Em análise à documentação pretérita, a Nota Técnica 1230-NTC-2105-20-04-001-R01, emitida em agosto de 2016 pelo Consórcio Projetista TECHNE, PROJETEC e BRLi, aborda preocupações relacionadas ao piezômetro PZ-10 que apresentou níveis preocupantes devido ao confinamento da saída do dreno de pé. O Consórcio recomendou a escavação de dois canais: a jusante do dreno de pé (Eixo 1 – 160 m de comprimento) e a jusante da tomada d'água (Eixo 2 – 170 m de comprimento), que seriam direcionados a um canal que conduziria as águas até o riacho Braúnas. Contudo, esses canais não foram construídos em sua totalidade, sendo observado uma escavação junto ao *offset* de jusante do barramento, com surgências de água direcionadas aos medidores de vazão instalados em 2019 pelo Consórcio Pré-Operador. Diante dessa situação, é sugerido que seja conduzido um estudo para avaliar a viabilidade do projeto proposto em agosto de 2016, à luz das condições atuais.

No mais, observa-se que existem inconsistências entre as cotas de instalação, de topo e os níveis de controle previstos em projeto dos piezômetros: PZ-01, PZ-08, PZ-10, PZ-PZ-13 e PZ-16. Levando em consideração que os níveis de controle dos instrumentos foram gerados com base nas cotas de projeto, é recomendado que seja analisada a possibilidade de redefinição dos níveis de controle desses instrumentos, considerando as condições construídas em campo.

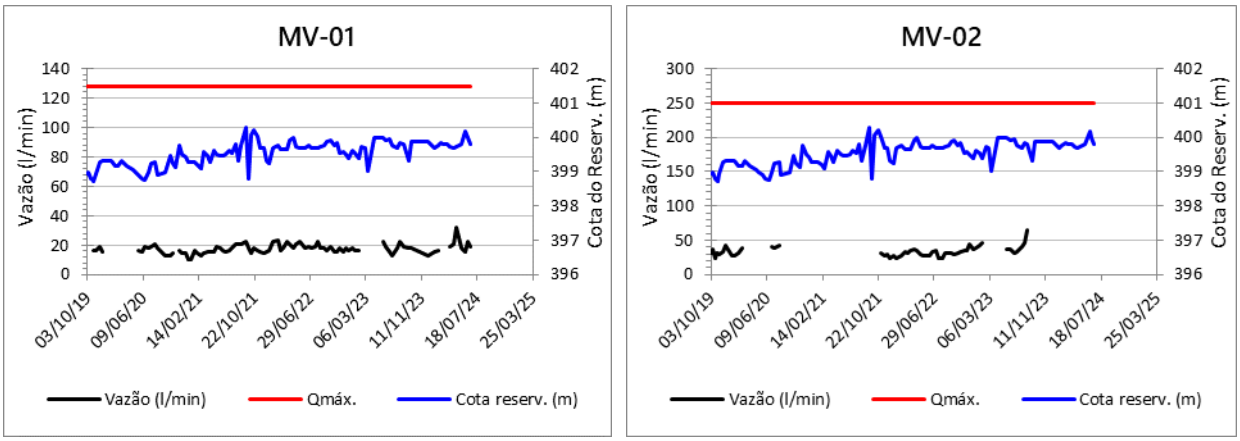
7.2.2 Medidores de Vazão

Apresenta-se abaixo o ***Quadro 7.3*** com as últimas leituras dos Medidores de Vazão MV's 01 e 02, e na sequência tem-se a representação gráfica dos seus acompanhamentos (***Figura 7.5***).

Quadro 7.3 – *Leitura dos Medidores de Vazão*

MEDIDOR		MV-01		MV-02	
ESTACA		12+10		26+8	
Data	NA Reservatório (m)	Leitura (cm)	Vazão (l/min)	Leitura (cm)	Vazão (l/min)
09/01/24	399,69	3,2	15,39	AFOG.	
24/01/24	399,76	3,3	16,62	AFOG.	
07/02/24	399,84	N/L		N/L	
20/02/24	399,80	N/L		N/L	
07/03/24	399,79	N/L		N/L	
19/03/24	399,74	3,5	19,25	N/L	
03/04/24	399,70	3,6	20,66	N/L	
15/04/24	399,71	4,3	32,21	N/L	
08/05/24	399,79	3,4	17,91	N/L	

Figura 7.5 - *Acompanhamento das leituras realizadas nos medidores de vazão MV-01 e MV-02*



O projeto executivo, previu a implantação de 4 (quatro) medidores de vazão do tipo triangular, os quais, durante a inspeção, não foram identificados. No entanto, o antigo Consórcio Operador instalou no ano de 2019, dois MV's provisórios, o MV-01 (***Foto 6.44***) e o MV-02 (***Foto 6.45***).

Estima-se que a área de influência do medidor MV-01 se encontra entre as estacas E-08+05 e E-14+00 e do MV-02 entre as estacas E-16+00 e E-27+05. O MV-01 têm apresentado vazões condizentes com o nível do reservatório e as suas leituras permanecem sem picos de anormalidade. No mais, destaca-se para importância do revestimento dos canais de aproximação e restituição desses instrumentos, que se encontram constantemente afogados. A situação decorre do assoreamento constante

dos canais, o que impossibilita a leitura das vazões, como pode ser observado nas lacunas presentes nos gráficos de acompanhamento de *vazãoxtempo*.

É importante destacar que há um vazamento de água ocorrendo nas paredes de concreto da galeria da tomada d'água (TUD). O direcionamento da água para fora da estrutura é realizado por meio de um tubo de PVC instalado na mureta de concreto (***Foto 6.35***) e monitoramento por um medidor de vazão situado na lateral esquerda (***Foto 6.37***). Embora tenham sido observadas algumas variações na vazão, ela sempre se estabiliza, o que significa que, na data atual, não representa um risco para a integridade do barramento.

7.2.3 Deslocamentos

7.2.3.1 Medidor Magnético de Recalque

A seguir são apresentadas as últimas leituras das auscultações do Medidor Magnético de Recalques MMR-01 no ***Quadro 7.4*** , e posteriormente, na ***Figura 7.7*** têm-se a representação gráfica do deslocamento vertical deste instrumento.

Quadro 7.4 – *Recalques do Medidor MMR-01.*

MEDIDOR MAGNÉTICO DE RECALQUE				
MEDIDOR	**MMR-01**			**Est.: 33+00**
PLACA	**Placa 3**	**Placa 2**	**Placa 1**	**Recalque Total Acumulado no Instrumento RTAI (mm)**
DATA	Recalque camada **RC** (mm)			
09/01/24	-120	-10	0	-130
07/02/24	-120	-10	0	-130
20/02/24	-120	-10	0	-130
07/03/24	-120	-10	0	-130
19/03/24	-120	-10	0	-130
03/04/24	-120	-10	0	-130
15/04/24	-120	-10	0	-130
08/05/24	-120	-10	0	-130

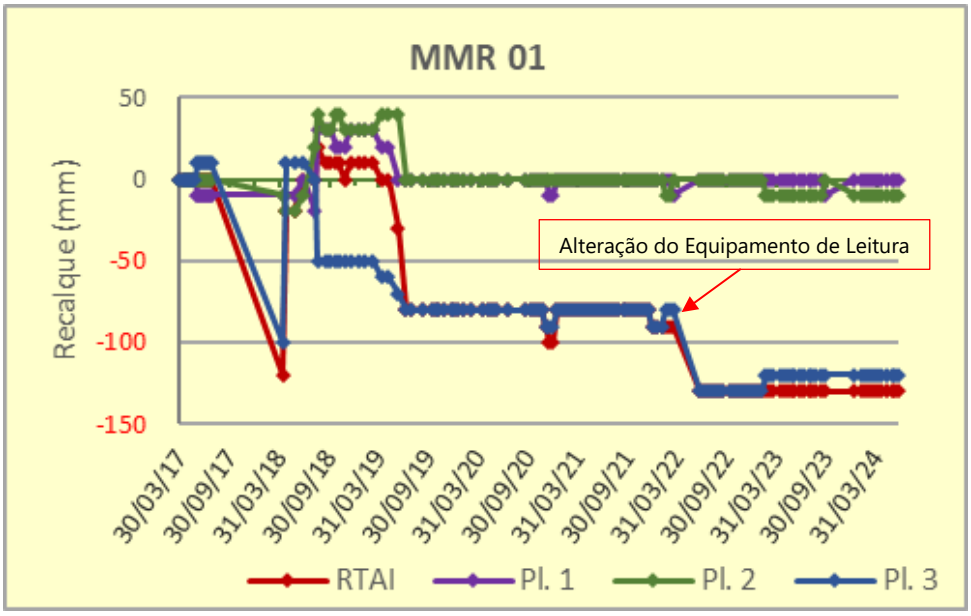


Figura 7.7 – *Recalque total acumulado do MMR-01.*

De acordo com a Nota Técnica nº 1230-NTC-2105-04-02-003-R03, era prevista a instalação de 8 (oito) medidores de recalque telescópicos, sendo observado que um destes foi substituído por um medidor magnético de recalque (MMR-01) e os demais foram instalados, mas não são funcionais. Considera-se que, na maioria, os recalques geralmente ocorrem na construção e são compensados, contudo observa-se a existência de leituras disponíveis apenas a partir do período de enchimento e operação.

O medidor magnético de recalque instalado na estaca E-10 do maciço, é constituído de um conjunto de 3 (três) placas de recalque, além da placa de referência. Na análise gráfica das deformações registradas, nota-se que as placas 01(camada superior) e 02 (camada intermediária) indicam recalques nulos e menores, em comparação à placa 03. Nota-se que o valor bruto do recalque aferido pela placa 03 (camada inferior), aumentou abruptamente em diversas ocasiões, coincidindo com a alteração de leituristas e, por último, devido a modificação do equipamento de leitura (22/06/2022). Todavia, assim como para as demais camadas, observa-se que as deformações lidas pela placa 03 têm indicado tendência de estabilização desde julho de 2019, ou seja, sem ocorrência de aceleração no crescimento dos recalques.

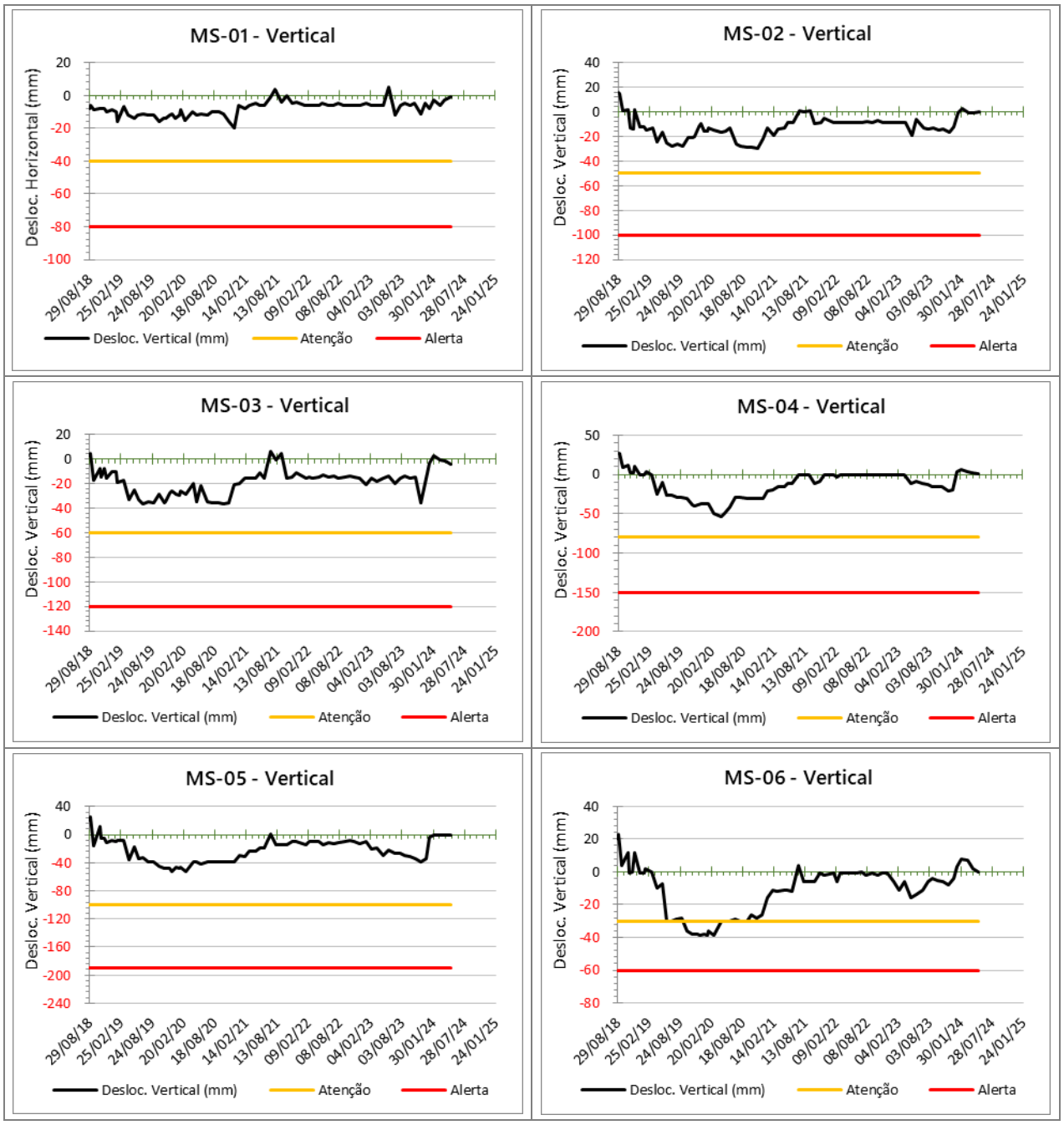
7.2.3.2 Marcos Superficiais – MS

A seguir são apresentadas as últimas leituras das auscultações dos Marcos Superficiais MS's 01, 02, 03, 04, 05 e 06 no ***Quadro 7.5***, e posteriormente, na ***Figura 7.8*** têm-se a representação gráfica do deslocamento vertical destes instrumentos.

Quadro 7.5 – *Leituras dos Marcos Superficiais.*

MARCO SUPERFICIAL Barragem e Dique Braúnas		MS-01		MS-02		MS-03		MS-04		MS-05		MS-06	
		Estaca	5+00	Estaca	10+00	Estaca	16+00	Estaca	21+00	Estaca	26+00	Estaca	32+00
		Instal.:	401,968	Instal.:	402,001	Instal.:	401,939	Instal.:	401,937	Instal.:	401,878	Instal.:	402,089
Data	N.A. Mont. (m)	Deslocamento Vertical											
		Cota (m)	p/cima (+) p/baixo (-) (mm)	Cota (m)	p/cima (+) p/baixo (-) (mm)	Cota (m)	p/cima (+) p/baixo (-) (mm)	Cota (m)	p/cima (+) p/baixo (-) (mm)	Cota (m)	p/cima (+) p/baixo (-) (mm)	Cota (m)	p/cima (+) p/baixo (-) (mm)
10/01/24	399,69	401,960	-8,00	402,000	-1,00	401,936	-3,00	401,940	3,00	401,874	-4,00	402,092	3,00
05/02/24	399,86	401,965	-3,00	402,004	3,00	401,942	3,00	401,943	6,00	401,877	-1,00	402,097	8,00
11/03/24	399,90	401,962	-6,00	402,000	-1,00	401,938	-1,00	401,940	3,00	401,878	0,00	402,096	7,00
08/04/24	399,63	401,965	-3,00	402,000	-1,00	401,937	-2,00	401,939	2,00	401,878	0,00	402,091	2,00
13/05/24	399,72	401,967	-1,00	402,001	0,00	401,935	-4,00	401,938	1,00	401,877	-1,00	402,089	0,00

Figura 7.8 – *Representação gráfica dos deslocamentos verticais dos Marcos Superficiais MS-01, MS-02, MS-03, MS-04, MS-05 e MS-06.*



O acompanhamento com marcos de deslocamento superficial da Barragem Braúnas é realizado desde agosto de 2018, de modo que não há medidas do período construtivo. Através dos 6 (seis) marcos superficiais instalados na região do coroamento, verifica-se os recalques e sobreelevação ocorridos na crista da barragem. Nota-se pelos gráficos de acompanhamento variações consideráveis nas leituras dos instrumentos no início do monitoramento, sendo que atualmente pode ser visualizada uma tendência

de estabilização das leituras, além de serem registrados menores valores de deslocamento.

Importante destacar que foi adquirido um novo equipamento de leitura (estação total) em novembro de 2023 e, no início de 2024 foram atualizadas as cotas dos marcos de referência, utilizando para isso o sistema RTK (Real Time Kinematic), cuja medição apresenta valores mais precisos. Nesse sentido, observa-se que as leituras subsequentes a atualização das cotas de referência tem indicado menores variações, conforme explicitado anteriormente.

Durante a inspeção não foram visualizadas deformações na superfície, afundamentos ou trincas recentes. No mais, recorda-se que havia entre as estacas uma trinca longitudinal entre as E-10+10 até a E-34 +10, que foi recuperada pelo Consórcio Operador do PISF em junho de 2021 (2208-REL-2105-01-20-002-R01 – ISR 2021), de acordo com as recomendações expostas na Nota Técnica 1377-NTC-3500-04-02-041-R02 de abril de 2017 emitida pelo Consórcio CONCREMAT/ARCADIS-LOGOS.

8. AVALIAÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A inspeção de campo realizada na Barragem e Dique Braúnas, pela equipe técnica do Consórcio Operador, permitiu observar algumas anomalias, entre elas:

- A Estrada de acesso à barragem apresenta boas condições de tráfego, verificou-se que a maior parte do acesso possui pavimentação asfáltica, no entanto, há a necessidade de melhorias em um pequeno trecho, que não possui revestimento asfáltico, para possibilitar o tráfego de veículos em período chuvoso. Ainda se observou deficiência de sinalização na estrada e na barragem;
- A presença de sinais de tráfego de veículos e deficiência no revestimento de proteção no coroamento permite o acúmulo de água sobre a barragem, podendo causar saturação no maciço e erosões nas suas laterais, efeitos potencializados pela falta de meio-fio, drenagens superficiais, descida d'água e declividade adequada da berma, remanescente da obra[1];

- O Consórcio Operador realiza manutenções civis com a frequência necessária para manter e monitorar as ações preventivas e corretiva das estruturas de sua competência;
- Inexistência de canaletas de pé de talude do sistema de drenagem superficial;
- Na região de jusante e no pé do talude de jusante entre a estaca 07+00 e a tomada d'água e nas proximidades da estaca 28+00 foram observadas surgências;
- Na estrutura da tomada d'água foram observados sinais de corrosão e oxidação na comporta, nas guias de decidas da comporta/grade de proteção e no tubo de aeração. Além disso, consta a falta dos patins de guias laterais. Foram observadas também a falta das calagens de sustentação das comportas juntos as guias. Foi observado que que a torre está desenergizada. Durante essa inspeção não foi visualizada nem a viga pescadora e nem a talha elétrica instalada no pórtico;
- A válvula dispersora necessita de tratamento e pintura;
- O canal de restituição da Tomada D'água também não possui caimento adequado, o que dificulta o escoamento da água por gravidade;
- Surgências no interior da galeria da tomada d'água. Foi visualizado um medidor de vazão instalado próximo a saída da galeria;
- A casa de comando está construída, mas ainda inacabada, necessitando de complementos, remanescente da obra[1];
- Foi observada a existência de uma rede elétrica que se estende até as proximidades da casa de comando. Entretanto, a casa de comando encontra-se desenergizada por falta de interligação do transformador com o painel de entrada, mostrando que o controle está sendo realizado de forma manual. Verificou-se também, a ausência de poste de iluminação externa no entorno da casa de comando assim como cerca de proteção;
- O canal de restituição do vertedouro encontra-se parcialmente interceptado por uma estrada de serviço;

- No vertedouro e muros laterais foram identificadas algumas anomalias, tais como: fissuras superficiais e pequeno vazamento pelas juntas. Além da falta de guarda corpo na estrutura do vertedouro;
- A falta de estrutura de acesso às caixas de proteção para os piezômetros propicia a dificuldade em suas leituras;
- Não foram instalados os medidores de vazão previstos no projeto executivo. Foram visualizados dois medidores de vazão provisórios que se encontram com as placas oxidadas;
- Observou-se inconsistências nas cotas de instalação dos piezômetros: PZ-01, PZ-08, PZ-10, PZ-PZ-13 e PZ-16;
- Percebe-se que o MV-02 encontra-se constantemente afogado, entende-se que a situação decorre do assoreamento constante dos canais de aproximação e restituição, em razão da ausência de enrocamento de proteção;
- Não consta da documentação disponível, a Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB) de Braúnas. Cabe também salientar que o Plano de Ação de Emergência (PAE) do barramento necessita ser atualizado, conforme revisão da legislação vigente. O RPSB encontra-se em elaboração para as 12 (doze) do sistema adutor do Eixo Leste do PISF, por meio do contrato 0.0299.00/2023, celebrado entre a MMC Engenharia LTDA e a CODEVASF.

9. RECOMENDAÇÕES, AÇÕES E SUGESTÃO DE PRAZOS A SEREM IMPLEMENTADAS PELO EMPREENDEDOR

Seguem, no ***Quadro 9.1***, as recomendações e ações necessárias para correções das anomalias observadas durante a vistoria de campo, bem como as indicações dos prazos a serem implementados. Essas ações devem ser atendidas pelo Empreendedor conforme preconiza o art.9º da Lei nº14.066/2020 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). É importante esclarecer que as indicações dos prazos para correções das anomalias fazem parte do conteúdo mínimo que deve constar no relatório de inspeção, conforme descrito na Resolução da ANA nº236/2017 - atualizada pela Resolução nº121/2022. Em virtude disso e considerando as peculiaridades dos serviços que são necessários para a manutenção e segurança das barragens, para fins de classificação dos prazos, a equipe de inspeção adotará os seguintes termos:

imediato, curto, médio, longo e prazo maior do que 12 meses (período no qual deverá ocorrer nova inspeção). Considerando esses critérios, seguem no

Quadro 9.2 os prazos para atendimento das recomendações.

Quadro 9.1 *– Recomendações de ações e prazos a serem implementados – Barragem Barreiro*

ITEM	RECOMENDAÇÕES	PRAZOS PARA CORREÇÃO	JUSTIFICATIVAS
Para as correções das anomalias **NPA=0** propõem-se:			
1	Restauração do coroamento através do preenchimento dos pontos com sinais de tráfego, conforme projetado, remanescente da obra¹	Longo	Esses rebaixamentos que se formam contribui para acumulação de água o que permite a ocorrência de saturação do maciço.
2	Implantação de sistema de drenagem superficial com a instalação de meio-fio e descidas para água na berma, remanescente da obra¹	Médio	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.
3	Conclusão da casa de comando, execução de cerca de proteção, energização, postes de iluminação externa	Médio	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.
4	Tratamento e pintura da comporta e guia de descida comporta/grade da torre da torre da tomada d'água e tubo de aeração e válvula dispersora	Longo	A falta de tratamento dessas estruturas, que já apresenta alguns pontos de oxidação, pode gerar possíveis problemas em sua operação futura.
5	Reconstituir o canal de restituição da saída da Tomada d'Água para as condições de projeto, remanescente da obra¹	Médio	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.
6	Restabelecer a cota final de escavação do canal de restituição do vertedouro conforme indicado em projeto, remanescente da obra¹	Médio	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.
7	Tratamento/reparo da surgência de água no interior da galeria	Médio	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.
8	Recomenda-se que seja efetuado o tratamento das juntas e do concreto do vertedouro	Longo	A estrutura do vertedouro encontra-se em bom estado de conservação. Essa anomalia não compromete a sua segurança, mas devem ser tratadas de forma sistemática.
9	Execução da estrutura de acesso às caixas de instrumentação no talude de jusante, remanescente da obra¹	Médio	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.

ITEM	RECOMENDAÇÕES	PRAZOS PARA CORREÇÃO	JUSTIFICATIVAS
10	Recomenda-se a instalação dos medidores de vazão indicado em projeto, remanescente da obra[1] e a adequação dos medidores de vazão provisórios existentes, realizando o revestimento com material granular no canal de restituição do MV-02, ou a instalação da placa nas proximidades do bueiro existente no local	Curto	Entende-se que os medidores de vazão são instrumentos importantes, pois eles exercem tanto a função de medir as águas que percolam e também são os instrumentos que alertam primeiro quanto a formação de *piping*.
11	Sugere-se que seja realizada a reavaliação dos níveis de controle dos piezômetros: PZ-01, PZ-08, PZ-10, PZ-PZ-13 e PZ-16, bem como faz-se necessário a realização de um estudo para avaliar a necessidade de intervenção em relação ao piezômetro que já operou em níveis superiores ao nível de atenção e alerta.	Curto	Os dados fornecidos pela instrumentação fazem parte do sistema de observação da barragem e fornecem indicadores qualitativos e quantitativos importantes quanto ao comportamento da estrutura, sendo de suma importância a determinação de níveis de controle para o instrumento.
12	Sugere-se, em relação as surgências identificadas na região de jusante, a contratação de um estudo com foco no diagnóstico das causas das surgências e avaliação da necessidade ou não de execução de obra corretiva	Curto	Entende-se que uma intervenção seria necessária para evitar a evolução da anomalia, como por exemplo a saturação do maciço ou a ocorrência de um fluxo concentrado e preferencial na fundação, que poderiam ocasionar algum risco para segurança da estrutura.
13	Elaboração da RPSB (Revisão Periódica de Segurança de Barragem); Atualização do Plano de Ação de Emergência (PAE), conforme revisão da legislação vigente	Curto	Essa anomalia deve ser objeto de atenção e de tomada de providencias para viabilizar uma alternativa para solução.

Quadro 9.2 – *Critérios de prazos para atendimento das recomendações*

CRITÉRIOS DE PRAZOS	PRAZO PARA ATENDIMENTO DAS RECOMENDAÇÕES
IMEDIATO	0 A 1 MÊS
CURTO	0 A 4 MESES
MÉDIO	0 A 8 MESES
LONGO	0 A 12 MESES
REAVALIAÇÃO NA PROXIMO ISR	MAIORES DO QUE 12 MESES

10. COMPARATIVO E AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DO ISR 2023

No relatório de Inspeção de Segurança Regular - ISR de 2023 da Barragem e Dique Braúnas, foram relatadas as propostas de intervenções conforme descritas no **Quadro 10.1**. O quadro, também, descreve as propostas e as ações corretivas que foram realizadas em 2024, assim como a avaliação destas.

***Quadro 10.1** – Comparativo e Avaliação das propostas de intervenções – Barragem e Dique Braúnas.*

ITEM	PROPOSTA DE INTERVENÇÕES ISR 2023	AÇÕES CORRETIVAS REALIZADAS - 2024	AVALIAÇÃO	SITUAÇÃO
1	Restauração do coroamento através do preenchimento dos pontos com sinais de tráfego, conforme projetado, remanescente da obra[1]	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
2	Implantação de sistema de drenagem superficial com a instalação de meio-fio e descidas para água na berma, remanescente da obra[1]	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
3	Conclusão da casa de comando, execução de cerca de proteção, energização, postes de iluminação externa	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
4	Tratamento e pintura da viga pescadora, grade e guia de descida comporta/grade da torre da torre da tomada d'água e tubo de aeração e válvula dispersora	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
5	Reconstituir o canal de restituição da saída da Tomada d'Água para as condições de projeto, remanescente da obra[1]	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
6	Restabelecer a cota final de escavação do canal de restituição do vertedouro conforme indicado em projeto, remanescente da obra[1]	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
7	Tratamento/reparo da surgência de água no interior da galeria	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
8	Recomenda-se que seja efetuado o tratamento das juntas e do concreto do vertedouro	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023

Quadro 10.1 *– Comparativo e Avaliação das propostas de intervenções – Barragem e Dique Braúnas.*

ITEM	PROPOSTA DE INTERVENÇÕES ISR 2023	AÇÕES CORRETIVAS REALIZADAS - 2024	AVALIAÇÃO	SITUAÇÃO
9	Execução da estrutura de acesso às caixas de instrumentação no talude de jusante, remanescente da obra[1]	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
10	Recomenda-se a instalação dos medidores de vazão indicado em projeto, remanescente da obra[1] e a adequação dos medidores de vazão provisórios existentes, realizando o revestimento com material granular no canal de restituição do MV-02, ou a instalação da placa nas proximidades do bueiro existente no local	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
11	Sugere-se que seja realizada a reavaliação dos níveis de controle dos piezômetros: PZ-01, PZ-08, PZ-10, PZ-PZ-13 e PZ-16, bem como faz-se necessário a realização de um estudo para avaliar a necessidade de intervenção em relação ao piezômetro que já operou em níveis superiores ao nível de atenção e alerta.	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
12	Sugere-se, em relação as surgências identificadas na região de jusante, a contratação de um estudo com foco no diagnóstico das causas das surgências e avaliação da necessidade ou não de execução de obra corretiva	-	Ação não realizada	Inalterada desde setembro de 2023
13	Elaboração da RPSB (Revisão Periódica de Segurança de Barragem); Atualização do Plano de Ação de Emergência (PAE), conforme revisão da legislação vigente	Atividade em execução	-	Contrato 0.0299.00/2023, celebrado entre a MMC Engenharia LTDA e a CODEVASF

11. DECLARAÇÃO DO NÍVEL DE PERIGO GLOBAL DA BARRAGEM (NPGB)

DECLARAÇÃO DO NÍVEL DE NORMAL DA BARRAGEM

A Resolução 236 de 30 de janeiro de 2017, da Agência Nacional de Águas (ANA) e atualizada pela Resolução 121 de maio de 2022 estabelece o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Relatório de Inspeção de Segurança. Com base nesta resolução, Art. 12, parágrafo único, ao final da inspeção deverá ser determinado um Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB), que "será no mínimo igual ao NPA (Nível de Perigo da Anomalia) de maior gravidade".

Conforme documentado nas fichas de inspeção, para cada um dos itens inspecionados, e em particular para aqueles onde se detectou algum tipo de anomalia, foi atribuído o seu respectivo NPA. Dessa forma, em consulta às fichas, verifica-se que durante a inspeção de segurança o máximo NPA atribuído foi igual a 0, o que significa Nível de NORMAL. "Quando determinada anomalia não compromete a segurança da barragem. Não houve atribuição de NPA igual a 1, 2 ou 3 em nenhum caso.

Assim, os inspetores declaram para os devidos fins que o Nível de Perigo Global da Barragem e Dique Braúnas é classificado com Normal (NPGB = 0).

De acordo com a ANA o NPGB = 0 de Normal diz que: Quando determinada anomalia não compromete a segurança da barragem.

Todavia, a equipe de inspeção sugere que as inspeções de segurança regulares, nos moldes aqui apresentados, sejam feitas na Barragem e Dique Braúnas com uma periodicidade, registrando o comportamento das anomalias em épocas secas e chuvosas.

Desta forma, destacamos ao Empreendedor:

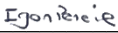
- Continuidade do sistema de monitoramento por meio da auscultação e inspeção rotineira da barragem;
- Elaborar um planejamento para a correção das anomalias aqui apresentadas dentro de um prazo proporcional à gravidade identificada;

- Certificar-se de que as anomalias mais graves sejam monitoradas e acompanhadas, quanto a sua evolução, para o caso de mudanças acentuadas no carregamento da barragem e demais estruturas associadas.

Pernambuco, 19 de junho de 2024.



Gisely Carmo de Jesus
Geol. Me. – CREA nº 07887943 PE



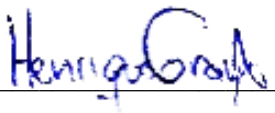
Igor Luiz Cordeiro Pereira
Eng. Civil – CREA nº 38333 PE



Luciano dos Santos Ribeiro
Eng. Civil – CREA nº PE05950258



Isadora Araújo Monzini
Eng. Civil – CREA nº PE18121511PE



Henrique César Menezes Souza Granja
Eng. Civil – CREA nº 1819686450PE

12. CONCLUSÕES

Na presente inspeção de segurança regular, não foram identificadas anomalias cuja magnitude possa comprometer a segurança global da estrutura da Barragem e Dique Braúnas no momento. Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem e Dique Braúnas possui **Nível de Perigo Global de Normal (NPGB = 0)**, ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem.

13. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PE

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco

ART OBRA / SERVIÇO
Nº PE20241140703

INICIAL

1. Responsável Técnico

GISELY CARMO DE JESUS
Título profissional: **GEÓLOGA**
RNP: **1207887943**
Registro: **07887943PE**

Empresa contratada: **CONSORCIO VECTOR / MAGNA / JPW**
Registro : **0000727008-PE**

2. Dados do Contrato

Contratante: **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF**
CPF/CNPJ: **00.399.857/0001-26**
QUADRA SGAN 601
Nº: **SN**
Complemento:
Bairro: **ASA NORTE**
Cidade: **BRASÍLIA**
UF: **DF**
CEP: **70790090**

Contrato: **0.0322.00/2022**
Celebrado em: **30/12/2022**
Valor: **R$ 55.655.082,70**
Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Público**
Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

AREA Projeto de Integração do Rio São Francisco
Nº: **S/N**
Complemento:
Bairro: **Sub-bacia GI-3 da Bacia do Rio São Francisco**
Cidade: **FLORESTA**
UF: **PE**
CEP: **56400000**
Data de Início: **01/02/2023**
Previsão de término: **31/01/2025**
Coordenadas Geográficas: **0, 0**
Finalidade:
Código: **Não Especificado**
Proprietário: **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF**
CPF/CNPJ: **00.399.857/0001-26**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
55 - Execução de serviço técnico > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > OBRAS DE TERRA > DE OBRAS DE TERRA > #3.3.1.3 - ATERRO	1,00	un
55 - Execução de serviço técnico > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem Braúnas, no Estado de Pernambuco. Possui perfil zoneado, com núcleo argiloso e espaldares construídos com material conglomerático. Apresenta altura máxima de 37,1m, coroamento na cota 402,10m e comprimento de 691,0m. Os taludes de montante e jusante são protegidos por rip-rap e enrocamento. O projeto do sistema de drenagem interna da barragem consiste de filtros verticais e tapete drenante horizontal, que termina em drenos de pé de enrocamento compactado. O reservatório ocupa uma área de 1,13 km². O vertedouro está situado no corpo do dique de contenção construído em uma sela topográfica barrando um ponto de fuga do reservatório. Foi projetado em concreto estrutural classe B, soleira livre com perfil Creager de 45,0m de largura, bacia de dissipação com 6,0m de comprimento e vazão de projeto de 28 m³/s. A tomada d'água para usos difusos foi projetada para vazões de até 2,0 m³/s através de uma ou duas válvulas dispersoras.

6. Declarações

7. Entidade de Classe

NÃO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Gisely Carmo de Jesus.
GISELY CARMO DE JESUS - CPF: 945.616.561-20

Serrinha, 27 de maio de 2024
Local data

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF - CNPJ: 00.399.857/0001-26

9. Informações

* Conforme Art. 4º da Resolução 1025/2009: O registro da ART efetiva-se após o seu cadastro no sistema eletrônico do CREA e o recolhimento do valor correspondente

10. Valor

Valor da ART: **R$ 262,55** Registrada em: **21/05/2024** Valor pago: **R$ 262,55** Nosso Número: **8306470904**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: http://crea-pe.sitac.com.br/publico, com a chave: wY053
Impresso em: 22/05/2024 às 08:08:56 por: , ip: 192.168.100.1

www.creape.org.br creape@creape.org.br
Tel: (81) 3423-4383 Fax: (81) 3423-4383

CREA-PE Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco