



MODELAGEM PISF

Estruturação de projeto de concessão do serviço de adução de água bruta no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF

RELATÓRIO DE OFERTA E DEMANDA, SOCIOAMBIENTAL E ENGENHARIA

TOMO III – ESTADO ATUAL DO PISF – Anexo 1 – Eixo Norte

ELABORADO: I.D.P. / T.C.D. / R.C.N. / J.C.H. / D.C.H.	APROVADO: Andrei de Mesquita Almeida CAU N° A49563-8
VERIFICADO: J.P.Z.	COORDENADOR GERAL: Marcos Oliveira Godoi
N° (CLIENTE):	CREA N° 0605018477-SP
N° ENGE CORPS: 1499-EGC-03-HI-RT-001-Anexo1-CP	DATA: 27/1/2025 REVISÃO: CP

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	35
2.	BARRAGEM TUCUTU (WBS 1105).....	38
3.	BARRAGEM TERRA NOVA (WBS 1106).....	56
4.	BARRAGEM SERRA DO LIVRAMENTO (WBS 1107)	68
5.	BARRAGEM MANGUEIRA (WBS 1108)	84
6.	BARRAGEM NEGREIROS (WBS 1109)	97
7.	BARRAGEM MILAGRES (WBS 1110)	117
8.	BARRAGEM JATI (WBS 1111).....	131
9.	BARRAGEM ATALHO (WBS 1112).....	143
10.	BARRAGEM PORCOS (WBS 1113).....	157
11.	BARRAGEM CANA BRAVA (WBS 1114).....	176
12.	BARRAGEM CIPÓ (WBS 1115)	182
13.	BARRAGEM BOI I/ BOI II (WBS 1116 E 1117).....	189
14.	BARRAGEM MORROS (WBS 1118)	203
15.	BARRAGEM BOA VISTA (WBS 1119)	213
16.	BARRAGEM CAIÇARA (WBS 1120)	229
17.	BARRAGEM ÁVIDOS (WBS 1121).....	243
18.	BARRAGEM SÃO GONÇALO	250
19.	CANAL WBS 1216 (CN12)	255
20.	TÚNEL CUNCAS I (WBS 1410)	258
21.	TÚNEL CUNCAS II (WBS 1420).....	266
22.	RÁPIDO ENTRE OS SEGMENTOS DE CANAL 1238 E 1241 (WBS 1382).....	271
23.	AQUEDUTO MARI (WBS 1307)	275
24.	GALERIA SOBRADINHO (WBS 1370)	279
25.	EBI-1 (WBS 1610).....	283
26.	EBI-2 (WBS 1620).....	297
27.	EBI-3 (WBS 1630).....	310
28.	RAMAL DO APODI (TRECHO IV).....	329

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Tucutu	38
Figura 2-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Tucutu	39
Figura 2-3 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	42
Figura 2-4 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	42
Figura 2-5 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	42
Figura 2-6 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	42
Figura 2-7 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	43
Figura 2-8 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	43
Figura 2-9 – Barragem Tucutu - Torre da TUD.....	43
Figura 2-10 – Barragem Tucutu - Torre da TUD.....	43
Figura 2-11 – Barragem Tucutu - talude de Montante	43
Figura 2-12 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante e Medidor de Vazão	43
Figura 2-13 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante	44
Figura 2-14 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante e Medidor de Vazão	44
Figura 2-15 – Barragem Tucutu – Medidor de Vazão	44
Figura 2-16 – Barragem Tucutu - Crista	44
Figura 2-17 – Barragem Tucutu - Válvula Dispensora.....	44
Figura 2-18 – Barragem Tucutu - Canal de Restituição da TUD	44
Figura 2-19 – Barragem Tucutu - Casa de Comando.....	45
Figura 2-20 – Barragem Tucutu - Casa de Comando.....	45
Figura 2-21 – Barragem Tucutu - Vertedor	45
Figura 2-22 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	45
Figura 2-23 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	45
Figura 2-24 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	46
Figura 2-25 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	46
Figura 2-26 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	46
Figura 2-27 – Barragem Tucutu - Vista aérea.....	46
Figura 2-28 – Barragem Tucutu - Torre da TUD.....	46
Figura 2-29 – Barragem Tucutu - Torre da TUD.....	46
Figura 2-30 – Barragem Tucutu - talude de Montante	47
Figura 2-31 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante e Medidor de vazão	47

Figura 2-32 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante	47
Figura 2-33 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante	47
Figura 2-34 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante	47
Figura 2-35 – Barragem Tucutu - Crista	47
Figura 2-36 – Barragem Tucutu - Válvula Dispersora.....	48
Figura 2-37 – Barragem Tucutu - Canal de Restituição da TUD	48
Figura 2-38 – Barragem Tucutu - Casa de Comando.....	48
Figura 2-39 – Barragem Tucutu - Casa de Comando.....	48
Figura 2-40 – Barragem Tucutu - Casa de Comando.....	48
Figura 2-41 – Barragem Tucutu - Casa de Comando.....	48
Figura 2-42 – Barragem Tucutu - Vertedor	49
Figura 2-43– Estrutura de Controle Tucutu - Vista Geral.....	49
Figura 2-44 – Estrutura de Controle Tucutu – Vista Geral	49
Figura 2-45 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Entrada	49
Figura 2-46 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída	50
Figura 2-47 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída	50
Figura 2-48 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída.....	50
Figura 2-49 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída.....	50
Figura 2-50 – Estrutura de Controle Tucutu – Comportas	50
Figura 2-51 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando.....	50
Figura 2-52 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando.....	51
Figura 2-53 –Estrutura de Controle Tucutu - Casa de Comando	51
Figura 2-54 – Estrutura de Controle Tucutu - Vista Geral.....	51
Figura 2-55 – Estrutura de Controle Tucutu – Vista Geral	51
Figura 2-56 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Entrada	51
Figura 2-57 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída	52
Figura 2-58 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída	52
Figura 2-59 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída.....	52
Figura 2-60 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída.....	52
Figura 2-61 – Estrutura de Controle Tucutu – Comportas	52
Figura 2-62 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando.....	52
Figura 2-63 – Estrutura de Controle Tucutu – Guarda corpo não instalado.....	53
Figura 2-64 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando.....	53

Figura 2-65 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando.....	53
Figura 2-66 –Estrutura de Controle Tucutu - Casa de Comando	53
Figura 3-1 – Mapa de Localização - Barragem Terra Nova.....	56
Figura 3-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2019) - Reservatório Terra Nova	57
Figura 3-3 – Barragem Terra Nova – Vista aérea	60
Figura 3-4 – Barragem Terra Nova - Vista aérea.....	60
Figura 3-5 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD	60
Figura 3-6 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD.....	60
Figura 3-7 – Barragem Terra Nova - TUD	60
Figura 3-8 – Barragem Terra Nova - TUD	60
Figura 3-9 – Barragem Terra Nova - Talude de Montante.....	61
Figura 3-10 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	61
Figura 3-11 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando	61
Figura 3-12 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando	61
Figura 3-13 – Barragem Terra Nova - Canal de Restituição da TUD.....	61
Figura 3-14 – Barragem Terra Nova – Vista aérea	62
Figura 3-15 – Barragem Terra Nova - Vista aérea.....	62
Figura 3-16 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD	62
Figura 3-17 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD	62
Figura 3-18 – Barragem Terra Nova - TUD	62
Figura 3-19 – Barragem Terra Nova - TUD	62
Figura 3-20 – Barragem Terra Nova - Talude de Montante.....	63
Figura 3-21 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	63
Figura 3-22 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	63
Figura 3-23 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	63
Figura 3. 3-24 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	63
Figura 3-25 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	63
Figura 3-26 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante.....	64
Figura 3-27 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando	64
Figura 3-28 – Barragem Terra Nova - Painéis Barragem Terra Nova - Painéis	64
Figura 3-29 – Barragem Terra Nova – Unidade Hidráulica	64
Figura 3-30 – Barragem Terra Nova - Painéis.....	64
Figura 3-31 – Barragem Terra Nova - Painéis.....	64

Figura 3-32 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando	65
Figura 3-33 – Barragem Terra Nova - Canal de Restituição da TUD.....	65
Figura 4-1 – Mapa de Localização - Barragem Serra do Livramento	68
Figura 4-2 – Imagem satélite (Fonte: Google Earth, 2017) - Reservatório Serra do Livramento	69
Figura 4-3 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	72
Figura 4-4 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	72
Figura 4-5 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	72
Figura 4-6 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	72
Figura 4-7 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD	72
Figura 4-8 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD	72
Figura 4-9 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Montante.....	73
Figura 4-10 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Jusante	73
Figura 4-11 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor.....	73
Figura 4-12 – Barragem Serra do Livramento - Crista.....	73
Figura 4-13 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor.....	73
Figura 4-14 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Restituição do Vertedor	73
Figura 4-15 – Barragem Serra do Livramento - Válvula Dispersora	74
Figura 4-16 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando	74
Figura 4-17 – Barragem Serra do Livramento - Canal de restituição da TUD.....	74
Figura 4-18 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	74
Figura 4-19 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	74
Figura 4-20 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	75
Figura 4-21 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	75
Figura 4-22 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	75
Figura 4-23 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea	75
Figura 4-24 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD	75
Figura 4-25 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD	75
Figura 4-26 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Montante.....	76
Figura 4-27 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Jusante	76
Figura 4-28 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor.....	76
Figura 4-29 – Barragem Serra do Livramento - Crista.....	76
Figura 4-30 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor.....	76
Figura 4-31 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Restituição do Vertedor.....	76

	7
Figura 4-32 – Barragem Serra do Livramento - Válvula Dispensora	77
Figura 4-33 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando	77
Figura 4-34 – Barragem Serra do Livramento - Canal de restituição da TUD.....	77
Figura 4-35 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	78
Figura 4-36 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	78
Figura 4-37 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Entrada	78
Figura 4-38 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída	78
Figura 4-39 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída	78
Figura 4-40 – Barragem Serra do Livramento - Guarda-corpo	79
Figura 4-41 – Barragem Serra do Livramento - Viga Pescadora.....	79
Figura 4-42 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	79
Figura 4-43 – Barragem Serra do Livramento - Régua de abertura das comportas.....	79
Figura 4-44 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	79
Figura 4-45 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	79
Figura 4-46 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Entrada	80
Figura 4-47 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída	80
Figura 4-48 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída	80
Figura 4-49 – Barragem Serra do Livramento - Segurança.....	80
Figura 4-50 – Barragem Serra do Livramento - Viga Pescadora.....	80
Figura 4-51 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando	81
Figura 4-52 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando	81
Figura 4-53 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral	81
Figura 4-54 – Barragem Serra do Livramento - Régua de abertura das comportas.....	81
Figura 5-1 – Mapa de Localização - Barragem Mangueira	84
Figura 5-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2022) - Reservatório Mangueira	85
Figura 5-3 – Barragem Mangueira - Vista aérea	88
Figura 5-4 – Barragem Mangueira - Vista aérea	88
Figura 5-5 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	88
Figura 5-6 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	88
Figura 5-7 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	88
Figura 5-8 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	88
Figura 5-9 – Barragem Mangueira - Crista	89
Figura 5-10 – Barragem Mangueira - Talude de Montante	89

Figura 5-11 – Barragem Mangueira - Casa de Comando.....	89
Figura 5-12 – Barragem Mangueira – Casa de Comando	89
Figura 5-13 – Barragem Mangueira - Válvula Dispersora	89
Figura 5-14 – Barragem Mangueira - Válvula Dispersora	89
Figura 5-15 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	90
Figura 5-16 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	90
Figura 5-17 – Barragem Mangueira - Vertedor	90
Figura 5-18 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	90
Figura 5-19 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	90
Figura 5-20 – Barragem Mangueira - Vista aérea	91
Figura 5-21 – Barragem Mangueira - Vista aérea	91
Figura 5-22 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	91
Figura 5-23 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	91
Figura 5-24 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	91
Figura 5-25 – Barragem Mangueira - Torre da TUD.....	91
Figura 5-26 – Barragem Mangueira - Crista	92
Figura 5-27 – Barragem Mangueira - Talude de Montante	92
Figura 5-28 – Barragem Mangueira - Casa de Comando.....	92
Figura 5-29 – Barragem Mangueira – Casa de Comando	92
Figura 5-30 – Barragem Mangueira - Casa de comando	92
Figura 5-31 – Barragem Mangueira - Válvula Dispersora	92
Figura 5-32 – Barragem Mangueira – Casa de comando	93
Figura 5-33 – Barragem Mangueira – Casa de comando	93
Figura 5-34 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	93
Figura 5-35 – Barragem Mangueira - Talude de Jusante	93
Figura 5-36 – Barragem Mangueira - Vertedor	93
Figura 5-37 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	93
Figura 5-38 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	94
Figura 5-39 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor	94
Figura 5-40 – Barragem Mangueira - Canal de Derivação do Ramal Entremontes.....	94
Figura 5-41 – Barragem Mangueira - Canal de Derivação do Ramal Entremontes.....	94
Figura 6-1 – Mapa de Localização - Barragem Negreiros	97
Figura 6-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2022) - Reservatório Negreiros.....	99

Figura 6-3 – Barragem Negreiros - Vista aérea	104
Figura 6-4 – Barragem Negreiros - Vista aérea Vertedor.....	104
Figura 6-5 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor.....	104
Figura 6-6 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor.....	104
Figura 6-7 – Barragem Negreiros - Vertedor.....	104
Figura 6-8 – Barragem Negreiros – Vertedor	104
Figura 6-9 – Barragem Negreiros - Vertedor.....	105
Figura 6-10 – Barragem Negreiros - Canal de Restituição do Vertedor	105
Figura 6-11 – Barragem Negreiros - Canal 1217	105
Figura 6-12 – Barragem Negreiros	105
Figura 6-13 – Barragem Negreiros - Torre da TUD	105
Figura 6-14 – Barragem Negreiros - Torre da TUD	105
Figura 6-15 – Barragem Negreiros - Válvula Dispersora	106
Figura 6-16 – Barragem Negreiros	106
Figura 6. 6-17 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD.....	106
Figura 6. 6-18 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD.....	106
Figura 6-19 – Barragem Negreiros - Vista aérea	106
Figura 6-20 – Barragem Negreiros - Vista aérea Vertedor.....	106
Figura 6-21 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor.....	107
Figura 6-22 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor.....	107
Figura 6-23 – Barragem Negreiros - Vertedor.....	107
Figura 6-24 – Barragem Negreiros – Vertedor	107
Figura 6-25 – Barragem Negreiros - Vertedor.....	107
Figura 6-26 – Barragem Negreiros - Canal de Restituição do Vertedor	107
Figura 6-27 – Barragem Negreiros - Torre da TUD	108
Figura 6-28 – Barragem Negreiros - Torre da TUD	108
Figura 6-29 – Barragem Negreiros - Válvula Dispersora	108
Figura 6-30 – Barragem Negreiros - Medidor de vazão e tubulações	108
Figura 6-31 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD.....	108
Figura 6-32 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD.....	108
Figura 6-33 – Barragem Negreiros - Dique 1217	109
Figura 6-34 – Barragem Negreiros - Dique 1217	109
Figura 6-35 – Barragem Negreiros - Dique 1217	109

	10
Figura 6-36 – Barragem Negreiros - Dique 1217	109
Figura 6-37 – Barragem Negreiros - Dique 1109	109
Figura 6-38 – Barragem Negreiros - Dique 1109	109
Figura 6-39 – Barragem Negreiros - Dique 1109	110
Figura 6-40 – Barragem Negreiros - Dique 1109	110
Figura 6-41 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral.....	110
Figura 6-42 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral.....	110
Figura 6-43 – Estrutura de Controle Negreiros - Vista aérea	110
Figura 6-44 – Estrutura de Controle Negreiros – Medidores de vazão.....	110
Figura 6-45 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Entrada	111
Figura 6-46 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Entrada.....	111
Figura 6-47 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Saída	111
Figura 6-48 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Saída.....	111
Figura 6-49 – Estrutura de Controle Negreiros – Casa de Comando	111
Figura 6-50 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança.....	111
Figura 6-51 – Estrutura de Controle Negreiros – Régua de abertura da comporta	112
Figura 6-52 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança	112
Figura 6-53 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral.....	112
Figura 6-54 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral.....	112
Figura 6-55 – Estrutura de Controle Negreiros - Vista aérea	113
Figura 6-56 – Estrutura de Controle Negreiros – Medidores de vazão.....	113
Figura 6-57 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Entrada	113
Figura 6-58 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Entrada.....	113
Figura 6-59 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de entrada	113
Figura 6-60 – Estrutura de Controle Negreiros – Detritos no canal	113
Figura 6-61 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Saída	114
Figura 6-62 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Saída.....	114
Figura 6-63 – Estrutura de Controle Negreiros – Casa de Comando	114
Figura 6-64 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança	114
Figura 6-65 – Estrutura de Controle Negreiros – Régua de abertura da comporta	114
Figura 6-66 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança	114
Figura 7-1 – Mapa de Localização - Barragem Milagres.....	117
Figura 7-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2019) - Reservatório Milagres	119

	11
Figura 7-3 - Barragem Milagres – Vista aérea 1	121
Figura 7-4 - Barragem Milagres – Vista aérea 2.....	121
Figura 7-5 - Barragem Milagres – Vista aérea 3.....	121
Figura 7-6 - Barragem Milagres – Vista aérea 4.....	121
Figura 7-7 - Barragem Milagres – Vista aérea 5.....	122
Figura 7-8 - Barragem Milagres – Vista aérea 6.....	122
Figura 7-9 - Barragem Milagres – Torre da TUD.....	122
Figura 7-10 - Barragem Milagres – Torre da TUD.....	122
Figura 7-11 - Barragem Milagres – Torre da TUD.....	122
Figura 7-12 - Barragem Milagres – Viga Pescadora	122
Figura 7-13 - Barragem Milagres – Casa de Comando da TUD.....	123
Figura 7-14 - Barragem Milagres - TUD.....	123
Figura 7-15 - Barragem Milagres – Vertedor.....	123
Figura 7-16 - Barragem Milagres – Vertedor.....	123
Figura 7-17 - Barragem Milagres – Vista aérea 1	124
Figura 7-18 - Barragem Milagres – Vista aérea 2.....	124
Figura 7-19 - Barragem Milagres – Vista aérea 3.....	124
Figura 7-20 - Barragem Milagres – Vista aérea 4.....	124
Figura 7-21 - Barragem Milagres – Vista aérea 5.....	124
Figura 7-22 - Barragem Milagres – Vista aérea 6.....	124
Figura 7-23 - Barragem Milagres – Torre da TUD.....	125
Figura 7-24 - Barragem Milagres – Torre da TUD.....	125
Figura 7-25 - Barragem Milagres – Torre da TUD.....	125
Figura 7-26 - Barragem Milagres – Viga Pescadora	125
Figura 7-27 - Barragem Milagres – Casa de Comando da TUD.....	125
Figura 7-28 - Barragem Milagres - TUD.....	125
Figura 7-29 - Barragem Milagres – Casa de comando.....	126
Figura 7-30 - Barragem Milagres – Casa de comando.....	126
Figura 7-31 - Estrutura de Controle Milagres – Vista aérea	126
Figura 7-32 - Estrutura de Controle Milagres – Vista aérea	126
Figura 7-33 - Estrutura de Controle Milagres – Vista aérea	127
Figura 7-34 - Estrutura de Controle Milagres –Casa de Comando	127
Figura 7-35 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Entrada.....	127

	12
Figura 7-36 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Entrada.....	127
Figura 7-37 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída.....	127
Figura 7-38 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída.....	127
Figura 7-39 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída.....	128
Figura 7-40 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída.....	128
Figura 8-1 – Mapa de Localização - Barragem Jati	131
Figura 8-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Jati.....	133
Figura 8-3 – Barragem Jati - Vista aérea	135
Figura 8-4 – Barragem Jati - Estrutura de controle CAC	135
Figura 8-5 – Barragem Jati - Talude de montante	135
Figura 8-6 – Barragem Jati - Talude de jusante.....	135
Figura 8-7 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Tomada de água	136
Figura 8-8 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Circuito de adução	136
Figura 8-9– Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Vertedouro e tomada de água.....	136
Figura 8-10 – Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Pórtico.....	136
Figura 8-11 – Barragem Jati - talude de Montante – Barragem Jati - Viga pescadora	136
Figura 8-12 – Barragem Jati - Talude de Jusante – Barragem Jati - Crista do barramento	136
Figura 8-13 – Barragem Jati - Soleira do vertedouro	137
Figura 8-14 – Barragem Jati - Soleira do vertedouro	137
Figura 8-15 – Barragem Jati – Canal de restituição do vertedouro	137
Figura 8-16 – Barragem Jati - Canal de restituição do vertedouro.....	137
Figura 8-17 – Barragem Jati - Vista aérea	137
Figura 8-18 – Barragem Jati - Galeria de adução rompida.....	137
Figura 8-19 – Barragem Jati - Talude de montante	138
Figura 8-20 – Barragem Jati - Talude de jusante.....	138
Figura 8-21 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Tomada de água	138
Figura 8-22 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Circuito de adução	138
Figura 8-23 – Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Vertedouro e tomada de água	138
Figura 8-24 – Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Pórtico.....	138
Figura 8-25 – Barragem Jati - talude de Montante – Barragem Jati - Viga pescadora	139
Figura 8-26 – Barragem Jati - Talude de Jusante – Barragem Jati - Crista do barramento	139
Figura 8-27 – Barragem Jati - Recorte na soleira do vertedouro	139
Figura 8-28 – Barragem Jati - Recorte na soleira do vertedouro	139

<i>Figura 8-29 – Barragem Jati - Vertedouro</i>	139
<i>Figura 8-30 – Barragem Jati - Vertedouro</i>	139
<i>Figura 8-31 – Barragem Jati – Canal de restituição do vertedouro</i>	140
<i>Figura 8-32 – Barragem Jati - Canal de restituição do vertedouro</i>	140
<i>Figura 8-33 – Barragem Jati – Casa de válvulas</i>	140
<i>Figura 8-34– Barragem Jati – Casa de válvulas</i>	140
<i>Figura 8-35 – Barragem Jati – Casa de válvulas</i>	140
<i>Figura 8-36 – Barragem Jati – Casa de válvulas</i>	140
<i>Figura 9-1 – Mapa de Localização - Barragem Atalho</i>	143
<i>Figura 9-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) – Reservatório Atalho</i>	145
<i>Figura 9-3 - Barragem Atalho – Vista aérea 1</i>	148
<i>Figura 9-4 - Barragem Atalho – Vista aérea 2</i>	148
<i>Figura 9-5 - Barragem Atalho – Vista aérea 3</i>	149
<i>Figura 9-6 - Barragem Atalho – Vista aérea 4</i>	149
<i>Figura 9-7 - Barragem Atalho – Vista aérea 5</i>	149
<i>Figura 9-8 - Barragem Atalho – Jusante do Barramento</i>	149
<i>Figura 9-9 - Barragem Atalho – Montante do Barramento</i>	149
<i>Figura 9-10 - Barragem Atalho – Pórtico Rolante da tomada de água</i>	149
<i>Figura 9-11 - Barragem Atalho – Talude de Jusante</i>	150
<i>Figura 9-12 - Barragem Atalho – Crista</i>	150
<i>Figura 9-13 - Barragem Atalho – Válvula Dispersora</i>	150
<i>Figura 9-14 - Barragem Atalho – Ligação com a PCH (futura)</i>	150
<i>Figura 9-15 - Barragem Atalho – Tubulação de espera da PCH</i>	150
<i>Figura 9-16 - Barragem Atalho – Tubulação de espera da PCH</i>	150
<i>Figura 9-17 - Barragem Atalho – Vista aérea 1</i>	151
<i>Figura 9-18 - Barragem Atalho – Vista aérea 2</i>	151
<i>Figura 9-19 - Barragem Atalho – Vista aérea 3</i>	151
<i>Figura 9-20 - Barragem Atalho – Vista aérea 4</i>	151
<i>Figura 9-21 - Barragem Atalho – Vista aérea 5</i>	151
<i>Figura 9-22 - Barragem Atalho – Jusante do Barramento</i>	151
<i>Figura 9-23 - Barragem Atalho – Montante do Barramento</i>	152
<i>Figura 9-24 - Barragem Atalho – Pórtico da tomada de água</i>	152
<i>Figura 9-25 - Barragem Atalho – Talude de Jusante</i>	152

	14
Figura 9-26 - Barragem Atalho – Crista	152
Figura 9-27 - Barragem Atalho – Válvula Dispersora	152
Figura 9-28 - Barragem Atalho – Ligação com a PCH (futura)	152
Figura 9-29 - Barragem Atalho – Casa de válvulas	153
Figura 9-30 - Barragem Atalho – Casa de válvulas	153
Figura 9-31 – Barragem Atalho – Casa de válvulas	153
Figura 9-32 - Barragem Atalho – Casa de válvulas	153
Figura 9-33 - Barragem Atalho – Posto de vigia na TUD	153
Figura 9-34 - Barragem Atalho – Sanitário na TUD	153
Figura 9-35 - Barragem Atalho – Gerador.....	154
Figura 9-36 - Barragem Atalho – Talude de jusante	154
Figura 9-37 - Barragem Atalho – Casa de comando da TUD	154
Figura 9-38 - Barragem Atalho – Casa de comando da TUD	154
Figura 10-1 – Mapa de Localização - Barragem Porcos.....	157
Figura 10-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Porcos.....	159
Figura 10-3 - Barragem Porcos – Vista aérea 1	162
Figura 10-4 - Barragem Porcos – Vista aérea 2.....	162
Figura 10-5 - Barragem Porcos – Vista aérea 3.....	162
Figura 10-6 - Barragem Porcos – Vista aérea 4 (Vertedor)	162
Figura 10-7 - Barragem Porcos – TUD	162
Figura 10-8 - Barragem Porcos – TUD	162
Figura 10-9 - Barragem Porcos – Crista e TUD.....	163
Figura 10-10 - Barragem Porcos – TUD	163
Figura 10-11 - Barragem Porcos – Viga pesadora da TUD.....	163
Figura 10-12 - Barragem Porcos – TUD	163
Figura 10-13 - Barragem Porcos - Vertedor.....	163
Figura 10-14 - Barragem Porcos – Vertedor	163
Figura 10-15 - Barragem Porcos – Canal de Restituição do Vertedor.....	164
Figura 10-16 - Barragem Porcos – Vertedor (montante).....	164
Figura 10-17 - Barragem Porcos – Vista aérea 1	164
Figura 10-18 - Barragem Porcos – Vista aérea 2.....	164
Figura 10-19 - Barragem Porcos – Vista aérea 3.....	165
Figura 10-20 - Barragem Porcos – Vista aérea 4 (Vertedor)	165

Figura 10-21 - Barragem Porcos – TUD	165
Figura 10-22 - Barragem Porcos – TUD	165
Figura 10-23 - Barragem Porcos – Crista e TUD	165
Figura 10-24 - Barragem Porcos – TUD	165
Figura 10-25 - Barragem Porcos – Tomada de água da TUD	166
Figura 10-26 - Barragem Porcos – TUD	166
Figura 10-27 - Barragem Porcos – Casa de comando	166
Figura 10-28 - Barragem Porcos – Casa de comando	166
Figura 10-29 - Barragem Porcos – Casa de comando	166
Figura 10-30 - Barragem Porcos – Casa de comando	166
Figura 10-31 - Barragem Porcos - Vertedor	167
Figura 10-32 - Barragem Porcos – Vertedor	167
Figura 10-33 - Barragem Porcos – Canal de Restituição do Vertedor	167
Figura 10-34 - Barragem Porcos – Vertedor (montante)	167
Figura 10-35 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 1	168
Figura 10-36 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 2	168
Figura 10-37 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada	168
Figura 10-38 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada	168
Figura 10-39 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída	168
Figura 10-40 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída	168
Figura 10-41 - Estrutura de Controle Porcos – Acesso ao Canal de Entrada	169
Figura 10-42 - Estrutura de Controle Porcos - Acesso ao Canal de Saída	169
Figura 10-43 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando	169
Figura 10-44 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando	169
Figura 10-45 - Estrutura de Controle Porcos – Viga pescadora	169
Figura 10-46 - Estrutura de Controle Porcos – Comportas stop-log	169
Figura 10-47 - Estrutura de Controle Porcos – Topo de trilho da comporta	170
Figura 10-48 - Estrutura de Controle Porcos – Comporta	170
Figura 10-49 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 1	170
Figura 10-50 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 2	170
Figura 10-51 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada	170
Figura 10-52 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada	170
Figura 10-53 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída	171

Figura 10-54 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída	171
Figura 10-55 - Estrutura de Controle Porcos - Acesso ao Canal de Entrada	171
Figura 10-56 - Estrutura de Controle Porcos - Acesso ao Canal de Saída	171
Figura 10-57 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando.....	171
Figura 10-58 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando e posto de vigia.....	171
Figura 10-59 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando.....	172
Figura 10-60 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando.....	172
Figura 10-61 - Estrutura de Controle Porcos - Vista aérea	172
Figura 10-62 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando.....	172
Figura 10-63 - Estrutura de Controle Porcos – Viga pescadora	172
Figura 10-64 - Estrutura de Controle Porcos – Comportas stop-log	172
Figura 10-65 - Estrutura de Controle Porcos – Fixação da comporta	173
Figura 10-66 - Estrutura de Controle Porcos – Comporta	173
Figura 11-1 – Mapa de Localização - Barragem Cana Brava	176
Figura 11-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Cana Brava	177
Figura 11-3 - Barragem Cana Brava –Dique	179
Figura 11-4 - Barragem Cana Brava – Crista do Dique	179
Figura 11-5 - Barragem Cana Brava.....	179
Figura 11-6 - Barragem Cana Brava –Talude de Jusante.....	179
Figura 11. 11-7 - Barragem Cana Brava –Dique	180
Figura 11. 11-8 - Barragem Cana Brava – Dique	180
Figura 11. 11-9 - Barragem Cana Brava – Crista e Talude de Montante.....	180
Figura 11. 11-10 - Barragem Cana Brava – Crista e Talude de Jusante.....	180
Figura 12-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Cipó	182
Figura 12-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Cipó	183
Figura 12-3 - Barragem Cipó – Vista aérea 1	185
Figura 12-4 - Barragem Cipó – Vista aérea 2	185
Figura 12-5 - Barragem Cipó – Crista.....	185
Figura 12-6 - Barragem Cipó – Vista Geral	185
Figura 12-7 - Barragem Cipó - Vertedor	185
Figura 12-8 - Barragem Cipó - Vertedor	185
Figura 12-9 - Barragem Cipó - Vertedor	186
Figura 12-10 - Barragem Cipó – Vista aérea 1	186

	17
Figura 12-11 - Barragem Cipó – Vista aérea 2	186
Figura 12-12 - Barragem Cipó – Crista	186
Figura 12-13 - Barragem Cipó – Vista Geral	186
Figura 12-14 - Barragem Cipó - Vertedor	187
Figura 12-15 - Barragem Cipó - Vertedor	187
Figura 12-16 - Barragem Cipó - Vertedor	187
Figura 13-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Barragem Bois	189
Figura 13-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Bois	191
Figura 13-3 - Barragem Bois – Vista aérea 1	193
Figura 13-4 - Barragem Bois – Vista aérea 2	193
Figura 13-5 - Barragem Bois – Vista aérea 3	193
Figura 13-6 - Barragem Bois – Vista aérea 4	193
Figura 13-7 - Barragem Bois – Vista aérea 5	193
Figura 13-8 - Barragem Bois – Vista aérea 6	193
Figura 13-9 - Barragem Bois – Vista aérea 7	194
Figura 13-10 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II	194
Figura 13-11 - Barragem Bois – Talude de Jusante	194
Figura 13-12 - Barragem Bois – Dique Boi II (Crista)	194
Figura 13-13 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II	194
Figura 13-14 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II	194
Figura 13-15 - Barragem Bois – Canal de Restituição do vertedor	195
Figura 13-16 - Barragem Bois – Vertedor	195
Figura 13-17 - Barragem Bois – Vista aérea 1	195
Figura 13-18 - Barragem Bois – Vista aérea 2	195
Figura 13-19 - Barragem Bois – Vista aérea 3	195
Figura 13-20 - Barragem Bois – Vista aérea 4	195
Figura 13-21 - Barragem Bois – Vista aérea 5	196
Figura 13-22 - Barragem Bois – Vista aérea 6	196
Figura 13-23 - Barragem Bois – Vista aérea 7	196
Figura 13-24 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II	196
Figura 13-25 - Barragem Bois – Talude de Jusante	196
Figura 13-26 - Barragem Bois –Crista	196
Figura 13-27 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II	197

	18
Figura 13-28 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II	197
Figura 13-29 - Barragem Bois – Canal de Restituição do vertedor.....	197
Figura 13-30 - Barragem Bois – Vertedor.....	197
Figura 13-31 - Estrutura de Controle Bois – Vista aérea 1.....	198
Figura 13-32 - Estrutura de Controle Bois – Vista aérea 2.....	198
Figura 13-33 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Entrada.....	198
Figura 13-34 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Entrada.....	198
Figura 13-35 - Estrutura de Controle Bois –Canal de Saída.....	198
Figura 13-36 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Saída.....	198
Figura 13-37 - Estrutura de Controle Bois – Acesso.....	199
Figura 13-38 - Estrutura de Controle Bois – Acesso.....	199
Figura 13-39 - Estrutura de Controle Bois - Casa de Comando.....	199
Figura 13-40 - Estrutura de Controle Bois - Casa de Comando.....	199
Figura 13-41 - Estrutura de Controle Bois – Comporta stop-log e viga pescadora.....	199
Figura 13-42 - Estrutura de Controle Bois – Comporta.....	199
Figura 13-43 - Estrutura de Controle Bois – Comportas stop-log.....	200
Figura 13-44 - Estrutura de Controle Bois – Vista lateral.....	200
Figura 13-45 - Estrutura de Controle Bois – Canal de saída.....	200
Figura 14-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Morros.....	203
Figura 14-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Morros.....	205
Figura 14-3 - Barragem Morros – Vista aérea 1.....	207
Figura 14-4 - Barragem Morros – Vista aérea 2.....	207
Figura 14-5 - Barragem Morros – Vista aérea 3.....	207
Figura 14-6 - Barragem Morros – Vista aérea 4.....	207
Figura 14-7 - Barragem Morros – Vista aérea 5.....	208
Figura 14-8 - Barragem Morros – Vista aérea 6.....	208
Figura 14-9 - Barragem Morros – Vista aérea 1.....	208
Figura 14-10 - Barragem Morros – Vista aérea 2.....	208
Figura 14-11 - Barragem Morros – Vista aérea 3.....	208
Figura 14-12 - Barragem Morros – Vista aérea 4.....	208
Figura 14-13 - Barragem Morros – Vista aérea 5.....	209
Figura 14-14 - Barragem Morros – Vista aérea 6.....	209
Figura 14-15 - Barragem Morros – Vista aérea 7.....	209

	19
Figura 14-16 - Barragem Morros – Vertedor.....	209
Figura 14-17 - Barragem Morros – Talude de Jusante.....	209
Figura 14-18 - Barragem Morros –Crista.....	209
Figura 14-19–Barragem Morros – Comporta no canal de saída da tomada d’água	210
Figura 14-20–Barragem Morros – Comporta no canal de entrada da tomada d’água.....	210
Figura 14-21 - Barragem Morros – Tomada de água Bois – Canal de Restituição do vertedo.....	210
Figura 14-22 - Barragem Morros – Edificações.....	210
Figura 14-23 - Barragem Morros – Edificações.....	210
Figura 14-24 - Barragem Morros – Edificações.....	210
Figura 14-25 - Barragem Morros – Edificações.....	211
Figura 14-26 - Barragem Morros – Régua de nível de NA	211
Figura 15-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Boa Vista	213
Figura 15-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Boa Vista.....	215
Figura 15-3 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 1	217
Figura 15-4 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 2.....	217
Figura 15-5 - Barragem Boa Vista – Crista e Talude de Montante	218
Figura 15-6 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD.....	218
Figura 15-7 - Barragem Boa Vista – TUD	218
Figura 15-8 - Barragem Boa Vista – TUD	218
Figura 15-9 - Barragem Boa Vista – Crista	218
Figura 15-10 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD.....	218
Figura 15-11 - Barragem Boa Vista – Talude de Montante	219
Figura 15-12 - Barragem Boa Vista – Talude de Jusante.....	219
Figura 15-13 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD.....	219
Figura 15-14 - Barragem Boa Vista - Torre da TUD	219
Figura 15-15 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 1	219
Figura 15-16 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 2.....	219
Figura 15-17 - Barragem Boa Vista – Crista e Talude de Montante	220
Figura 15-18 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD.....	220
Figura 15-19 - Barragem Boa Vista – TUD	220
Figura 15-20 - Barragem Boa Vista – TUD	220
Figura 15-21 - Barragem Boa Vista – Crista	220
Figura 15-22 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD.....	220

Figura 15-23 - Barragem Boa Vista – Talude de Montante	221
Figura 15-24 - Barragem Boa Vista – Talude de Jusante.....	221
Figura 15-25 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD.....	221
Figura 15-26 - Barragem Boa Vista - Torre da TUD	221
Figura 15-27 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD.....	221
Figura 15-28 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD.....	221
Figura 15-29 - Barragem Boa Vista –Drenagem	222
Figura 15-30 - Barragem Boa Vista – Casa de comando.....	222
Figura 15-31 - Barragem Boa Vista – Casa de comando.....	222
Figura 15-32 - Barragem Boa Vista – Casa de comando.....	222
Figura 15-33 - Barragem Boa Vista – Válvula Dispersora.....	222
Figura 15-34 - Barragem Boa Vista – Válvula Dispersora.....	222
Figura 15-35 - Estrutura de Controle Boa Vista –Vista Geral (Saída)	223
Figura 15-36 - Estrutura de Controle Boa Vista –Vista Geral (Saída)	223
Figura 15-37 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Saída	223
Figura 15-38 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Entrada	223
Figura 15-39 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta stop-log	223
Figura 15-40 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta stop-log	223
Figura 15-41 - Estrutura de Controle Boa Vista – Viga pescadora	224
Figura 15-42 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta	224
Figura 15-43 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas.....	224
Figura 15-44 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas.....	224
Figura 15-45 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando	224
Figura 15-46 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando (interno)	224
Figura 15-47 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de entrada.....	225
Figura 15-48 - Estrutura de Controle Boa Vista –Vista Geral.....	225
Figura 15-49 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Saída	225
Figura 15-50 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Entrada	225
Figura 15-51 - Estrutura de Controle Boa Vista.....	225
Figura 15-52 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta stop-log	225
Figura 15-53 - Estrutura de Controle Boa Vista – Viga pescadora	226
Figura 15-54 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta	226
Figura 15-55 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas.....	226

Figura 15-56 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas	226
Figura 15-57 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando	226
Figura 15-58 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando (interno)	226
Figura 16-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Caiçara	229
Figura 16-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Caiçara	231
Figura 16-3 - Barragem Caiçara – Vista aérea 1	233
Figura 16-4 - Barragem Caiçara – Vista aérea 2	233
Figura 16-5 - Barragem Caiçara – Vista aérea 3	234
Figura 16-6 - Barragem Caiçara – Vista aérea 4	234
Figura 16-7 - Barragem Caiçara – TUD	234
Figura 16-8 - Barragem Caiçara – TUD	234
Figura 16-9 - Barragem Caiçara – Crista	234
Figura 16-10 - Barragem Caiçara – Torre da TUD	234
Figura 16-11 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD	235
Figura 16-12 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD	235
Figura 16-13 - Barragem Caiçara – Válvula Dispersora	235
Figura 16-14 - Barragem Caiçara – Válvula Dispersora	235
Figura 16-15 - Barragem Caiçara – Vertedor	235
Figura 16-16 - Barragem Caiçara – Vertedor	235
Figura 16-17 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição do Vertedor	236
Figura 16-18 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição do Vertedor	236
Figura 16-19 - Barragem Caiçara – Talude de Jusante	236
Figura 16-20 - Barragem Caiçara - Casa de Comando (interior)	236
Figura 16-21 - Barragem Caiçara – Vista aérea 1	237
Figura 16-22 - Barragem Caiçara – Vista aérea 2	237
Figura 16-23 - Barragem Caiçara – Vista aérea 3	237
Figura 16-24 - Barragem Caiçara – Vista aérea 4	237
Figura 16-25 - Barragem Caiçara – TUD	237
Figura 16-26 - Barragem Caiçara – Crista	237
Figura 16-27 - Barragem Caiçara – Vertedor	238
Figura 16-28 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD	238
Figura 16-29 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD	238
Figura 16-30 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD	238

Figura 16-31 - Estrutura de Controle Caiçara – Vista aérea 1	238
Figura 16-32 - Estrutura de Controle Caiçara – Vista Geral	238
Figura 16-33 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Entrada	239
Figura 16-34 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Entrada	239
Figura 16-35 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Saída	239
Figura 16-36 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Saída	239
Figura 16-37 - Estrutura de Controle Caiçara – Viga Pescadora.....	239
Figura 16-38 - Estrutura de Controle Caiçara - Comportas	239
Figura 16-39 - Estrutura de Controle Caiçara - Comporta.....	240
Figura 16-40 - Estrutura de Controle Caiçara - Casa de Comando (interior).....	240
Figura 16-41 - Estrutura de Controle Caiçara – Casa de Comando	240
Figura 16-42 - Estrutura de Controle Caiçara – Casa de Comando	240
Figura 16-43 - Estrutura de Controle Caiçara – Casa de Comando (interior)	240
Figura 16-44 - Estrutura de Controle Caiçara – Viga Munhão	240
Figura 17-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Ávidos	243
Figura 17-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Ávidos	244
Figura 17. 17-3 - Barragem Ávidos - Crista.....	246
Figura 17. 17-4 - Barragem Ávidos – Talude de jusante	246
Figura 17. 17-5 – Barragem Ávidos – Talude de montante	246
Figura 17. 17-6 – Barragem Ávidos – Tomada de água da TUD.....	246
Figura 17. 17-7 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD	247
Figura 17. 17-8 - Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD	247
Figura 17. 17-9 - Barragem Ávidos - Talude de montante e adutora	247
Figura 17. 17-10 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD	247
Figura 17-11 - Barragem Ávidos – Comportas do vertedouro	247
Figura 17-12 - Barragem Ávidos – Canal de restituição.....	247
Figura 17-13 - Barragem Ávidos - Crista.....	248
Figura 17-14 - Barragem Ávidos – Talude de jusante	248
Figura 17-15 – Barragem Ávidos – Talude de montante	248
Figura 17-16 – Barragem Ávidos – Tomada de água da TUD.....	248
Figura 17-17 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD	248
Figura 17-18 - Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD.....	248
Figura 17-19 - Barragem Ávidos – Obras da adutora	249

Figura 17-20 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD	249
Figura 17-21 - Barragem Ávidos – Comportas do vertedouro	249
Figura 17-22 - Barragem Ávidos – Canal de restituição.....	249
Figura 17-23 - Barragem Ávidos – Canal de restituição.....	249
Figura 17-24 - Barragem Ávidos – Canal de restituição.....	249
Figura 18-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem São Gonçalo.	250
Figura 18-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório São Gonçalo.....	251
Figura 18-3 - Barragem São Gonçalo – Vista aérea.....	252
Figura 18-4 - Barragem São Gonçalo – Vista aérea.....	252
Figura 18-5 – Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d’água.....	252
Figura 18-6 – Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d’água.....	252
Figura 18-7 – Barragem São Gonçalo – Vertedouro	253
Figura 18-8 – Barragem São Gonçalo – Vertedouro	253
Figura 18-9 - Barragem São Gonçalo – Talude de Montante.....	253
Figura 18-10 – Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d’água.....	253
Figura 18-11 - Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d’água	253
Figura 18-12 – Barragem São Gonçalo – Visão Superior do Vertedouro.....	254
Figura 18-13 - Barragem São Gonçalo – Talude de Jusante e Crista (rua do município de São Gonçalo).....	254
Figura 18-14 – Barragem São Gonçalo – Talude de Montante	254
Figura 18-15 - Barragem São Gonçalo – Talude de Montante.....	254
Figura 18-16 – Barragem São Gonçalo – Talude de Jusante	254
Figura 18-17 - Barragem São Gonçalo – Esgoto próximo ao pé da Barragem	254
Figura 19-1 – Mapa de Localização – Canal 1216 (CN12)	255
Figura 19-2 – Canal 1216.....	257
Figura 19-3 – Canal 1216.....	257
Figura 19-4 – Canal 1216.....	257
Figura 19-5 – Canal 1216.....	257
Figura 19-6 – Canal 1216.....	257
Figura 19-7 – Canal 1216.....	257
Figura 20-1 – Mapa de Localização – Túnel Cuncas I	258
Figura 20-2 – Túnel Cuncas I – Vista aérea	260
Figura 20-3 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	260
Figura 20-4 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	261

Figura 20-5 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	261
Figura 20-6 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	261
Figura 20-7 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	261
Figura 20-8 – Túnel Cuncas I – Vista aérea	262
Figura 20-9 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	262
Figura 20-10 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	262
Figura 20-11 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	262
Figura 20-12 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	262
Figura 20-13 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	262
Figura 20-14 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	263
Figura 20-15 – Túnel Cuncas I – Emboque.....	263
Figura 20-16 – Túnel Cuncas I – Vista aérea	263
Figura 20-17 – Túnel Cuncas I – Desemboque	263
Figura 20-18 – Túnel Cuncas I – Desemboque	264
Figura 20-19 – Túnel Cuncas I – Desemboque	264
Figura 20-20 – Túnel Cuncas I – Vista aérea	264
Figura 20-21 – Túnel Cuncas I – Desemboque	264
Figura 20-22 – Túnel Cuncas I – Desemboque	265
Figura 20-23 – Túnel Cuncas I – Desemboque	265
Figura 21-1 – Mapa de Localização – Túnel Cuncas II	266
Figura 21-2 – Túnel Cuncas II – Vista aérea	268
Figura 21-3 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	268
Figura 21-4 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	268
Figura 21-5 – Túnel Cuncas II – Desemboque	268
Figura 21-6 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	269
Figura 21-7 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	269
Figura 21-8 – Túnel Cuncas II – Comporta.....	269
Figura 21-9 – Túnel Cuncas II – Casa de Comando.....	269
Figura 21-10 – Túnel Cuncas II – Casa de Comando.....	269
Figura 21-11 – Túnel Cuncas II – Viga pescadora.....	269
Figura 21-12 – Túnel Cuncas II – Vista aérea	270
Figura 21-13 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	270
Figura 21-14 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	270

	25
Figura 21-15 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	270
Figura 21-16 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	270
Figura 21-17 – Túnel Cuncas II – Emboque.....	270
Figura 22-1 – Mapa de Localização – Rápido entre os segmentos de Canal 1238 e 1241	271
<i>Figura 22-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Rápido Entre os Segmentos de Canal 1238 e 1241.</i>	272
Figura 22-3 – Canal Rápido – Vista aérea	273
Figura 22-4 – Canal Rápido – Vista aérea	273
Figura 22-5 – Canal Rápido – Vista aérea	273
Figura 22-6 – Canal Rápido – Vista aérea	273
Figura 22-7 – Canal Rápido – Entrada.....	274
Figura 22-8 – Canal Rápido – Entrada.....	274
Figura 22-9 – Canal Rápido – Saída.....	274
Figura 22-10 – Canal Rápido – Talha Elétrica	274
Figura 22-11 – Canal Rápido – Viga Pescadora	274
Figura 22-12 – Canal Rápido – Saída.....	274
Figura 23-1 – Mapa de Localização – Aqueduto Mari	275
<i>Figura 23-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2017) - Aqueduto Mari.</i>	276
Figura 23-3 – Aqueduto Mari	277
Figura 23-4 – Aqueduto Mari	277
Figura 23-5 – Aqueduto Mari	278
Figura 23-6 – Aqueduto Mari	278
Figura 23-7 – Aqueduto Mari	278
Figura 23-8 – Aqueduto Mari	278
Figura 23-9 – Aqueduto Mari	278
Figura 23-10 – Aqueduto Mari	278
Figura 24-1 – Mapa de Localização – Galeria Sobradinho	279
<i>Figura 24-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Galeria Sobradinho</i>	280
Figura 24-3 – Galeria Sobradinho – Vista aérea	281
Figura 24-4 – Galeria Sobradinho – Vista aérea	281
Figura 24-5 – Galeria Sobradinho – Vista aérea	282
Figura 24-6 – Galeria Sobradinho – Vista aérea	282
Figura 25-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – EBI-1	283

Figura 25-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) da EBI-1	285
Figura 25-3 – EBI-1 – Vista aérea	288
Figura 25-4 – EBI-1 – Vista aérea	288
Figura 25-5 – EBI-1 – Vista aérea	289
Figura 25-6 – EBI-1 – Vista aérea da captação	289
Figura 25-7 – EBI-1 – Vista aérea	289
Figura 25-8 – EBI-1 – Forebay de Montante	289
Figura 25-9 – EBI-1 – Grades	289
Figura 25-10 – EBI-1 – Bombas instaladas	289
Figura 25-11 – EBI-1 – Sala de painéis elétricos	290
Figura 25-12 – EBI-1 – Equipamentos elétricos	290
Figura 25-13 – EBI-1 – Gaiola de trafos	290
Figura 25-14 – EBI-1 – Sala de comando	290
Figura 25-15 – EBI-1 – Vista aérea	290
Figura 25-16 – EBI-1 – Forebay de Jusante	290
Figura 25-17 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio	291
Figura 25-18 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio	291
Figura 25-19 – EBI-1 – Forebay de Jusante	291
Figura 25-20 – EBI-1 – Adutoras de Recalque	291
Figura 25-21 – EBI-1 – Vista aérea	291
Figura 25-22 – EBI-1 – Vista aérea	291
Figura 25-23 – EBI-1 – Vista aérea	292
Figura 25-24 – EBI-1 – Vista aérea da captação	292
Figura 25-25 – EBI-1 – Vista aérea	292
Figura 25-26 – EBI-1 – Forebay de Montante	292
Figura 25-27 – EBI-1 – Fachada da Estação	292
Figura 25-28 – EBI-1 – Bombas instaladas	292
Figura 25-29 – EBI-1 – Sala de painéis elétricos	293
Figura 25-30 – EBI-1 – Equipamentos elétricos	293
Figura 25-31 – EBI-1 – Gaiola de trafos	293
Figura 25-32 – EBI-1 – Sala de comando	293
Figura 25-33 – EBI-1 – Painéis de Média Tensão	293
Figura 25-34 – EBI-1 – Organização de Cabos entre Pavimentos	293

	27
Figura 25-35 – EBI-1 – Vista aérea	294
Figura 25-36 – EBI-1 – Forebay de Jusante	294
Figura 25-37 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio	294
Figura 25-38 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio	294
Figura 25-39 – EBI-1 – Forebay de Jusante	294
Figura 25-40 – EBI-1 – Adutoras de Recalque	294
Figura 25-41 – EBI-1 – Material suspenso no canal de entrada.....	295
Figura 25-42 – EBI-1 – Tubulação de recalque.....	295
Figura 26-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – EBI-2	297
Figura 26-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2017) da EBI-2	299
Figura 26-3 – EBI-2 – Vista aérea	302
Figura 26-4 – EBI-2 – Vista aérea	302
Figura 26-5 – EBI-2 – Forebay de Jusante	302
Figura 26-6 – EBI-2 – Vista aérea	302
Figura 26-7 – EBI-2 – Exterior do edifício	303
Figura 26-8 – EBI-2 – Forebay montante.....	303
Figura 26-9 – EBI-2 – Acesso ao Edifício.....	303
Figura 26-10 – EBI-2 – Viga pescadora.....	303
Figura 26-11 – EBI-2 – ETA e ETE.....	303
Figura 26-12 – EBI-2 – ETA e ETE.....	303
Figura 26-13 – EBI-2 – Gaiola de trafos	304
Figura 26-14 – EBI-2 – Sala elétrica	304
Figura 26-15 – EBI-2 – Cj. Moto-bomba instalado.....	304
Figura 26-16 – EBI-2 – Equipamentos elétricos.....	304
Figura 26-17 – EBI-2 – Sala de controle.....	304
Figura 26-18 – EBI-2 – Sala de controle.....	304
Figura 26-19 – EBI-2 – Vista aérea (jusante)	305
Figura 26-20 – EBI-2 – Vista aérea (conduto)	305
Figura 26-21 – EBI-2 – Vista aérea	305
Figura 26-22 – EBI-2 – Vista aérea	305
Figura 26-23 – EBI-2 – Forebay de Jusante	305
Figura 26-24 – EBI-2 – Vista aérea	305
Figura 26-25 – EBI-2 – Exterior do edifício	306

Figura 26-26 – EBI-2 – Forebay montante.....	306
Figura 26-27 – EBI-2 – Acesso ao Edifício.....	306
Figura 26-28 – EBI-2 – Viga pescadora.....	306
Figura 26-29 – EBI-2 – ETA e ETE.....	306
Figura 26-30 – EBI-2 – ETA.....	306
Figura 26-31 – EBI-2 – ETE.....	307
Figura 26-32 – EBI-2 – Casa de Comando do Gerador a Diesel.....	307
Figura 26-33 – EBI-2 – Rachadura piso junto a Comportas.....	307
Figura 26-34 – EBI-2 – Ferrugem nos Guarda Corps.....	307
Figura 26-35 – EBI-2 – Vazamento MB02.....	307
Figura 26-36 – EBI-2 – Gaiola dos Transformadores.....	307
Figura 26-37 – EBI-2 – Cj. Moto-bomba instalado.....	308
Figura 26-38 – EBI-2 – Equipamentos elétricos.....	308
Figura 26-39 – EBI-2 – Banco de Baterias.....	308
Figura 26-40 – EBI-2 – Sala de controle.....	308
Figura 26-41 – EBI-2 – Vista aérea (jusante).....	308
Figura 26-42 – EBI-2 – Vista aérea do local de vazamento do conduto.....	308
Figura 27-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – EBI-3.....	310
Figura 27-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2022) da EBI-3.....	312
Figura 27-3 – EBI-3 – Vista aérea.....	316
Figura 27-4 – EBI-3 – Vista aérea.....	316
Figura 27-5 – EBI-3 – Vista aérea.....	317
Figura 27-6 – EBI-3 – Forebay de Montante.....	317
Figura 27-7 – EBI-3 – Vista aérea.....	317
Figura 27-8 – EBI-3 – Vista aérea.....	317
Figura 27-9 – EBI-3 – Forebay de Montante.....	317
Figura 27-10 – EBI-3 – Forebay de Montante.....	317
Figura 27-11 – EBI-3 – Adutora de Recalque.....	318
Figura 27-12 – EBI-3 – Área de manobras e banheiro químico.....	318
Figura 27-13 – EBI-3 – Adutora de Recalque.....	318
Figura 27-14 – EBI-3 – Edifício.....	318
Figura 27-15 – EBI-3 – Edifício.....	318
Figura 27-16 – EBI-3 – Edifício.....	318

Figura 27-17 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	319
Figura 27-18 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	319
Figura 27-19 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	319
Figura 27-20 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	319
Figura 27-21 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	319
Figura 27-22 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	319
Figura 27-23 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	320
Figura 27-24 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	320
Figura 27-25 – EBI-3 – Bomba.....	320
Figura 27-26 – EBI-3 – Bomba.....	320
Figura 27-27 – EBI-3 – Bomba.....	320
Figura 27-28 – EBI-3 – Equipamentos hidromecânicos.....	320
Figura 27-29 – EBI-3 – Equipamentos elétricos.....	321
Figura 27-30 – EBI-3 – Equipamentos elétricos.....	321
Figura 27-31 – EBI-3 – Equipamentos elétricos.....	321
Figura 27-32 – EBI-3 – Chaminés de Equilíbrio.....	321
Figura 27-33 – EBI-3 – Forebay de Jusante.....	321
Figura 27-34 – EBI-3 – Abastecimento de água improvisado.....	321
Figura 27-35 – EBI-3 – Estrutura de concreto armado incompleta no arranque do conduto.....	322
Figura 27-36 – EBI-3 – Vista do conduto.....	322
Figura 27-37 – EBI-3 – Vista Frontal do Edifício.....	322
Figura 27-38 – EBI-3 – Viga Pescadora.....	322
Figura 27-39 – EBI-3 – Forebay de Montante.....	322
Figura 27-40 – EBI-3 – Forebay de Jusante.....	323
Figura 27-41 – EBI-3 – Forebay de Jusante.....	323
Figura 27-42 – EBI-3 – Forebay de Montante.....	323
Figura 27-43 – EBI-3 – Forebay de Montante.....	323
Figura 27-44 – EBI-3 – Adutora de Recalque.....	323
Figura 27-45 – EBI-3 – Edifício.....	323
Figura 27-46 – EBI-3 – Casa de Comando do Gerador a Diesel.....	324
Figura 27-47 – EBI-3 – Edifício.....	324
Figura 27-48 – EBI-3 – Painéis de Média Tensão.....	324
Figura 27-49 – EBI-3 – Cabos em Eletroleitos.....	324

Figura 27-50 – EBI-3 – Banco de Baterias	324
Figura 27-51 – EBI-3 – Equipamentos Elétricos	324
Figura 27-52 – EBI-3 – Conduto MB-02 Desacoplado	325
Figura 27-53 – EBI-3 – Tubulação Pressurizada	325
Figura 27-54 – EBI-3 – Sala de Controle.....	325
Figura 27-55 – EBI-3 – Sala de Controle.....	325
Figura 27-56 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	326
Figura 27-57 – EBI-3 – Interior do Edifício.....	326
Figura 27-58 – EBI-3 – Bomba MB-01	326
Figura 27-59 – EBI-3 – Equipamentos de Aferição	326
Figura 27-60 – EBI-3 – Bombas.....	326
Figura 27-61 – EBI-3 – Equipamentos hidromecânicos.....	326
Figura 27-62 – EBI-3 – Gaiola dos Transformadores.....	327
Figura 27-63 – EBI-3 – Equipamentos elétricos	327
Figura 27-64 – EBI-3 – Compressores.....	327
Figura 27-65 – EBI-3 – Chaminés de Equilíbrio	327
Figura 27-66 – EBI-3 – Forebay de Jusante	327
Figura 28-1 – Execução de canal	329
Figura 28-2 – Execução de canal	329
Figura 28-3 – Drenos	330
Figura 28-4 – Execução de Bueiro	330
Figura 28-5 – Drenos	330
Figura 28-6 – Execução de canal	330
Figura 28-7 – Execução de galeria	330
Figura 28-8 – Execução de canal	330
Figura 28-9 – Exemplo de canteiro de obras	331
Figura 28-10 – Frente de trabalho.....	331
Figura 28-11 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Tambor.....	332
Figura 28-12 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Reservatório Tambor	333
Figura 28-13 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Barragem Angicos.....	334
Figura 28-14 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2020) – Reservatório Angicos.....	335
Figura 28-15 – Reservatório Angicos.....	335
Figura 28-16 – Reservatório Angicos.....	335

Figura 28-17 – Reservatório Angicos - Vertedor	336
Figura 28-18 – Reservatório Angicos - Vertedor	336
Figura 28-19 – Mapa de Localização – Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara	336
Figura 28-20 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) – Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara	337
Figura 28-21 – Reservatório Caiçara – Vista aérea.....	338
Figura 28-22 – Reservatório Caiçara – Vista aérea.....	338
Figura 28-23 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Vista aérea.....	338
Figura 28-24 – Execução de canais – Vista aérea	338
Figura 28-25 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Canal Entrada.....	338
Figura 28-26 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Canal Saída.....	338
Figura 28-27 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Canal Saída.....	339
Figura 28-28 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Comporta	339
<i>Figura 28-29 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Estrutura de Controle – Derivação no Km 30</i>	<i>340</i>
Figura 28-30 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Estrutura de Controle Derivação no km 30 .	341
Figura 28-31 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea	342
Figura 28-32 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea	342
Figura 28-33 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea	342
Figura 28-34 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea	342
Figura 28-35 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Entrada	342
Figura 28-36 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Entrada	342
Figura 28-37 – Estrutura de Controle KM 30 – Visão Geral	343
Figura 28-38 – Estrutura de Controle KM 30 – Comporta	343
Figura 28-39 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Saída	343
Figura 28-40 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Saída	343
Figura 28-41 – Estrutura de Controle KM 30 – Viga Pescadora.....	343
Figura 28-42 – Estrutura de Controle KM 30 – Visão Geral.....	343
Figura 28-43 – Estrutura de Controle KM 30 – Estrutura hidráulica tipo “bico de pato”	344
Figura 28-44 – Estrutura de Controle KM 30 – Comportas	344
<i>Figura 28-45 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Aqueduto Bananeira</i>	<i>345</i>
Figura 28-46 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Aqueduto Bananeira	346
Figura 28-47 – Execução de Aqueduto	347
Figura 28-48 – Execução de Aqueduto	347

Figura 28-49 – Execução de Aqueduto	347
Figura 28-50 – Execução de Aqueduto	347
Figura 28-51 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Túnel Major Sales.	348
Figura 28-52 – Emboque Túnel Major Sales	349
Figura 28-53 – Emboque Túnel Major Sales	349
Figura 28-54 – Túnel Major Sales– Janela Do Túnel	349
Figura 28-55 – Túnel Major Sales– Janela do Túnel	349
Figura 28-56 – Túnel Major Sales– Janela do Túnel	350
Figura 28-57 – Túnel Major Sales– Janela do Túnel	350
Figura 28-58 – Túnel Major Sales – Janela do Túnel	350
Figura 28-59 – Túnel Major Sales – Janela do Túnel	350
Figura 28-60 – Túnel Major Sales – Janela – Visão Geral	350
Figura 28-61 – Túnel Major Sales- Janela – Visão Geral	350

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1 – Formulário de Avaliação da Situação Atual do PISF – Barragens	35
Quadro 1.2 – Formulário de Avaliação da Situação Atual do PISF – Estações de Bombeamento	37
Quadro 2.1 - Principais características da Barragem Tucutu	39
Quadro 3.1 - Principais características da Barragem Terra Nova.....	57
Quadro 4.1 - Principais características da Barragem Serra do Livramento	69
Quadro 5.1 - Principais características da Barragem Mangueira	85
Quadro 6.1 - Principais características da Barragem Negreiros	98
Quadro 6.2 - Principais características do Canal 1217	99
Quadro 7.1 - Principais características da Barragem Milagres.....	118
Quadro 8.1 - Principais características da Barragem Jati	132
Quadro 9.1 - Principais características da Barragem Atalho.....	144
Quadro 10.1 - Principais características da Barragem Porcos	158
Quadro 11.1 - Principais características da Barragem Cana Brava	177
Quadro 12.1 - Principais características da Barragem Cipó	183
Quadro 13.1 - Principais características da Barragem Boi I.....	190
Quadro 13.2 - Principais características da Barragem Boi II.....	190
Quadro 14.1 - Principais características da Barragem Morros.....	204
Quadro 15.1 - Principais características da Barragem Boa Vista.....	214
Quadro 16.1 - Principais características da Barragem Caiçara.....	230
Quadro 17.1 - Principais características da Barragem Ávidos.....	244
Quadro 18.1 - Principais características da Barragem São Gonçalo.....	251
Quadro 19.1 - Principais características do Canal 1216	256
Quadro 20.1 - Principais características do Túnel Cuncas I.....	259
Quadro 21.1 - Principais características do Túnel Cuncas II.....	267
Quadro 22.1 - Principais características do Rápido entre os segmentos de Canal 1238 e 1241 - Lote 7 - Trecho II	271
Quadro 23.1 - Principais características do Aqueduto Mari.....	276
Quadro 24.1 - Principais características da Galeria Sobradinho.....	280
Quadro 25.1 - Principais características da EBI-1	284
Quadro 26.1 - Principais características da EBI-2.....	298
Quadro 27.1 - Principais características da EBI-3.....	311
Quadro 28.1 - Principais características da Barragem Tambor.....	332

	34
Quadro 28.2 - Principais características da Barragem Angicos.....	334
Quadro 28.3 - Principais características da Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara	337
Quadro 28.4 - Principais características da Estrutura de Controle Derivação no km 30.....	341
Quadro 28.5 - Principais características do Aqueduto Bananeira	346
Quadro 28.6 - Principais características do Túnel Major Sales	349

1. INTRODUÇÃO

O presente TOMO III – ESTADO ATUAL DO PISF – Anexo 1 – Eixo Norte apresenta a avaliação da situação atual dos componentes do PISF realizada durante duas visitas de campo ocorridas em 03/2019 e 08/2023, e é parte integrante do PRODUTO 1 - Relatório oferta e demanda, socioambiental e engenharia.

Neste Anexo 1, apresenta-se o estado atual das estruturas pertencentes ao Eixo Norte e Ramal Apodi. Foram visitadas as estações de bombeamento, barragens, túneis, aquedutos, segmentos de canal e demais estruturas, onde foi observado e relatado de maneira descritiva a situação atual das estruturas do PISF. Para as barragens e estações de bombeamento, foram desenvolvidos os formulários de avaliação do Quadro 1.1 e 1.2 a seguir. Nos formulários por vezes são utilizadas siglas para identificar o status da informação: NO (“Não observado”); NI (“Não inspecionado”); NA (“Não se aplica”).

Este anexo se organiza da seguinte forma:

- Descrição básica da estrutura
- Observações da Visita de Campo
- Informações adicionais, caso haja
- Registro Fotográfico
- Avaliação da Situação Atual (listas de verificação para barragens e estações de bombeamento)

Quadro 1.1 – Formulário de Avaliação da Situação Atual do PISF – Barragens

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL – BARRAGENS E ESTRUTURAS DE CONTROLE	
A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD
A.1	Barragem possui TUD
A.2	Estrutura da torre em boas condições
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente
A.4	Monovia para instalação de talha executada
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente
A.7	Medidor de vazão instalado
A.8	Casa de comando em boas condições gerais
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas
A.11	Plataforma com guarda-corpo
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas
A.16	Sistema de CFTV está livre de pontos cegos
	AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado

B	BARRAMENTO E VERTEDOR
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições
B.5	Meio-fio instalado no coroamento
B.6	Drenagem superficial adequada
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições
C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD
E	CONCLUSÃO
E.1	Pendências relevantes à operação
	AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado
F	CASA DE COMANDO
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas
F.8	Sistema de CFTV está livre de pontos cegos
G	ESTRUTURA PRINCIPAL
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente
G.2	Comportas ensecadeira (stop-log) armazenadas adequadamente
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento
G.5	Sistema de iluminação externa instalado
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos
H	OBSERVAÇÕES ADICIONAIS
H.1	Observações adicionais
H.2	Nota referente a observações adicionais
I	CONCLUSÃO
I.1	Pendências relevantes à operação
	AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado

Quadro 1.2 – Formulário de Avaliação da Situação Atual do PISF – Estações de Bombeamento

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO PISF – ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO	
K	EDIFICAÇÃO E EQUIPAMENTOS
K.1	Foi observado sistema de detecção de incêndio
K.2	Foi observado sistema de proteção e combate a incêndio
K.3	Foi observada gaiola dos trafos de média tensão adequada
K.4	Não foram observados painéis elétricos no térreo (adequado)
K.5	Motobombas livres do risco de serem atingidas pela água da chuva (sem lona)
K.6	Livre de assoreamento nos forebays de jusante
K.7	Guarda-corpo no entorno dos forebays de jusante e montante
K.8	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados
K.9	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"
K.10	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente
K.11	Massas metálicas aterradas
K.12	Refrigeração da sala do banco de baterias
K.13	Bombas sem sinais de vazamento de água
K.14	Transformadores comissionados
K.15	Gerador comissionado
K.16	Compressor comissionado
L	SISTEMA VIÁRIO DE ACESSO
L.1	Talude do acesso devidamente protegido
L.2	Sistema de acesso com revestimento asfáltico
L.3	Sistema de acesso com proteção lateral ou guarda-rodas
L.4	Foi observada drenagem superficial adequada nos sistemas de acesso às edificações
M	TUBULAÇÃO DE RECALQUE
M.1	Tubulação de recalque envelopada/protegida adequadamente
M.2	Não apresenta armadura de espera da concretagem de segundo estágio nos forebays de montante desprotegida
	AVANÇO FÍSICO
	Avanço físico informado pela Gerenciadora
	Avanço físico informado pela Gerenciadora aparentemente verificado
O	CONCLUSÃO
O.1	Pendências relevantes à operação

Além da avaliação feita no local por este Consórcio nas visitas informadas, é considerada a informação disponível no Portal do PISF, ao qual o consórcio obteve acesso fornecido pelo MIDR e é considerado o Relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 como fonte de informação fiável de avanço da implantação das infraestruturas e, por conseguinte, de pendências identificadas no Eixo Norte.

2. BARRAGEM TUCUTU (WBS 1105)

A Barragem Tucutu integra o sistema adutor do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a primeira barragem do Trecho I, e está localizada entre a EBI-1 e o Reservatório Terra Nova, na divisão dos segmentos de canais WBS 1205 e WBS 1206. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 456 do deságue do canal a montante e 582 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 8°28'5.00" S, 39°27'45.00" O.

A área da bacia de drenagem é de 706,67 km², enquanto a área do reservatório, no nível d'água normal (359,73 m), é de 2,87 km². O volume útil do reservatório no nível d'água normal é de 20,26 milhões de m³ de água.



Figura 2-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Tucutu

Quadro 2.1 - Principais características da Barragem Tucutu

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Sub-bacia GI-5 da Bacia do Rio São Francisco
Área inundada	8,10 km ²
Área do Reservatório NA Normal	2,87 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	20,26 milhões de m ³
Altura máxima	22,00 m
Cota de coroamento	362,20 m
Comprimento do coroamento	1.790 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Tucutu
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cabrobó
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8°28'5.00" S, 39°27'45.00" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil Creager, soleira livre na elevação 360,50, 160 m de comprimento.
Obras de restituição do vertedouro	Muros laterais de concreto e canal não revestido (m ³ /s)
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2 m ³ /s, com 2 válvulas de controle.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	356,73 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	359,73 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	361,06 m

Fonte: 2217-REL-1105-01-00-003-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Tucutu.



Figura 2-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Tucutu

2.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas com objetivo de diminuir e, tanto quanto possível, evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Foi implantado posto de vigia na casa de comando da TUD. Na estrutura de controle o vigia fica abrigado na casa de comando. No entanto, ambos locais não oferecem apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico no local, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas também de concreto. Do ponto de vista da operação, nota-se que as tampas das caixas dos piezômetros são excessivamente pesadas para manuseio.

Verificou-se que as canaletas de drenagem no pé do talude se encontravam em boas condições de conservação, não apresentavam assoreamento significativo de material pétreo ou solo, porém apresentavam trechos sobrepostos por vegetação de pequeno porte.

Durante a visita de 2019 as caixas de drenagem apresentavam-se fora do barramento e os tubos tipo Kanonet expostos. Em 2023 verificou-se que nas caixas de saída da drenagem interna do barramento foi acrescentado um aterro com cobertura de enrocamento com a finalidade de integrar as caixas da saída da drenagem ao barramento de forma que os tubos tipo Kanonet ficassem inclusos.

Na barragem, foi verificado solo úmido próximo ao medidor de vazão no ponto mais baixo do talude a jusante e surgências de água propriamente dito. A caixa de saída da drenagem próxima a TUD não apresentou saída de água.

As unidades hidráulicas das casas de comandos da TUD e da estrutura de controle aparentam estar funcionando e em boas condições.

Verificou-se presença de sistema CFTV, porém, por motivo de logística, não foi possível ter acesso ao conteúdo das imagens para verificar se o sistema estava adequadamente posicionado/instalado, sem existência de pontos cegos. Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

✓ Tomada de uso difuso (TUD)

Verificou-se que a talha da torre de controle da TUD não estava instalada, porém, estava armazenada dentro da casa de comando, sendo instalada de acordo com a necessidade da operação.

Foi observado acúmulo de água no canal de restituição da TUD. Os taludes da saída d'água encontravam-se revestidos com enrocamento.

Não foi possível o acesso ao interior da estrutura de saída da TUD, impossibilitando a verificação da existência ou não de um medidor de vazão (hidrômetro). Porém, baseado na instrumentação presente na casa de comando, entende-se que os medidores de vazão estão operando.

Na casa de comando da estrutura de tomada d'água de uso difuso, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndio, apesar da presença de extintor e sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

✓ *Estrutura de controle (EC)*

Nos drenos superficiais da estrutura de controle, verificou-se a presença de solo, material pétreo e vegetação. No canal de restituição do vertedouro, foi observado vegetação de pequeno porte e presença de material pétreo proveniente dos taludes da lateral do vertedouro. As estruturas elétricas da casa de comando da TUD e da estrutura de controle foram encontradas em bom estado. Quadros elétricos conservados, comandos remotos em aparente funcionamento, cabos alinhados e organizados. Verificou-se estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, além de instalações contra descargas atmosféricas e SPDA em aparente boa condição.

Na casa de comando da estrutura de controle, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, apesar da presença de extintor e sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Em relação a visita realizada em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Instalação de meio fio na crista do barramento;
- Finalização das obras na casa de comando no canal de restituição da TUD;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na casa de comando da TUD e estrutura de controle;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

2.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1109-01-00-003-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

2.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD TUCUTU

2.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 2-3 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-4 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-5 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-6 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-7 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-8 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-9 – Barragem Tucutu - Torre da TUD



Figura 2-10 – Barragem Tucutu - Torre da TUD



Figura 2-11 – Barragem Tucutu - talude de Montante



Figura 2-12 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante e Medidor de Vazão



Figura 2-13 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante



Figura 2-14 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante e Medidor de Vazão



Figura 2-15 – Barragem Tucutu – Medidor de Vazão



Figura 2-16 – Barragem Tucutu - Crista



Figura 2-17 – Barragem Tucutu - Válvula Dispersora



Figura 2-18 – Barragem Tucutu - Canal de Restituição da TUD



Figura 2-19 – Barragem Tucutu - Casa de Comando



Figura 2-20 – Barragem Tucutu - Casa de Comando

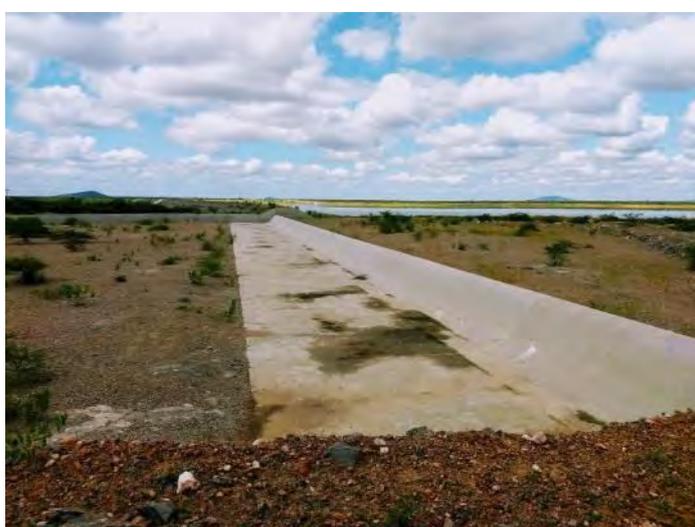


Figura 2-21 – Barragem Tucutu - Vertedor

2.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 2-22 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-23 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-24 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-25 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-26 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-27 – Barragem Tucutu - Vista aérea



Figura 2-28 – Barragem Tucutu - Torre da TUD



Figura 2-29 – Barragem Tucutu - Torre da TUD



Figura 2-30 – Barragem Tucutu - talude de Montante



Figura 2-31 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante e Medidor de vazão

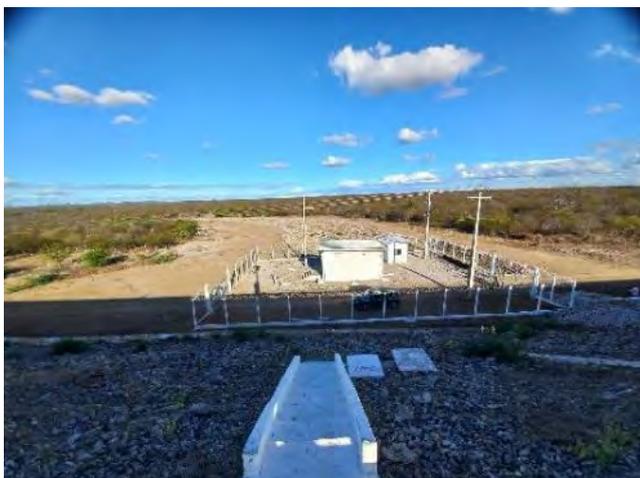


Figura 2-32 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante

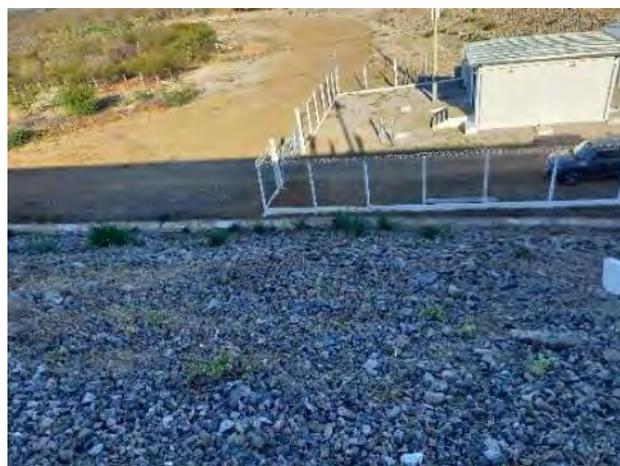


Figura 2-33 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante



Figura 2-34 – Barragem Tucutu - Talude de Jusante



Figura 2-35 – Barragem Tucutu - Crista



Figura 2-36 – Barragem Tucutu - Válvula Dispersora



Figura 2-37 – Barragem Tucutu - Canal de Restituição da TUD



Figura 2-38 – Barragem Tucutu - Casa de Comando

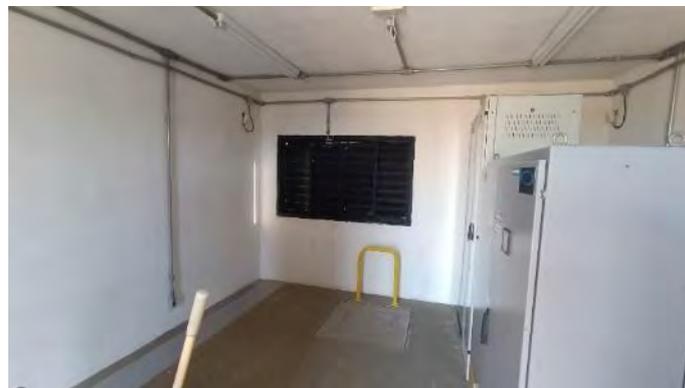


Figura 2-39 – Barragem Tucutu - Casa de Comando



Figura 2-40 – Barragem Tucutu - Casa de Comando



Figura 2-41 – Barragem Tucutu - Casa de Comando

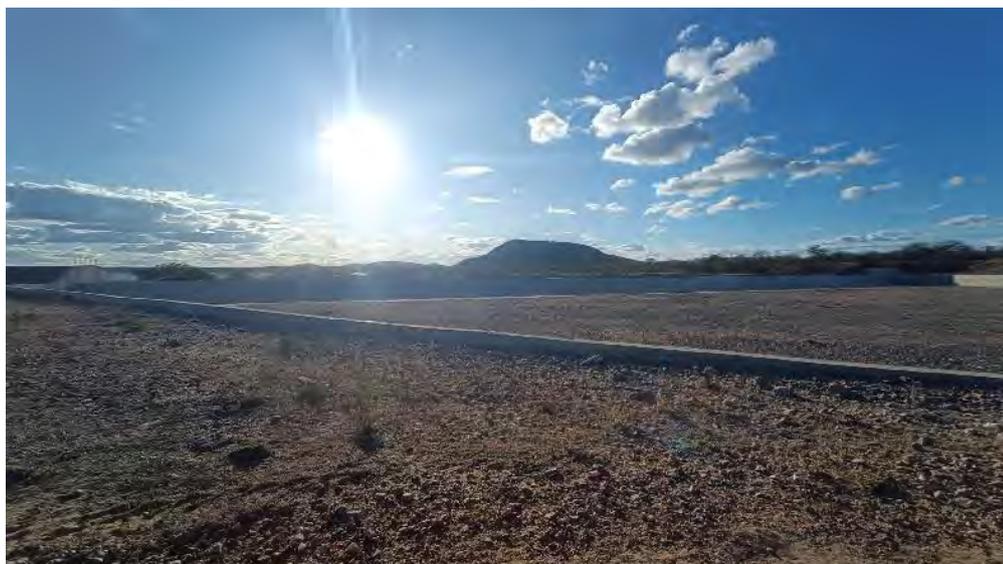


Figura 2-42 – Barragem Tucutu - Vertedor

2.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE TUCUTU

2.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 2-43– Estrutura de Controle Tucutu - Vista Geral



Figura 2-44 – Estrutura de Controle Tucutu – Vista Geral



Figura 2-45 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Entrada

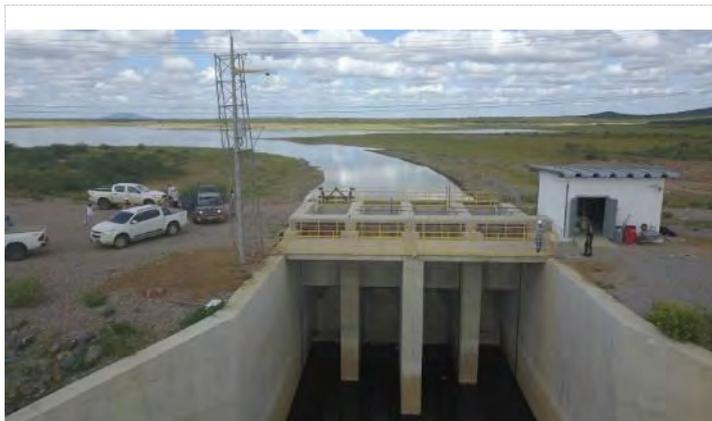


Figura 2-46 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída



Figura 2-47 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída



Figura 2-48 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída



Figura 2-49 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída



Figura 2-50 – Estrutura de Controle Tucutu – Comportas



Figura 2-51 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando



Figura 2-52 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando



Figura 2-53 –Estrutura de Controle Tucutu - Casa de Comando

2.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 2-54 – Estrutura de Controle Tucutu - Vista Geral



Figura 2-55 – Estrutura de Controle Tucutu – Vista Geral



Figura 2-56 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Entrada



Figura 2-57 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída



Figura 2-58 – Estrutura de Controle Tucutu - Canal de Saída



Figura 2-59 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída



Figura 2-60 – Estrutura de Controle Tucutu – Canal de Saída



Figura 2-61 – Estrutura de Controle Tucutu – Comportas



Figura 2-62 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando



Figura 2-63 – Estrutura de Controle Tucutu – Guarda corpo não instalado



Figura 2-64 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando



Figura 2-65 – Estrutura de Controle Tucutu – Casa de Comando

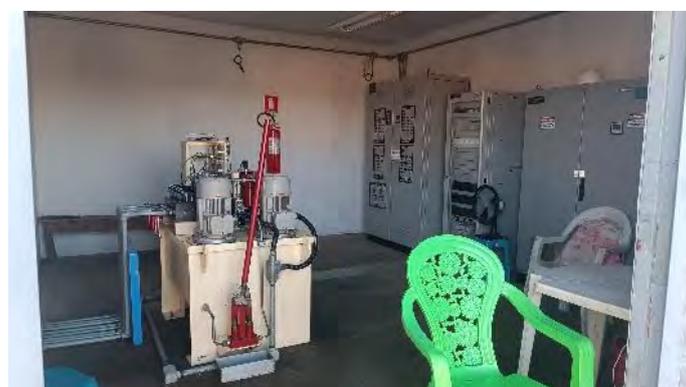


Figura 2-66 –Estrutura de Controle Tucutu - Casa de Comando

2.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

2.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM TUCUTU (WBS 1105)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	N.O.	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	N.O.	N.O.
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	N.I.	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	✓	N.A.
A.11	Plataforma com guarda-corpo	x	N.A.
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	99,3%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	x	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	x	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	✓	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	x	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	x	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

2.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM TUCUTU (WBS 1255)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	✓	✓
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	✓
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	✓	✓
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	x	x
G.2	Comportas ensecadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	x
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	x	x
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	✓	✓
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	✓
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	✓
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Não	Não
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	99,9%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1

3. BARRAGEM TERRA NOVA (WBS 1106)

A Barragem Terra Nova integra o sistema adutor do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a segunda barragem do referido eixo, inserida na sub-bacia Terra Nova da Bacia do Rio São Francisco, e está localizada entre o Reservatório Tucutu e a 2ª Estação de Bombeamento – EBI-2, na divisão dos segmentos de canais WBS 1211 e WBS 1212. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 2295 do deságue do canal a montante e 2413 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 8°16'10,89" S, 39°21'33,84" O.

A montante da Barragem Terra Nova, a aproximadamente 35 km está localizada a Barragem Tucutu. O reservatório de Terra Nova ocupa uma área de 2,20 km² de uma bacia contribuinte do riacho Terra Nova. O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 7,36 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 1,97 km².

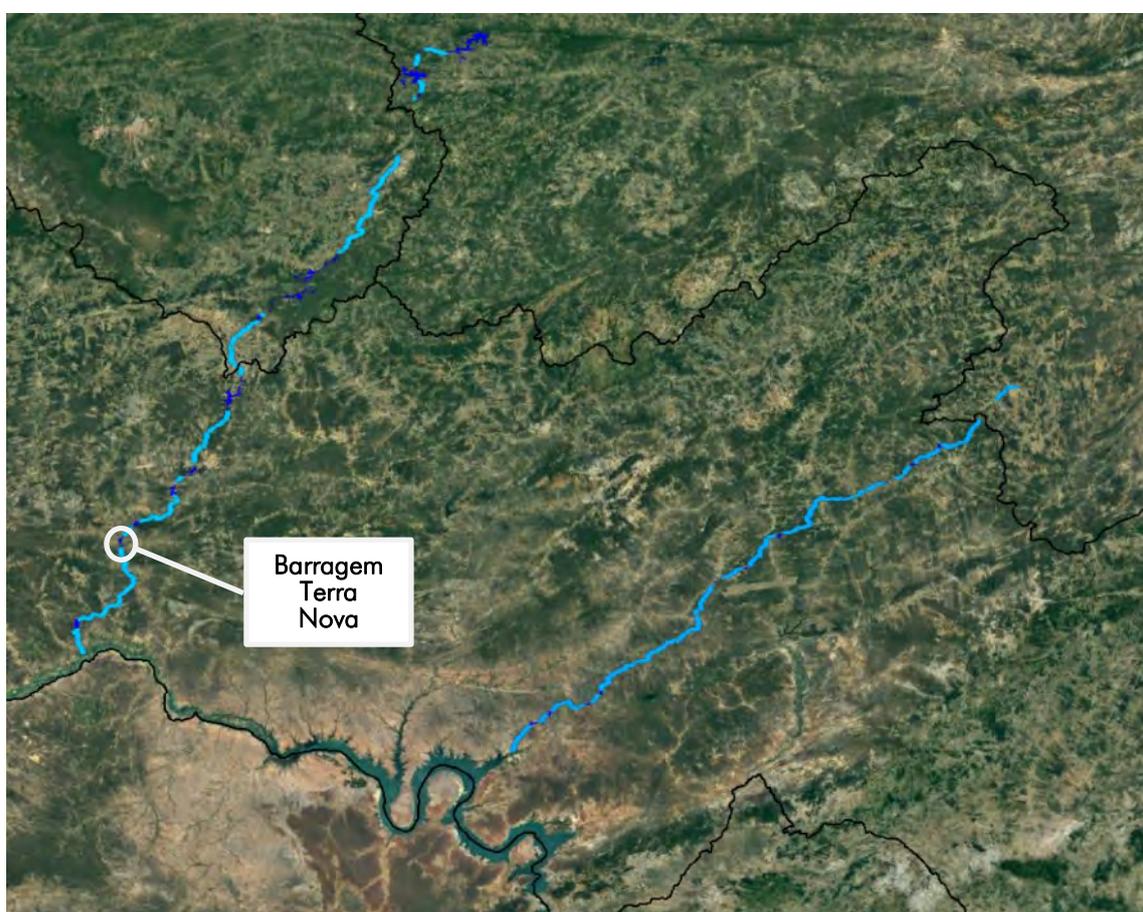


Figura 3-1 – Mapa de Localização - Barragem Terra Nova

Quadro 3.1 - Principais características da Barragem Terra Nova

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Sub Bacia do Riacho Terra Nova
Área inundada	2,20 km ²
Área do Reservatório NA Normal	1,97 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	7,36 milhões de m ³
Altura máxima	10,9 m
Cota de coroamento	357,50 m
Comprimento do coroamento	2.331,0 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Terra Nova
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cabrobó
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8°16'10.89" S, 39°21'33,84" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Soleira livre, crista da soleira 355,4 m, Vazão de projeto 99 m ³ /s (vazão superior à decamilenar), 160 m de largura
Obras de restituição do vertedouro	Canal não revestido
Descarregador de fundo (m ³ /s)	Não dispõe
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2 m ³ /s, com 2 válvulas de controle tipo Howell Bunger
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	352,89 m
Nível Máximo Normal (NMN)	354,55 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	355,64 m
N.A. Máx. histórico do reservatório	354,44 m

Fonte: 2217-REL-1106-01-00-003-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Terra Nova.



Figura 3-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2019) - Reservatório Terra Nova

3.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Foi implantado posto de vigia na casa de comando da TUD. No entanto, o local não oferece apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico no local, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas também de concreto. Do ponto de vista da operação, nota-se que as tampas das caixas dos piezômetros são excessivamente pesadas para manuseio.

Foi verificado vegetação de pequeno porte no canal do vertedouro.

Verificou-se presença de sistema CFTV, porém, por motivo de logística, não foi possível ter acesso ao conteúdo das imagens para verificar se o sistema estava adequadamente posicionado/instalado, sem existência de pontos cegos. Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

✓ *Tomada de uso difuso (TUD)*

Elementos importantes associados ao controle de percolação pela fundação da barragem são os poços de alívio instalados a jusante da canaleta longitudinal de enrocamento no pé do talude de jusante. Outro ponto importante observado foi a deficiência da drenagem superficial nesta região de pé do talude de jusante, o que se pode notar pelo acúmulo de água na região. Foi verificado um canal do pé do talude que encaminha parte da água acumulada para o canal da TUD.

Foi observado que a terraplenagem do canal de restituição da TUD não está adequada, o que se pode notar pelo acúmulo de água nesta região. Os taludes do canal encontravam-se revestidos com enrocamento e vegetação de pequeno porte.

No momento da visita nenhuma das válvulas dispersoras estava instalada. Uma das tubulações estava fechada com flange cego e a outra aberta, vertendo água.

Não foi possível o acesso ao interior da estrutura de saída da TUD impossibilitando a verificação da existência ou não de um medidor de vazão (hidrômetro). Porém, baseado na instrumentação presente na casa de comando, entende-se que os medidores de vazão estão operando.

As estruturas elétricas da casa de comando da TUD foram encontradas em bom estado. Quadros elétricos conservados, comandos remotos em aparente funcionamento, cabos alinhados e organizados. Verificou-se estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, além de instalações contra descargas atmosféricas e SPDA em aparente boa condição.

A unidade hidráulica da casa de comando da TUD aparenta estar funcionando e em boas condições.

Na casa de comando da estrutura de tomada d'água de uso difuso, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndio ou extintor, apesar da presença de sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

O reservatório Terra Nova não foi projetado para operar com Estrutura de Controle.

Em relação a visita feita em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Instalação de meio fio na crista do barramento;
- Execução de canal para drenagem de acúmulo de água a jusante da barragem;
- Finalização das obras na casa de comando e no canal de restituição da TUD;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na casa de comando da TUD;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

3.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1106-01-00-003-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

3.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD TERRA NOVA

3.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 3-3 – Barragem Terra Nova – Vista aérea



Figura 3-4 – Barragem Terra Nova - Vista aérea



Figura 3-5 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD



Figura 3-6 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD



Figura 3-7 – Barragem Terra Nova - TUD



Figura 3-8 – Barragem Terra Nova - TUD



Figura 3-9 – Barragem Terra Nova - Talude de Montante



Figura 3-10 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3-11 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando



Figura 3-12 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando



Figura 3-13 – Barragem Terra Nova - Canal de Restituição da TUD

3.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 3-14 – Barragem Terra Nova – Vista aérea



Figura 3-15 – Barragem Terra Nova - Vista aérea



Figura 3-16 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD



Figura 3-17 – Barragem Terra Nova - Torre da TUD



Figura 3-18 – Barragem Terra Nova - TUD



Figura 3-19 – Barragem Terra Nova - TUD



Figura 3-20 – Barragem Terra Nova - Talude de Montante



Figura 3-21 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3-22 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3-23 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3. 3-24 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3-25 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3-26 – Barragem Terra Nova - Talude de Jusante



Figura 3-27 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando



Figura 3-28 – Barragem Terra Nova - Painéis



Figura 3-29 – Barragem Terra Nova – Unidade Hidráulica



Figura 3-30 – Barragem Terra Nova - Painéis



Figura 3-31 – Barragem Terra Nova - Painéis



Figura 3-32 – Barragem Terra Nova - Casa de Comando



Figura 3-33 – Barragem Terra Nova - Canal de Restituição da TUD

3.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

3.4.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM TERRA NOVA (WBS 1106)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	N.O.
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	N.I.	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	N.O.	x
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	✓	N.O.
A.11	Plataforma com guarda-corpo	✓	N.O.
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	98,6%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	x	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	x	x
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	x	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	✓	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

4. BARRAGEM SERRA DO LIVRAMENTO (WBS 1107)

A Barragem Serra do Livramento integra o sistema do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a terceira barragem do referido eixo, inserida na sub-bacia Terra Nova da Bacia do Rio São Francisco, e está localizada entre a 2ª Estação de Bombeamento – EBI-2 e o Reservatório Mangueira, na divisão dos segmentos de canais WBS 1213 e WBS 1214. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 2678 do deságue do canal a montante e 2799 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 8°12'59.95" S, 39°19'15.60" O.

A montante da Barragem Serra do Livramento, a aproximadamente 5 km está localizada a Barragem Terra Nova. A jusante da Barragem Serra do Livramento, a aproximadamente 15 km está localizada a Barragem Mangueira.

O reservatório de Serra do Livramento ocupa uma área de 1,57 km² de uma bacia contribuinte do riacho Terra Nova. O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 18,38 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 1,57 km².

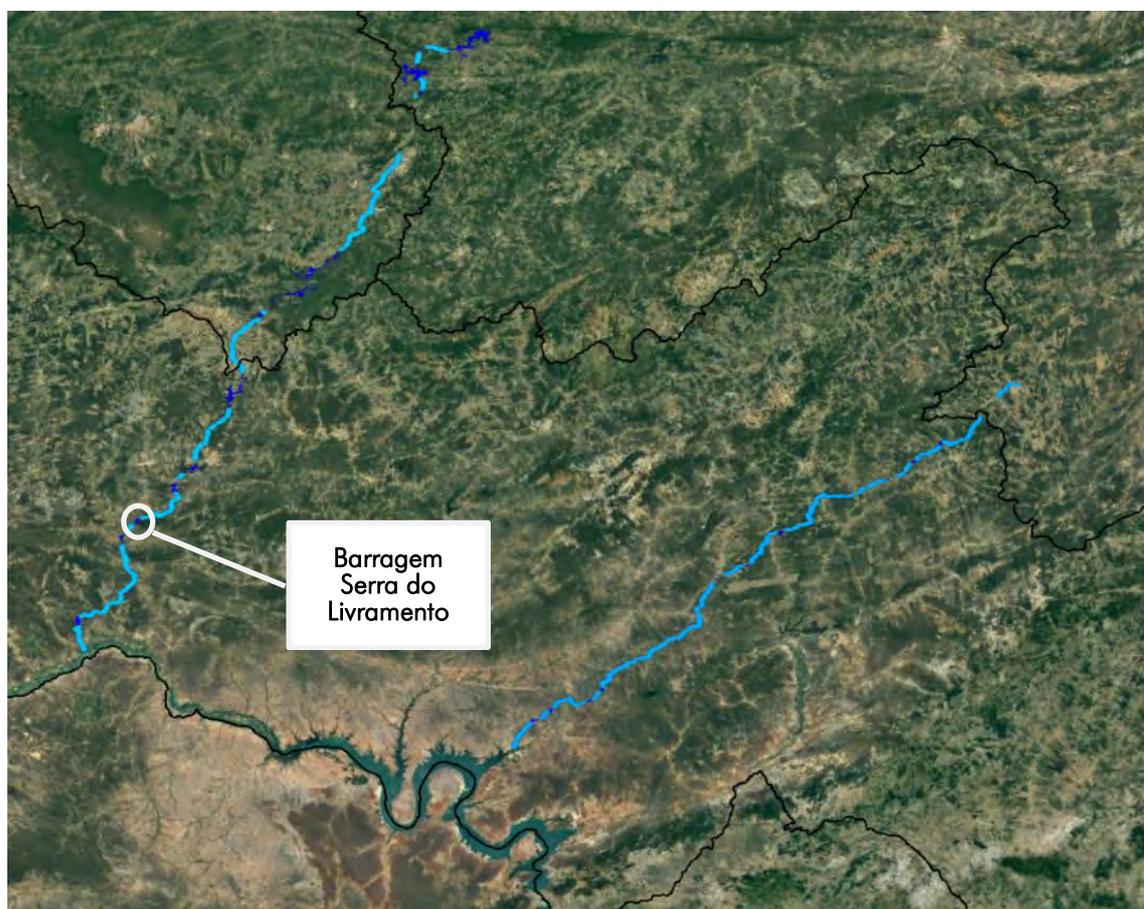


Figura 4-1 – Mapa de Localização - Barragem Serra do Livramento

Quadro 4.1 - Principais características da Barragem Serra do Livramento

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Sub-bacia do Riacho Terra Nova
Área do Reservatório NA Normal	1,57 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	18,38 milhões de m ³
Altura máxima	25,8 m
Cota de coroamento	410,50 m
Comprimento do coroamento	3.097 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Serra do Livramento
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cabrobó
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8°12'59.95" S, 39°19'15.60" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Tipo gravidade, crista da soleira 408,85 m
Obras de restituição do vertedouro	Canal não revestido
Descarregador de fundo (m ³ /s)	Não dispõe
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2 m ³ /s
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	405,86 m
Nível Máximo Normal (NMN)	408,04 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	409,41 m

Fonte: 2217-REL-1107-01-00-003-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Serra do Livramento.

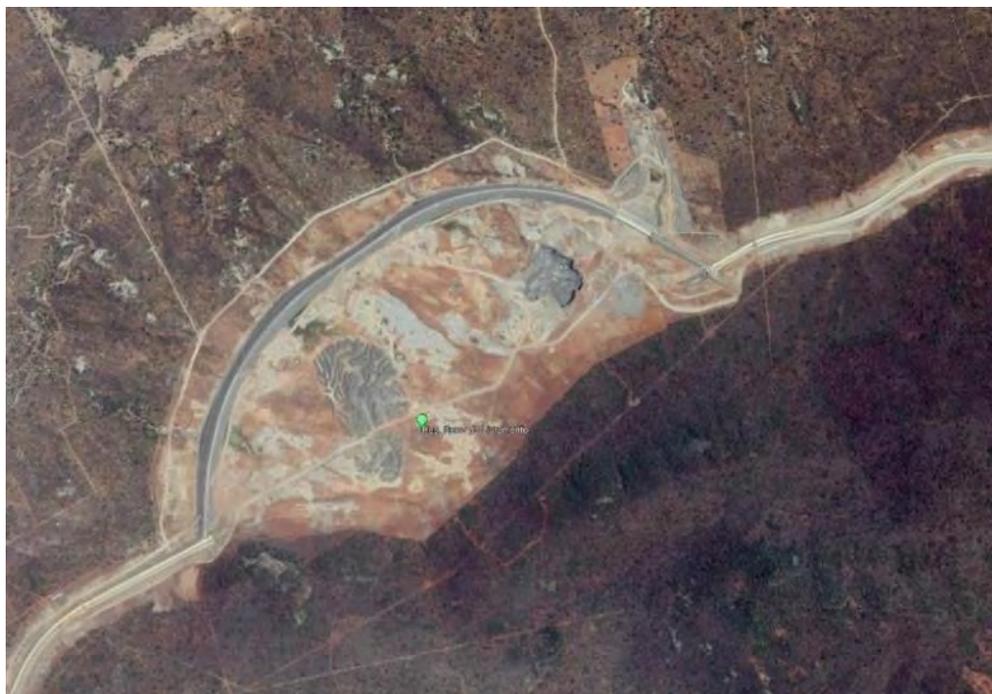


Figura 4-2 – Imagem satélite (Fonte: Google Earth, 2017) - Reservatório Serra do Livramento

4.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas também de concreto. Do ponto de vista da operação, nota-se que as tampas das caixas dos piezômetros são excessivamente pesadas para manuseio.

No canal do vertedouro foi verificado caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte.

Verificou-se presença de sistema CFTV na casa de comando da estrutura de controle, porém, por motivo de logística, não foi possível ter acesso ao conteúdo das imagens para verificar se o sistema estava adequadamente posicionado/instalado, sem existência de pontos cegos. Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

✓ *Tomada de uso difuso (TUD)*

Foi observado que a terraplenagem do canal de restituição da TUD não está adequada, o que se pode notar pelo acúmulo de água nesta região. Os taludes do canal encontram-se revestidos com enrocamento e vegetação de pequeno porte.

Verificou-se que a talha da torre de controle da TUD não estava instalada, porém, a viga da monovia e o carro trole estavam. Por ser um equipamento móvel, entende-se que a talha é instalada de acordo com a necessidade da operação.

Não foi possível acessar o interior da estrutura de saída da TUD impossibilitando a verificação da existência ou não de um medidor de vazão (hidrômetro). Porém, baseado na instrumentação presente na casa de comando, entende-se que os medidores de vazão estão instalados.

Não foi possível acessar o interior da casa de comando da TUD impossibilitando a verificação das estruturas elétricas do local, mas foi possível verificar que possui estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, e as instalações contra descarga atmosférica (SPDA) indicavam visualmente estar em boas condições.

As estruturas elétricas da casa de comando da TUD e da estrutura de controle foram encontradas em bom estado. Quadros elétricos conservados, comandos remotos em aparente funcionamento, cabos alinhados e organizados. Verificou-se estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, além de instalações contra descargas

atmosféricas e SPDA em aparente boa condição. Porém, somente a carcaça estrutural da câmera tipo dome (rotativa) se encontrava instalada, não foi identificada presença do conjunto ótico.

✓ **Estrutura de controle (EC)**

Foi implantado posto de vigia no acesso na casa de comando da estrutura de controle. No entanto, o local não oferece apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Na estrutura de controle verificou-se que os drenos superficiais apresentavam assoreamento de solo, material pétreo e vegetação de pequeno porte.

Na casa de comando da estrutura de controle, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, apesar da presença de sinalização correspondente, mas sem extintor. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

A unidade hidráulica da casa de comando da estrutura de controle aparenta estar funcionando e em boas condições.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório
- Instalação de meio fio na crista do barramento;
- Finalização das obras no canal de restituição do vertedouro e da TUD;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na casa de comando da TUD e estrutura de controle;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

4.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1107-01-00-003-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

4.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD SERRA DO LIVRAMENTO

4.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 4-3 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral



Figura 4-4 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-5 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-6 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-7 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD



Figura 4-8 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD



Figura 4-9 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Montante



Figura 4-10 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Jusante



Figura 4-11 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor



Figura 4-12 – Barragem Serra do Livramento - Crista



Figura 4-13 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor



Figura 4-14 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 4-15 – Barragem Serra do Livramento - Válvula Dispensora



Figura 4-16 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando



Figura 4-17 – Barragem Serra do Livramento - Canal de restituição da TUD

4.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 4-18 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral



Figura 4-19 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-20 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-21 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-22 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-23 – Barragem Serra do Livramento - Vista aérea



Figura 4-24 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD



Figura 4-25 – Barragem Serra do Livramento - Torre da TUD



Figura 4-26 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Montante



Figura 4-27 – Barragem Serra do Livramento - Talude de Jusante



Figura 4-28 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor



Figura 4-29 – Barragem Serra do Livramento - Crista



Figura 4-30 – Barragem Serra do Livramento - Vertedor



Figura 4-31 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 4-32 – Barragem Serra do Livramento - Válvula Dispersora



Figura 4-33 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando

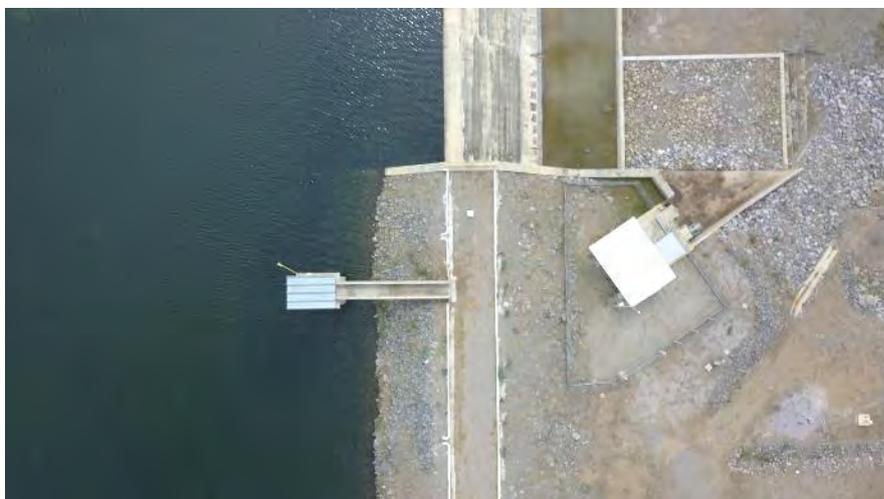


Figura 4-34 – Barragem Serra do Livramento - Canal de restituição da TUD

4.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE SERRA DO LIVRAMENTO

4.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 4-35 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral



Figura 4-36 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral



Figura 4-37 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Entrada



Figura 4-38 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída



Figura 4-39 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída



Figura 4-40 – Barragem Serra do Livramento - Guarda-corpo



Figura 4-41 – Barragem Serra do Livramento - Viga Pescadora



Figura 4-42 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral

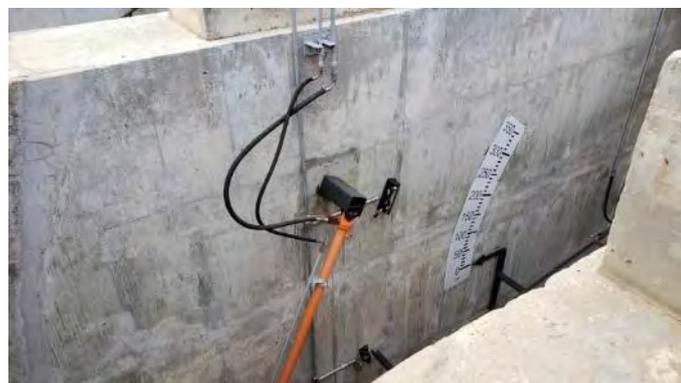


Figura 4-43 – Barragem Serra do Livramento - Régua de abertura das comportas

4.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 4-44 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral



Figura 4-45 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral



Figura 4-46 – Barragem Serra do Livramento - Canal de Entrada



Figura 4-47 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída



Figura 4-48 – Barragem Serra do Livramento – Canal de Saída



Figura 4-49 – Barragem Serra do Livramento - Segurança



Figura 4-50 – Barragem Serra do Livramento - Viga Pescadora



Figura 4-51 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando



Figura 4-52 – Barragem Serra do Livramento - Casa de comando



Figura 4-53 – Barragem Serra do Livramento - Vista Geral

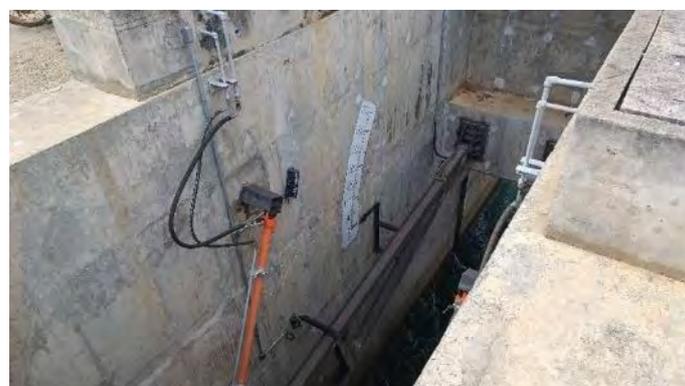


Figura 4-54 – Barragem Serra do Livramento - Régua de abertura das comportas

4.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

4.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM SERRA DO LIVRAMENTO (WBS 1107)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	N.I.	N.O.
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	✓	N.O.
A.11	Plataforma com guarda-corpo	✓	N.O.
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	✓
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	99,8%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	x	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	x	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	x	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	✓	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

4.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM SERRA DO LIVRAMENTO (WBS 1256)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	x	✓
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	✓
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	✓	✓
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	x	x
G.2	Comportas enscadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	x	x
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	✓	✓
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	✓
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	✓
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Não	Não
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	99,9%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1

5. BARRAGEM MANGUEIRA (WBS 1108)

A Barragem Mangueira integra o sistema do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a quarta barragem do referido eixo, inserida na sub-bacia Terra Nova da Bacia do Rio São Francisco, e está localizada entre o Reservatório de Serra do Livramento e 3ª Estação de Bombeamento – EBI-3, na divisão dos segmentos de canais WBS 1215 (CN 11) e WBS1216 (CN 1216). O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 3649+10 do deságue do canal a montante e 3833+00 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 8°9'8.6" S, 39°13'21.8" O.

A montante da Barragem Mangueira, a aproximadamente 15 km está localizada a Barragem Serra do Livramento. A jusante da Barragem Mangueira, a aproximadamente 8 km está localizada a Barragem de Negreiros.

O reservatório de Mangueira ocupa uma área de 2,80 km² e uma bacia contribuinte do riacho Terra Nova. O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 19,88 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 2,89 km².

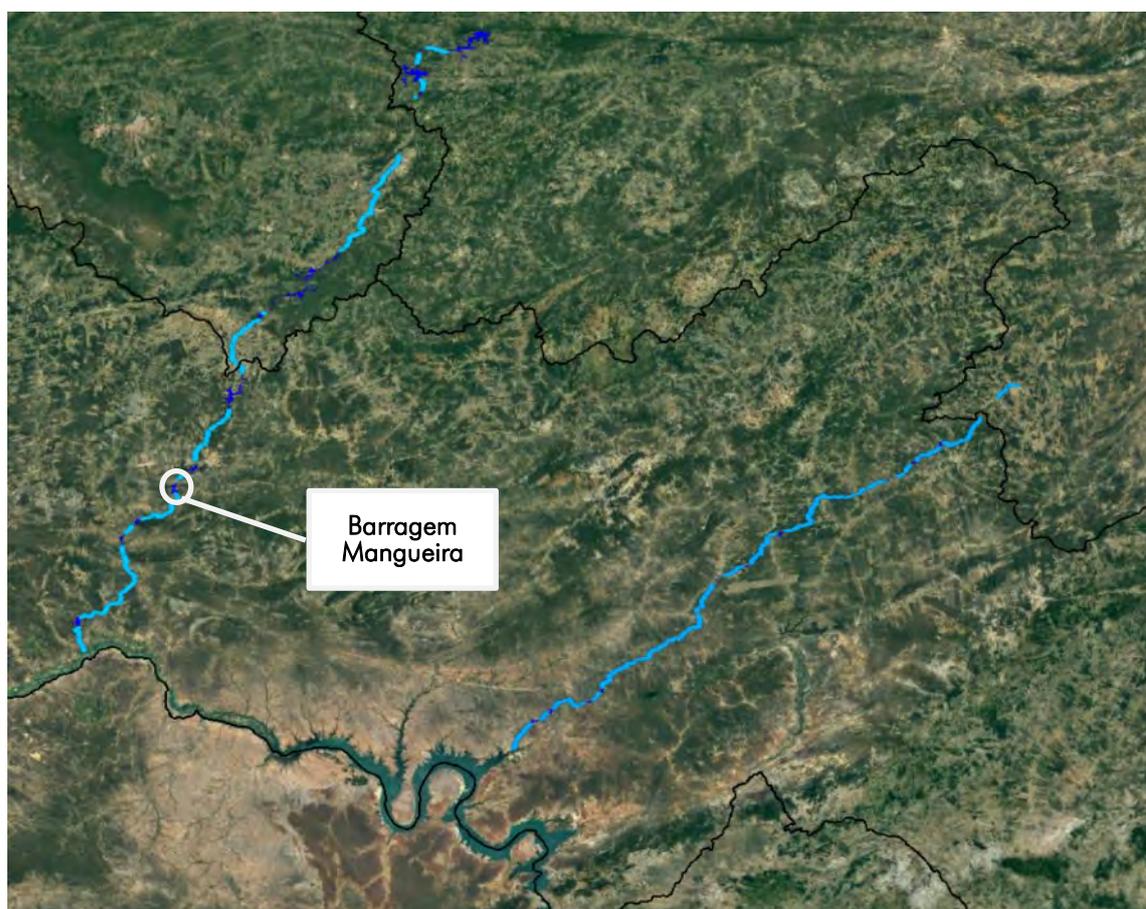


Figura 5-1 – Mapa de Localização - Barragem Mangueira

Quadro 5.1 - Principais características da Barragem Mangueira

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Enrocamento com núcleo em solo compactado
Bacia	Riacho Terra Nova
Área inundada	3,20 km ²
Área do Reservatório NA Normal	2,89 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	19,88 milhões de m ³
Altura máxima	27,33 m
Cota de coroamento	407,70 m
Comprimento do coroamento	1.184 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Mangueira
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Salgueiro
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8°9'8.6" S, 39°13'21.8" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil Creager soleira livre na elevação 406,10 m, Vazão de projeto 72 m ³ /s, 160 m de comprimento.
Obras de restituição do vertedouro	Muros laterais de concreto e canal não revestido.
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Uso Difusos de até 2 m ³ /s, com 2 válvulas de controle.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	404,29 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	405,46 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	406,56 m

Fonte: 2217-REL-1108-01-00-003-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Mangueira.

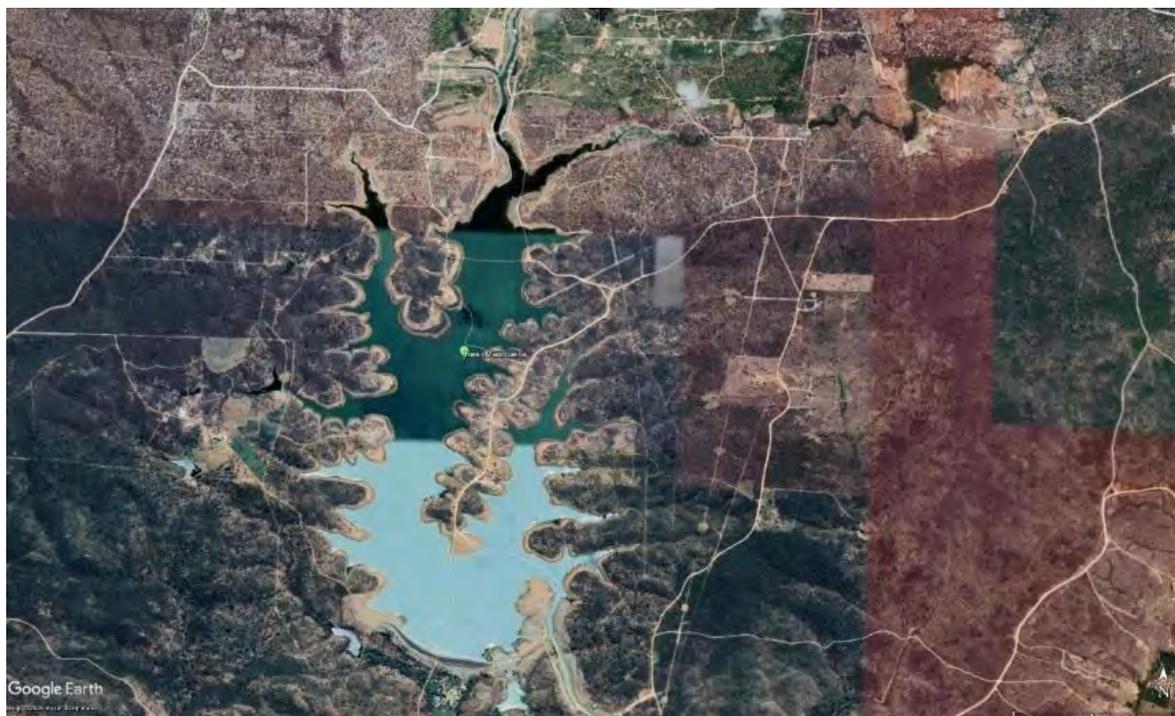


Figura 5-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2022) - Reservatório Mangueira

5.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas também de concreto. Do ponto de vista da operação, nota-se que as tampas das caixas dos piezômetros são excessivamente pesadas para manuseio.

Verificou-se que os taludes de montante e os taludes de jusante apresentavam pouca vegetação e vegetação de pequeno porte.

No canal do vertedouro foi verificado caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte.

Através de imagens aéreas, verificou-se a jusante do canal de restituição do vertedouro a existência de um pequeno reservatório de água (lago existente conforme projeto). Após o lago existente, em cota superior foi observado a presença de uma edificação.

Constatou-se no canal de restituição do vertedouro a presença de pequenas árvores e arbustos, o que pode comprometer o correto escoamento da água de vertimento no caso de uma cheia excepcional.

Verificou-se presença de sistema CFTV, porém, por motivo de logística, não foi possível ter acesso ao conteúdo das imagens para verificar se o sistema estava adequadamente posicionado/instalado, sem existência de pontos cegos. Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

✓ *Tomada de uso difuso (TUD)*

Foi implantado posto de vigia na casa de comando da TUD. No entanto, o local não oferece apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico no local, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Foi observado que a terraplenagem do canal de restituição da TUD não está adequada, o que se pode notar pelo acúmulo de água nesta região. Os taludes do canal revestidos com enrocamento e vegetação de pequeno porte.

Verificou-se que a talha da torre de controle da TUD não estava instalada, porém, a viga da monovia e o carro trole estavam. Por ser um equipamento móvel, entende-se que a talha é instalada de acordo com a necessidade da operação.

Não foi possível acessar o interior da estrutura de saída da TUD impossibilitando a verificação da existência ou não de um medidor de vazão (hidrômetro). Porém, baseado na instrumentação presente na casa de comando, entende-se que os medidores de vazão estão instalados.

As estruturas elétricas da casa de comando da TUD e da estrutura de controle foram encontradas em bom estado. Quadros elétricos conservados, comandos remotos em aparente funcionamento, cabos alinhados e organizados. Verificou-se estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, além de instalações contra descargas atmosféricas e SPDA em aparente boa condição.

Na casa de comando da estrutura de tomada d'água de uso difuso, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndio, apesar da presença de extintor e sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

A unidade hidráulica da casa de comando da TUD aparenta estar funcionando e em boas condições.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Instalação de meio fio na crista do barramento;
- Finalização das obras no canal de restituição do vertedouro e da TUD;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na casa de comando da TUD e estrutura de controle;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

5.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1108-01-00-003-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

5.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD MANGUEIRA

5.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 5-3 – Barragem Mangueira - Vista aérea



Figura 5-4 – Barragem Mangueira - Vista aérea



Figura 5-5 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-6 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-7 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-8 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-9 – Barragem Mangueira - Crista



Figura 5-10 – Barragem Mangueira - Talude de Montante



Figura 5-11 – Barragem Mangueira - Casa de Comando



Figura 5-12 – Barragem Mangueira - Casa de Comando



Figura 5-13 – Barragem Mangueira - Válvula Dispensora



Figura 5-14 – Barragem Mangueira - Válvula Dispensora



Figura 5-15 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-16 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-17 – Barragem Mangueira - Vertedor



Figura 5-18 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-19 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor

5.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 5-20 – Barragem Mangueira - Vista aérea



Figura 5-21 – Barragem Mangueira - Vista aérea



Figura 5-22 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-23 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-24 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-25 – Barragem Mangueira - Torre da TUD



Figura 5-26 – Barragem Mangueira - Crista



Figura 5-27 – Barragem Mangueira - Talude de Montante



Figura 5-28 – Barragem Mangueira - Casa de Comando



Figura 5-29 – Barragem Mangueira - Casa de Comando



Figura 5-30 – Barragem Mangueira - Casa de comando



Figura 5-31 – Barragem Mangueira - Válvula Dispersora



Figura 5-32 – Barragem Mangueira – Casa de comando



Figura 5-33 – Barragem Mangueira – Casa de comando



Figura 5-34 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-35 – Barragem Mangueira - Talude de Jusante



Figura 5-36 – Barragem Mangueira - Vertedor



Figura 5-37 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-38 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-39 – Barragem Mangueira - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 5-40 – Barragem Mangueira - Canal de Derivação do Ramal Entremontes



Figura 5-41 – Barragem Mangueira - Canal de Derivação do Ramal Entremontes

5.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

5.4.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM MANGUEIRA (WBS 1108)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	x	N.I.
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	✓	✓
A.11	Plataforma com guarda-corpo	✓	✓
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	✓
	AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA		
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	98,8%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	x	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	x	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	✓	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Não	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

6. BARRAGEM NEGREIROS (WBS 1109)

A Barragem Negreiros integra o sistema do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a quinta barragem do referido eixo, inserida na sub-bacia Terra Nova da Bacia do Rio São Francisco, e está localizada entre a 3ª Estação de Bombeamento – EBI 3 e o Reservatório Milagres, na divisão dos segmentos de canais WBS 1217 e WBS 1218. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 4132 do deságue do canal a montante e 4320 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 8°9'43.655" S, 39°10'29.310" O.

A jusante da Barragem Mangueira, a aproximadamente 8 km está localizada a Barragem Negreiros. A montante da Barragem Milagres, a aproximadamente 21 km está localizada a Barragem de Negreiros.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 23,85 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 2,51 km².



Figura 6-1 – Mapa de Localização - Barragem Negreiros

Quadro 6.1 - Principais características da Barragem Negreiros

CARACTERÍSTICA	
BARRAGEM NEGREIROS	
Tipo	Concreto Compactado a Rolo (CCR)
Bacia	Sub-bacia do riacho Terra Nova
Área do Reservatório NA Normal	2,51 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	23,85 milhões de m ³
Altura máxima	36,60 m
Cota de coroamento	496,40 m
Comprimento do coroamento	246,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Concreto
Revestimento dos taludes de jusante	Concreto
Denominação oficial	Reservatório Negreiros
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
DIQUE NEGREIROS 1109	
Tipo	Enrocamento com núcleo em solo compactado
Bacia	Sub-bacia do riacho Terra Nova
Altura máxima	23 m
Cota de coroamento	496,40 m
Comprimento do coroamento	423,00 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE 1217	
Tipo	Enrocamento com núcleo em solo compactado
Bacia	Sub-bacia do riacho Terra Nova
Altura máxima	26,40 m
Cota de coroamento	496,40 m
Comprimento do coroamento	715,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
LOCALIZAÇÃO	
Município	Salgueiro
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8°9'43.655" S, 39°10'29.310" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão)	Soleira livre com vazão de projeto de 134 m ³ /s
Tomada d'água	Dispõe de tomada d'água para até 2 m ³ /s
Estrutura de Controle	Dispõe de estrutura de controle com 4 comportas
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	491,80 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	494,00 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	495,22 m

Fontes: 2217-REL-1109-01-00-003-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem Negreiros – Eixo Norte – PISF.

Quadro 6.2 - Principais características do Canal 1217

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	1217
Estaca Início	4100+00
Estaca Fim	4132+18
Extensão	1580 m ¹
Vazão máxima	89 m ³ /s
GEOMETRIA	
Base	35,0 m
Altura	7,4 m
Inclinação do talude (V:H)	1:1,5 a 4:1
Altura da mureta	0
LOCALIZAÇÃO	
Município	Salgueiro
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8° 6' 6.81" S, 39° 11' 52.85" O / 8° 5' 58.08" S, 39° 11' 23.64" O

Fonte: 1210-REL-1001-00-00-002-R05 - EN - T1 – Relatório Final dos Projetos Executivos.

¹ Distância conforme informações do Portal do PISF

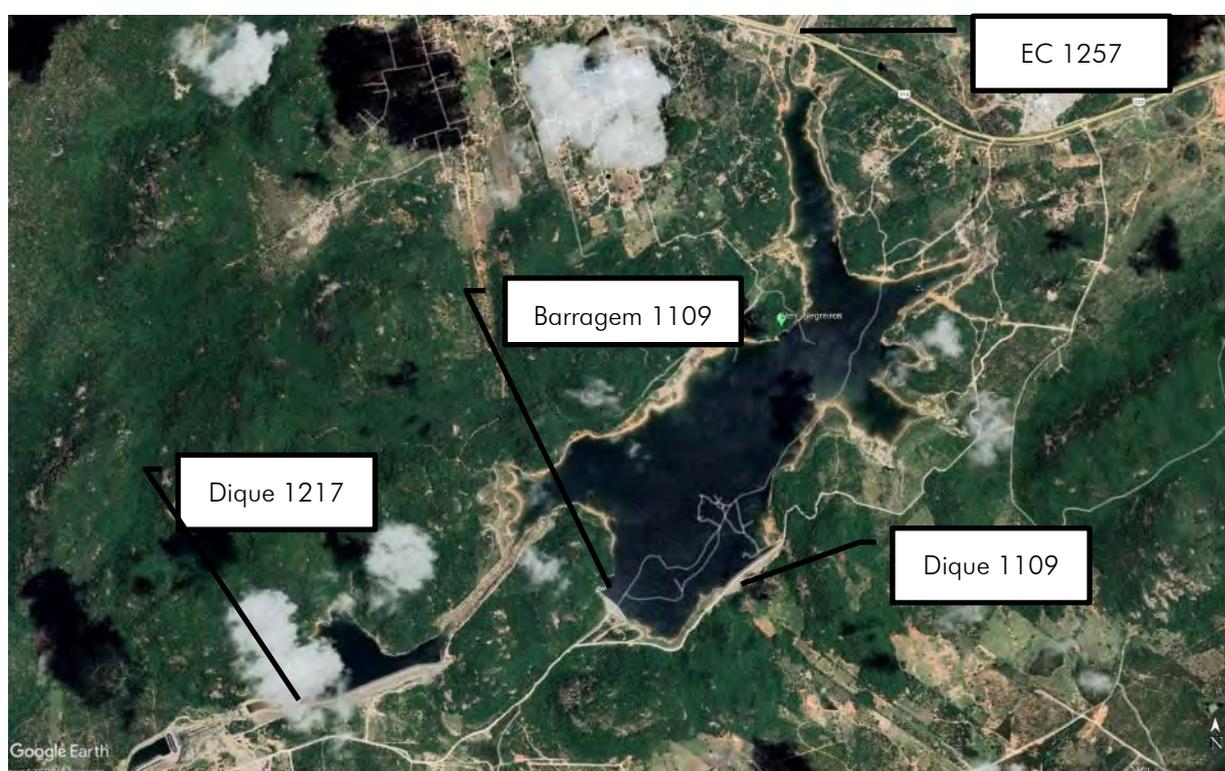


Figura 6-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2022) - Reservatório Negreiros

6.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição de acesso com vigilância 24h ao barramento, TUD e estrutura de controle.

Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Foi implantado posto de vigia na casa de comando da EC e no acesso ao vertedouro/TUD. No entanto, o local não oferece apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

A casa de comando da TUD possui duas câmeras tipo dome, enquanto a casa de comando da estrutura de controle possui uma câmera tipo dome e três câmeras tipo bullet.

✓ *Vertedouro CCR*

Não foi possível acessar a galeria da barragem para verificação o tratamento das fundações ou indícios dos serviços realizados. Foi possível escutar fluxo de água na galeria de drenagem. Externamente foi possível verificar fluxo de água pela saída da drenagem através de tubos inseridos a jusante, no barramento CCR.

Observou-se no canal de restituição do vertedouro e TUD a existência de vegetação, o que pode comprometer o correto escoamento da água de vertimento no caso de uma cheia excepcional. O vertedouro apresenta revestimento com enrocamento na LD e na LE proteção com vegetação.

✓ *Dique 1217*

Foi verificado que o barramento do dique 1217 apresenta alguns pontos de surgência ao longo do barramento. Durante a visita foi possível constatar que o fluxo de água proveniente das surgências é constante. Pontos de aplicação de injeção de calda de cimento em locais específicos foram realizados com a finalidade de diminuir a surgência.

O coroamento do dique 1217 possui largura de 6,0 m e uma fina camada de cascalho de revestimento de proteção.

Os taludes a montante e a jusante do dique Negreiros são protegidos por enrocamento.

✓ *Dique 1109*

O coroamento do dique 1109 possui largura de 6,0 m e uma fina camada de cascalho de revestimento de proteção. Verificou-se, no coroamento, a ausência de sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira.

Os taludes de montante e jusante do dique Negreiros são protegidos por enrocamento.

Foi verificado que o dique 1109 apresenta alguns pontos de surgência ao longo do barramento. Durante a visita foi possível constatar que o fluxo de água proveniente das surgências é constante.

✓ *Tomada de uso difuso (TUD)*

Verificou-se que a talha da torre de controle da TUD não estava instalada, porém, a viga da monovia e o carro trole estavam. Por ser um equipamento móvel, entende-se que a talha é instalada de acordo com a necessidade da operação.

Durante a visita, foi possível verificar que o medidor de vazão de uma das válvulas dispensoras encontrava-se instalado.

Não foi possível acessar o interior da casa de comando da TUD, impossibilitando a verificação das estruturas elétricas do local, mas foi possível verificar que possui estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, e as instalações contra descarga atmosférica (SPDA) indicavam visualmente estar em boas condições.

✓ **Estrutura de controle (EC)**

Na estrutura de controle foi verificado taludes na lateral do canal protegido com enrocamento e maior porcentagem de proteção com concreto projetado. Parte do canal apresentava corte direto em rocha.

Nos drenos superficiais da estrutura de controle, verificou-se a presença de solo, material pétreo e vegetação.

Na estrutura de concreto, nas ombreiras da estrutura de controle foi verificado trincas horizontais e verticais. Não foram verificadas deformações, apenas as trincas.

Na ocasião do enchimento do reservatório Negreiros, ocorreram acontecimentos não esperados, conforme descrito no capítulo 6.2 a seguir. Visando rebaixar o nível operacional do reservatório Negreiros, foram removidas as ogivas das comportas 3 e 4 da EC de Negreiros, conforme relatório da CGOF. Na lateral esquerda do canal de adução da estrutura de controle foi possível observar presença de material acumulado.

A falta das ogivas das comportas 3 e 4 impossibilita a operação normal da estrutura de controle. Por conta disso, nas ocasiões em que é necessário impedir o fluxo de água pela estrutura de controle, seja para manutenções a jusante ou outro motivo, é preciso executar uma enscadeira. Segundo informações do Parecer SEI/MIDR - 5061469, esse material está estrategicamente disposto para desempenhar tal função.

As estruturas da casa de comando da estrutura de controle se encontram em boas condições do ponto de vista elétrico. Quadros elétricos aparentaram estar conservados, comandos remotos aparentaram estar em pleno funcionamento, cabos se encontram anilhados e organizados, possui estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, além das instalações contra descarga atmosférica (SPDA) que indicavam visualmente estar em boas condições.

A unidade hidráulica da casa de comando da estrutura de controle aparenta estar funcionando e em boas condições.

Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

Na casa de comando da estrutura de controle, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, apesar da presença de extintor e sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;

- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso no vertedouro/TUD e estrutura de controle;
- Finalização nas obras na soleira do vertedouro em CCR;
- Finalização das obras na TUD;
- Na visita de agosto de 2023 a galeria interna do vertedouro encontrava-se fechada, e em obras;
- Durante o enchimento do reservatório, foram identificados pontos de elevada surgência de água no canal 1217 e dique de Negreiros (WBS 1109), conforme relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização - CGOF. Algumas intervenções foram feitas e outras ainda estão em estudo.
- Visando rebaixar o nível operacional do reservatório Negreiros, foram removidas as ogivas das comportas 3 e 4 da EC de Negreiros.

Em linhas gerais, o reservatório e estrutura de controle encontram-se operando com capacidade reduzida. Entende-se que é necessário avaliar e dirimir todos os possíveis problemas, para que a estrutura possa operar com plena capacidade.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

6.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

“Dique WBS 1217 - Monitoramento / definição de intervenção

- Em 2018 início do enchimento do canal no trecho 1217, quando foi identificado percolação excessiva de água no pé do dique, foi realizada intervenção para injeção de calda de cimento no Dique WBS 1217 com mais de 500 furos, que resultou numa redução de 48,3% da percolação. Apesar da redução expressiva da solução adotada, ainda está em estudo novas soluções para sanar a percolação;
- Segundo informação fornecida pelo MIDR, entende-se ser ainda necessário aprofundar os estudos para subsidiar decisão sobre se será necessária alguma intervenção adicional.

Dique Negreiros (WBS 1109) - Recuperação do Dique

- Na ocasião do primeiro enchimento do Reservatório de Negreiros no início de 2020, o Dique 1109 apresentou pontos de surgência de água e elevados valores de percolação, a qual demandou a remoção das ogivas das comportas 3 e 4 da EC de Negreiros, com o intuito de rebaixar o nível operacional do reservatório a uma cota inferior para possibilitar a continuidade dos testes operacionais do Enchimento dos Reservatórios do Eixo Norte. Entretanto, o estudo para a recuperação do Dique estava em desenvolvimento pela Universidade Federal de Viçosa – UFV;
- Considerando que o projeto de engenharia se encontrava em estudo quando da elaboração deste relatório, posteriormente poderá ser necessário contratar as obras de recuperação, situação que provavelmente

requerirá alguns meses. Diante da situação, seria recomendável a contratação para execução de ensecadeira a montante do dique 1109, com a finalidade de prover segurança à estrutura sem interromper a operação, além de possibilitar maior resguardo durante a execução dos reparos do dique 1109.

Estrutura de Controle de Negreiros (WBS 1257)

- Na ocasião do primeiro enchimento do Reservatório de Negreiros no início de 2020, o Dique 1109 apresentou pontos de surgência de água e elevados valores de percolação, a qual demandou a remoção das ogivas das comportas 3 e 4 da EC de Negreiros, com o intuito de rebaixar o nível operacional do reservatório a uma cota inferior para possibilitar a continuidade dos testes operacionais do Enchimento dos Reservatórios do Eixo Norte;
- Após recuperação do dique 1109, será necessário recompor as ogivas das comportas 3 e 4 da EC de Negreiros”.

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1109-01-00-003-R00(2022) conclui que:

“Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a o CCR Negreiros possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem.

Dique 1217 possui Nível de Perigo Global Atenção (NPGB = 1), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete de imediato a segurança da barragem, mas caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada.

Dique 1109 possui Nível de Perigo Global Atenção (NPGB = 1), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete de imediato a segurança da barragem, mas caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada.”

6.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD NEGREIROS

6.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 6-3 – Barragem Negreiros - Vista aérea



Figura 6-4 – Barragem Negreiros - Vista aérea Vertedor



Figura 6-5 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor



Figura 6-6 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor



Figura 6-7 – Barragem Negreiros - Vertedor



Figura 6-8 – Barragem Negreiros – Vertedor



Figura 6-9 – Barragem Negreiros - Vertedor



Figura 6-10 – Barragem Negreiros - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 6-11 – Barragem Negreiros - Canal 1217



Figura 6-12 – Barragem Negreiros



Figura 6-13 – Barragem Negreiros - Torre da TUD



Figura 6-14 – Barragem Negreiros - Torre da TUD



Figura 6-15 – Barragem Negreiros - Válvula Dispersora



Figura 6-16 – Barragem Negreiros



Figura 6. 6-17 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD



Figura 6. 6-18 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD

6.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 6-19 – Barragem Negreiros - Vista aérea

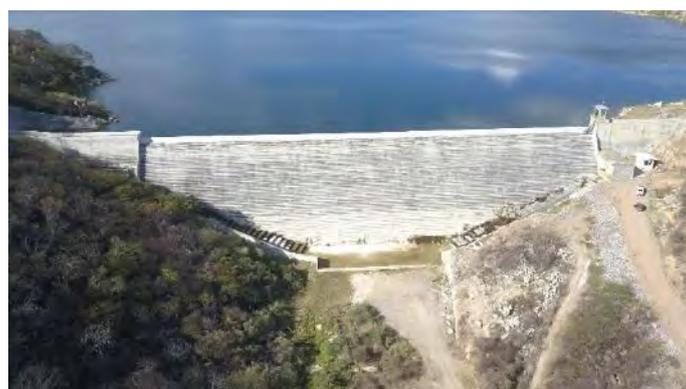


Figura 6-20 – Barragem Negreiros - Vista aérea Vertedor



Figura 6-21 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor



Figura 6-22 – Barragem Negreiros – Vista aérea vertedor



Figura 6-23 – Barragem Negreiros - Vertedor



Figura 6-24 – Barragem Negreiros – Vertedor



Figura 6-25 – Barragem Negreiros - Vertedor



Figura 6-26 – Barragem Negreiros - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 6-27 – Barragem Negreiros - Torre da TUD



Figura 6-28 – Barragem Negreiros - Torre da TUD



Figura 6-29 – Barragem Negreiros - Válvula Dispersora



Figura 6-30 – Barragem Negreiros - Medidor de vazão e tubulações



Figura 6-31 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD



Figura 6-32 – Barragem Negreiros - Casa de Comando da TUD



Figura 6-33 – Barragem Negreiros - Dique 1217



Figura 6-34 – Barragem Negreiros - Dique 1217

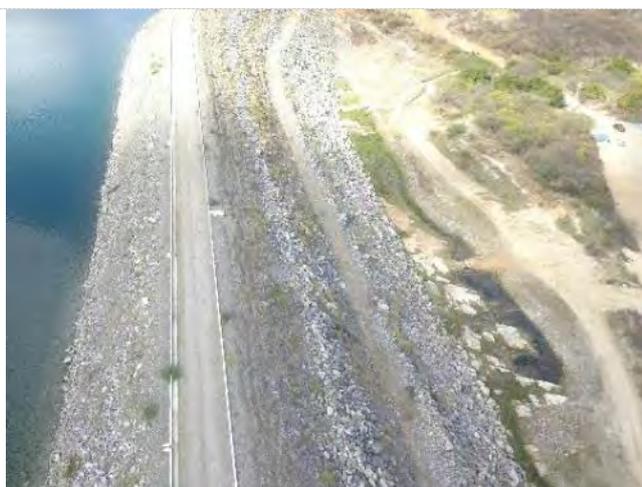


Figura 6-35 – Barragem Negreiros - Dique 1217



Figura 6-36 – Barragem Negreiros - Dique 1217



Figura 6-37 – Barragem Negreiros - Dique 1109



Figura 6-38 – Barragem Negreiros - Dique 1109



Figura 6-39 – Barragem Negreiros - Dique 1109



Figura 6-40 – Barragem Negreiros - Dique 1109

6.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE NEGREIROS

6.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 6-41 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral



Figura 6-42 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral



Figura 6-43 – Estrutura de Controle Negreiros - Vista aérea



Figura 6-44 – Estrutura de Controle Negreiros – Medidores de vazão



Figura 6-45 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Entrada



Figura 6-46 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Entrada



Figura 6-47 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Saída



Figura 6-48 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Saída



Figura 6-49 – Estrutura de Controle Negreiros – Casa de Comando



Figura 6-50 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança



Figura 6-51 – Estrutura de Controle Negreiros – Régua de abertura da comporta



Figura 6-52 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança

6.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 6-53 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral

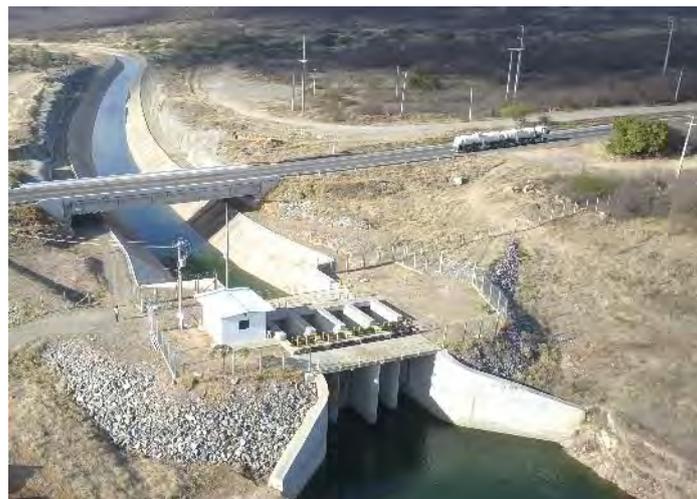


Figura 6-54 – Estrutura de Controle Negreiros – Vista Geral



Figura 6-55 – Estrutura de Controle Negreiros - Vista aérea



Figura 6-56 – Estrutura de Controle Negreiros – Medidores de vazão



Figura 6-57 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Entrada

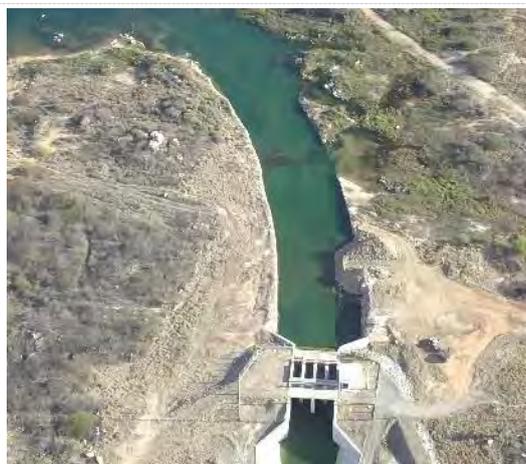


Figura 6-58 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Entrada



Figura 6-59 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de entrada



Figura 6-60 –Estrutura de Controle Negreiros – Detritos no canal



Figura 6-61 – Estrutura de Controle Negreiros – Canal de Saída



Figura 6-62 – Estrutura de Controle Negreiros - Canal de Saída



Figura 6-63 – Estrutura de Controle Negreiros – Casa de Comando

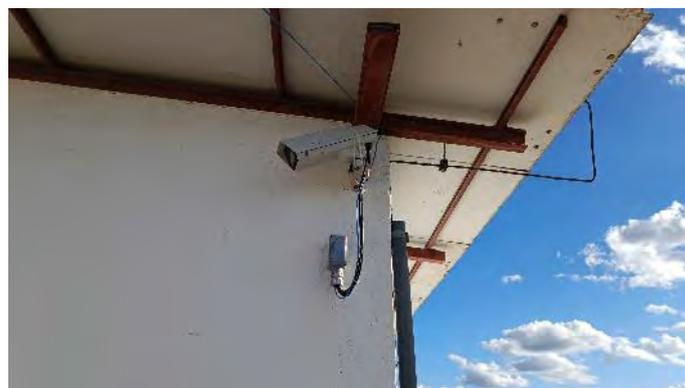


Figura 6-64 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança

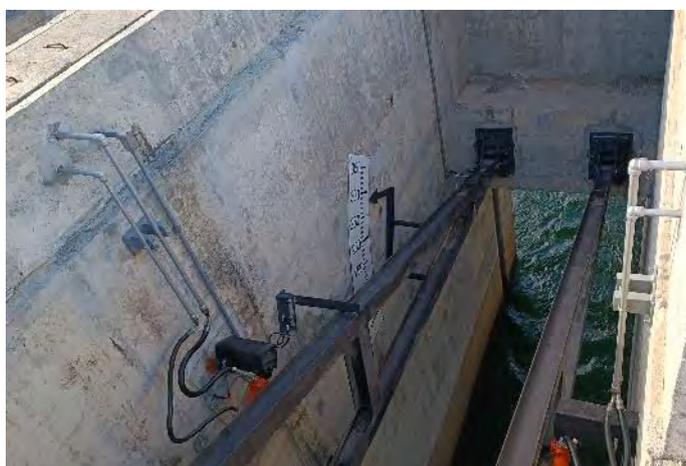


Figura 6-65 – Estrutura de Controle Negreiros – Régua de abertura da comporta

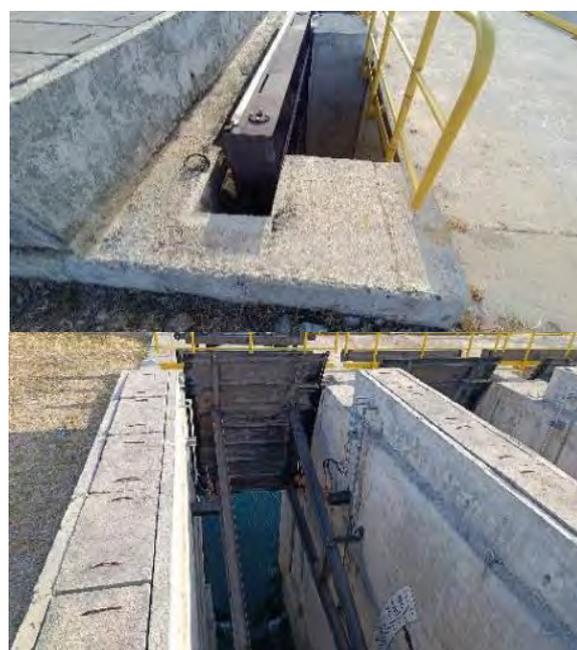


Figura 6-66 – Estrutura de Controle Negreiros - Segurança

6.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

6.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM NEGREIROS (WBS 1109)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	x	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	✓	✓
A.11	Plataforma com guarda-corpo	✓	✓
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	✓
	AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA		
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	98,8%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	N.A.	N.A.
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	N.A.	N.A.
B.6	Drenagem superficial adequada	N.A.	N.A.
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	N.A.	N.A.

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	x	x
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	x	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	x	x
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	x	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

6.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM NEGREIROS (WBS 1257)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	x	✓
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	✓
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	✓	✓
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	✓
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	N.O.	x
G.2	Comportas enscadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	N.O.	✓
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	x	x
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	✓	✓
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	✓
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	✓
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Não	Não
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	99,8%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1

7. BARRAGEM MILAGRES (WBS 1110)

A Barragem Milagres integra o sistema do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a sexta barragem do referido eixo, inserida na sub-bacia Terra Nova da Bacia do Rio São Francisco, e está localizada no lote 4 de construção, entre o Reservatório de Serra Negreiros e o Túnel Milagres / Jati, na divisão dos segmentos de canais WBS 1219 (CN 14) e WBS1220 (CN 1215). O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 5322+00 do deságue do canal a montante e 5973+08 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°55'28.55" S, 39°4'49.54" O.

A montante da Barragem Milagres, a aproximadamente 20 km está localizada a Barragem Negreiros. A jusante da Barragem Milagres, a aproximadamente 30 km está localizada a Barragem de Jati.

O reservatório de Milagres ocupa uma área de 9,95 km² e uma bacia contribuinte do riacho Salgueiro. O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 100,97 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 11,53 km².



Figura 7-1 – Mapa de Localização - Barragem Milagres

Quadro 7.1 - Principais características da Barragem Milagres

CARACTERÍSTICA	
BARRAGEM PRINCIPAL	
Tipo	Enrocamento com núcleo argiloso
Bacia	Sub-bacia do Rio Terra Nova
Área do Reservatório NA Normal	11,53 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	100,97 milhões de m ³
Denominação oficial	Reservatório Milagres
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
Altura máxima	39,00 m
Cota de coroamento	493,60 m
Comprimento do coroamento	1.050 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE	
Altura máxima	28,00 m
Cota de coroamento	493,60 m
Comprimento do coroamento	368,50 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
NOVO DIQUE	
Altura máxima	4,18 m
Cota de coroamento	493,60 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
LOCALIZAÇÃO	
Município	Verdejante
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	7°55'28.55" S, 39°4'49.54" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	É constituído por uma soleira livre com desenvolvimento em planta no formato de um semi-hexágono. Sua vazão de projeto e seu comprimento são de 232 m ³ /s e 300 m, respectivamente.
Dispõe de Tomada	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2 m ³ /s, com saída para 2 válvulas de controle.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	488,52 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	491,07 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	491,89 m

Fonte: 2217-REL-1110-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem Milagres – Eixo Norte – PISF.

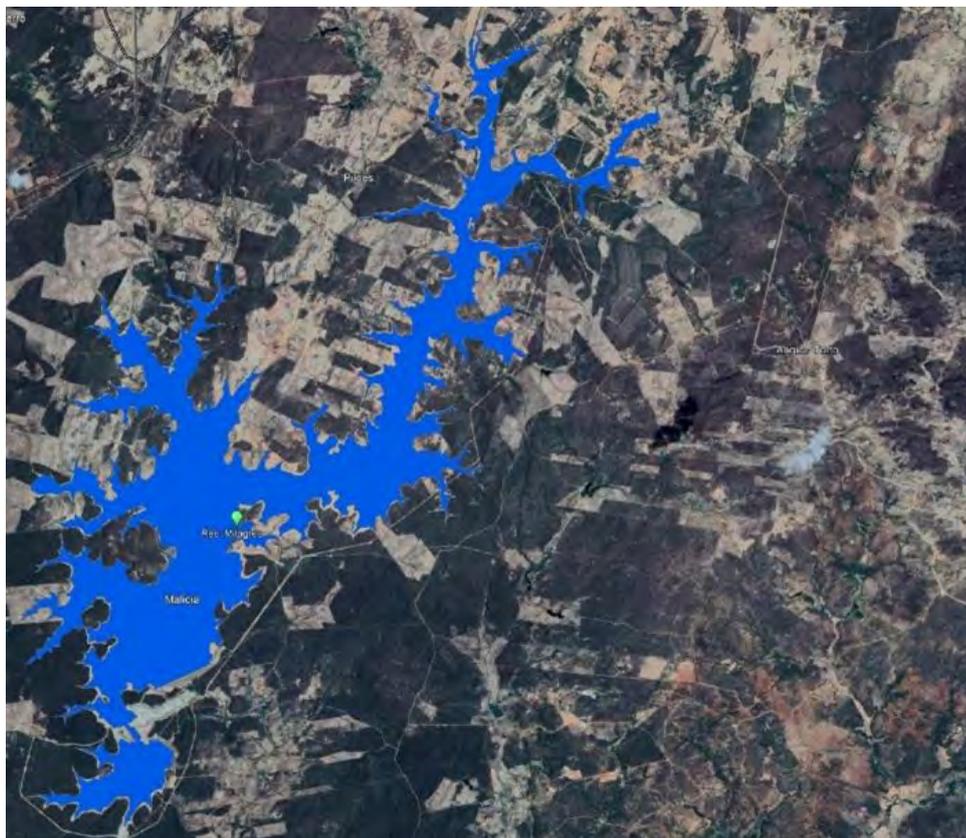


Figura 7-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2019) - Reservatório Milagres

7.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Constatou-se certa deficiência no revestimento de proteção da crista da barragem evidenciada pela presença de trilhas por tráfego de veículos na região. Estas trilhas, embora de pequena magnitude, contribuem para o processo de deterioração da superfície da crista e permitem a acumulação de água sobre a barragem, causando a saturação desta região.

✓ Tomada de uso difuso (TUD)

Foi implantado posto de vigia na casa de comando da TUD. No entanto, o local não oferece apoio sanitário adequado.

Verificou-se que a talha da torre de controle da TUD não estava instalada, porém, a viga da monovia e o carro trole estavam. Por ser um equipamento móvel, entende-se que a talha é instalada de acordo com a necessidade da operação.

Não foi possível o acesso ao interior da estrutura de saída da TUD impossibilitando a verificação da existência ou não de um medidor de vazão (hidrômetro). Porém, baseado na instrumentação presente na casa de comando, entende-se que os medidores de vazão estão operando.

Observou-se no canal de restituição do vertedouro e TUD a existência de vegetação, o que pode comprometer o correto escoamento da água de vertimento no caso de uma cheia excepcional.

As estruturas elétricas da casa de comando da TUD foram encontradas em bom estado. Quadros elétricos conservados, comandos remotos em aparente funcionamento, cabos alinhados e organizados. Verificou-se estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira, além de instalações contra descargas atmosféricas e SPDA em aparente boa condição.

A unidade hidráulica da casa de comando da TUD aparenta estar funcionando e em boas condições.

A casa de comando da TUD possui duas câmeras tipo *dome*, porém, por motivo de logística, não foi possível ter acesso ao conteúdo das imagens para verificar se o sistema estava adequadamente posicionado/instalado, sem existência de pontos cegos.

Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

Na casa de comando da estrutura de tomada d'água de uso difuso, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndio, apesar da presença de extintor e ausência de sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

✓ **Estrutura de controle (EC)**

Em agosto de 2023, por motivo de logística não foi possível visitar a estrutura de controle do reservatório Milagres, impossibilitando verificar as estruturas.

Em relação a visita feita em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Instalação de meio fio na crista do barramento;
- Finalização das obras na casa de comando, no canal de restituição e tomada de água da TUD;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na casa de comando da TUD;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

7.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1110-01-00-002-R00(2022) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

7.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD MILAGRES

7.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 7-3 - Barragem Milagres – Vista aérea 1



Figura 7-4 - Barragem Milagres – Vista aérea 2



Figura 7-5 - Barragem Milagres – Vista aérea 3



Figura 7-6 - Barragem Milagres – Vista aérea 4



Figura 7-7 - Barragem Milagres – Vista aérea 5



Figura 7-8 - Barragem Milagres – Vista aérea 6



Figura 7-9 - Barragem Milagres – Torre da TUD



Figura 7-10 - Barragem Milagres – Torre da TUD



Figura 7-11 - Barragem Milagres – Torre da TUD



Figura 7-12 - Barragem Milagres – Viga Pescadora



Figura 7-13 - Barragem Milagres – Casa de Comando da TUD



Figura 7-14 - Barragem Milagres - TUD



Figura 7-15 - Barragem Milagres – Vertedor



Figura 7-16 - Barragem Milagres – Vertedor

7.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 7-17 - Barragem Milagres – Vista aérea 1



Figura 7-18 - Barragem Milagres – Vista aérea 2



Figura 7-19 - Barragem Milagres – Vista aérea 3



Figura 7-20 - Barragem Milagres – Vista aérea 4



Figura 7-21 - Barragem Milagres – Vista aérea 5



Figura 7-22 - Barragem Milagres – Vista aérea 6



Figura 7-23 - Barragem Milagres – Torre da TUD



Figura 7-24 - Barragem Milagres – Torre da TUD



Figura 7-25 - Barragem Milagres – Torre da TUD



Figura 7-26 - Barragem Milagres – Viga Pescadora



Figura 7-27 - Barragem Milagres – Casa de Comando da TUD



Figura 7-28 - Barragem Milagres - TUD



Figura 7-29 - Barragem Milagres – Casa de comando



Figura 7-30 - Barragem Milagres – Casa de comando

7.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE MILAGRES

7.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 7-31 - Estrutura de Controle Milagres – Vista aérea



Figura 7-32 - Estrutura de Controle Milagres – Vista aérea



Figura 7-33 - Estrutura de Controle Milagres – Vista aérea



Figura 7-34 - Estrutura de Controle Milagres – Casa de Comando



Figura 7-35 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Entrada



Figura 7-36 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Entrada



Figura 7-37 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída



Figura 7-38 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída



Figura 7-39 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída



Figura 7-40 - Estrutura de Controle Milagres – Canal de Saída

7.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023

Em agosto de 2023, por motivo de logística não foi possível visitar a estrutura de controle do reservatório Milagres.

7.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

7.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM MILAGRES (WBS 1110)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	x
A.7	Medidor de vazão instalado	N.I.	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	N.A.	N.A.
A.11	Plataforma com guarda-corpo	N.A.	N.A.
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	✓
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	✓
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	97,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	x	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	x	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	✓	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	x	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	x	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

7.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM MILAGRES (WBS 1258)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	x	x
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	N.O.
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	✓	N.O.
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	N.O.
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	N.O.
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	N.O.	N.O.
G.2	Comportas ensecadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	N.O.	N.O.
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	x	N.O.
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	✓	N.O.
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	N.O.
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	x	N.O.
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Sim	N.O.
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	98,3%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

8. BARRAGEM JATI (WBS 1111)

A Barragem Jati integra o sistema do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional (PISF), sendo a sétima barragem do referido eixo, inserida na Bacia do Rio Jaguaribe, e está localizada no lote 5 de construção, entre o Reservatório de Milagres e o Reservatório de Atalho, na divisão dos segmentos de canais WBS 1224 e WBS 1225. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Norte: 7033 do deságue do canal 1224 a montante e 000+0,00 do canal 1225 a jusante. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°42'12.59" S, 39°0'12.11" O.

A montante da Barragem Jati, a aproximadamente 19 km está localizada a Barragem de Milagres. Existe uma derivação do reservatório Jati para o Cinturão das Águas do Ceará – CAC, que conta com estrutura de controle e está sob responsabilidade do estado do Ceará. A jusante da barragem Jati, aproximadamente 3 km está localizado outro reservatório do PISF, o reservatório de Atalho.

O reservatório Jati é o primeiro reservatório construído no trecho II. É formado por uma barragem zoneada, com núcleo de material argiloso e paramentos de montante e jusante em enrocamento (saprólito), denominada barragem da margem esquerda. Apresenta comprimento de crista de 1.885,3 m, altura máxima de 69,4 m e área do reservatório 1,3 km². Tem na sua ombreira direita o vertedouro livre e a tomada d'água.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 27,91 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 1,31 km².

Inicialmente, a barragem Jati estava entre os quatro aproveitamentos hidrelétricos planejados para o Eixo Norte do projeto, juntamente com Ávidos, Atalho e São Gonçalo. No entanto, dificuldades surgiram durante a implementação do projeto em Ávidos e São Gonçalo, levando à decisão de concentrar os esforços nos empreendimentos das barragens de Jati e Atalho.



Figura 8-1 – Mapa de Localização - Barragem Jati

Quadro 8.1 - Principais características da Barragem Jati

CARACTERÍSTICA	
BARRAGEM PRINCIPAL	
Tipo	Mista de enrocamento e terra zoneada
Bacia	Bacia do Salgado (Sub-bacia riacho dos Porcos)
Área do Reservatório NA Normal	1,31 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	27,91 milhões de m ³
Denominação oficial	Reservatório Jati
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
DIQUE	
Altura máxima	56,00 m
Cota de coroamento	488,80 m
Comprimento do coroamento	1100,00 m
Largura do coroamento	10,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
NOVO DIQUE	
Altura máxima	5,86 m
Cota de coroamento	488,80 m
Largura do coroamento	10,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE	
Altura máxima	13,20 m
Cota de coroamento	488,80 m
Comprimento do coroamento	442,00 m
Largura do coroamento	10,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
LOCALIZAÇÃO	
Município	Jati
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7°42'12.59" S, 39°0'12.11" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil Creager, soleira livre na elevação 487.15 m, 160 m de comprimento.
Obras de restituição do vertedouro	Foram cortados 20 metros de comprimento do vertedouro até a cota de 485 m, a fim de reabilitar a operação da transposição das águas do reservatório Jati para o reservatório Atalho.
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 89 m ³ /s, com 2 válvulas dispersoras de controle. Encontra-se inoperante devido o incidente ocorrido em agosto de 2020.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	484,73 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	486,72 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	487,79 m

Fonte: 2217-REL-1111-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem Jati – Eixo Norte – PISF.

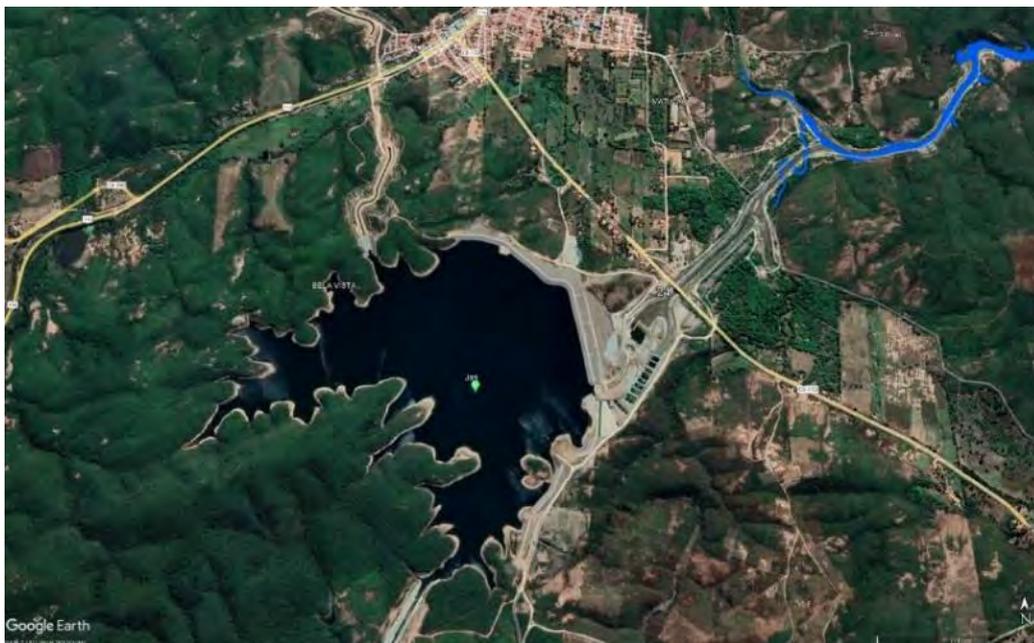


Figura 8-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Jati

8.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição de acesso com vigilância 24h ao barramento, vertedouro e TUD.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Verificou-se que o conduto forçado rompido no dia 21 de agosto de 2020 continua sem condições operacionais. Para dar continuidade a operação dos reservatórios a jusante de Jati, o fluxo de água foi desviado para o vertedouro. O circuito principal de adução encontrava-se fechado, podendo ser observado nas válvulas dispersoras pequeno fluxo de água, provavelmente devido a algum pequeno vazamento na comporta.

Foi possível identificar material com diferente coloração no talude de jusante da barragem, próximo ao local onde o conduto forçado rompeu. Este material seria proveniente da obra recuperação do talude que foi avariado no momento da ruptura da tubulação de adução.

Visando rebaixar o nível do reservatório e permitir a passagem de água pelo vertedouro a uma cota abaixo da cota da soleira, foi feito um recorte na estrutura de concreto do vertedouro. Para acompanhamento da vazão de saída e do volume do reservatório, foi instalado régua linimétrica.

Por conta das características de operação e manutenção, no Plano de Operação e Monitoramento das Tomadas d'água de Uso Difuso, o COP- Consórcio Operador do PISF considera as estruturas construídas em Jati e Atalho como TUD. No presente relatório, ainda que não se configurem como TUD segundo a concepção do sistema, por questão de ordem será mantida a nomenclatura utilizada pelo COP.

✓ Tomada de uso difuso (TUD)

Durante a visita, não foi possível acessar o interior da casa de válvulas da TUD, pois encontrava-se cheia de água. Além de estar cheia de água, verificou-se que havia trechos de guarda corpo não instalados na parte superior da casa de válvulas, oferecendo risco de queda durante a operação e manutenção.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e TUD do Trecho II não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF. Não foram encontradas estruturas elétricas no reservatório referentes a quadros elétricos, luminárias externas, sistema de monitoramento via câmeras e SPDA.

Não foi encontrado unidade hidráulica na estrutura.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso;
- Ruptura da galeria de adução;
- Reparo no talude de jusante da barragem;
- Finalização nas obras no canal de restituição do vertedouro;
- Rebaixamento do nível do vertedouro;
- Casa de máquinas cheia de água;
- Estruturas eletromecânicas danificadas, conforme relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF;

O Reservatório Jati encontra-se em condições parciais de operação, pois permite que seja acumulado certo volume de água em seu reservatório e não impede a passagem de água aos reservatórios a jusante. Porém, necessita de reparos, manutenções corretivas e preventivas e conexão de energia elétrica, todas já identificadas pela equipe de campo do MIDR.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

8.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “No dia 21 de agosto de 2020 ocorreu o rompimento da galeria de adução (WBS 1225), do Reservatório Jati para o Reservatório de Atalho no Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco quando em fase de testes na tomada d’água. As estruturas eletromecânicas da TUD também foram danificadas e, portanto, interditadas de modo que a tomada d’água encontra-se fechada e a operação foi restabelecida

por meio de rebaixamento no vertedouro da barragem. O projeto de recuperação do Conduto Forçado encontra-se em desenvolvimento pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.”;

- “Será necessária definição da solução de engenharia, para posterior contratação da obra para reconstrução.”;
- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica.”

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1111-01-00-002-R00(2022) conclui que: “Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem Jati possui Nível de Perigo Global Normal (NPGb = 1), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete de imediato a segurança da barragem, mas caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada”.

8.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO JATI

8.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 8-3 – Barragem Jati - Vista aérea



Figura 8-4 – Barragem Jati - Estrutura de controle CAC



Figura 8-5 – Barragem Jati - Talude de montante



Figura 8-6 – Barragem Jati - Talude de jusante



Figura 8-7 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Tomada de água



Figura 8-8 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Circuito de adução



Figura 8-9– Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Vertedouro e tomada de água



Figura 8-10 – Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Pórtico



Figura 8-11 – Barragem Jati - talude de Montante – Barragem Jati - Viga pescadora



Figura 8-12 – Barragem Jati - Talude de Jusante – Barragem Jati - Crista do barramento

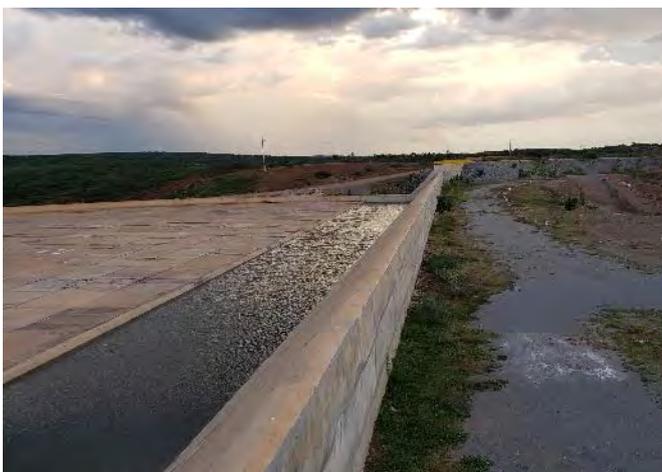


Figura 8-13 – Barragem Jati - Soleira do vertedouro



Figura 8-14 – Barragem Jati - Soleira do vertedouro



Figura 8-15 – Barragem Jati – Canal de restituição do vertedouro



Figura 8-16 – Barragem Jati - Canal de restituição do vertedouro

8.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 8-17 – Barragem Jati - Vista aérea



Figura 8-18 – Barragem Jati - Galeria de adução rompida



Figura 8-19 – Barragem Jati - Talude de montante



Figura 8-20 – Barragem Jati - Talude de jusante



Figura 8-21 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Tomada de água



Figura 8-22 – Barragem Jati - Vista aérea – Barragem Jati - Circuito de adução



Figura 8-23 – Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Vertedouro e tomada de água



Figura 8-24 – Barragem Jati - Torre da TUD – Barragem Jati - Pórtico



Figura 8-25 – Barragem Jati - talude de Montante – Barragem Jati - Viga pescadora



Figura 8-26 – Barragem Jati - Talude de Jusante – Barragem Jati - Crista do barramento



Figura 8-27 – Barragem Jati - Recorte na soleira do vertedouro



Figura 8-28 – Barragem Jati - Recorte na soleira do vertedouro



Figura 8-29 – Barragem Jati - Vertedouro



Figura 8-30 – Barragem Jati - Vertedouro



Figura 8-31 – Barragem Jati – Canal de restituição do vertedouro



Figura 8-32 – Barragem Jati - Canal de restituição do vertedouro



Figura 8-33 – Barragem Jati – Casa de válvulas



Figura 8-34– Barragem Jati – Casa de válvulas



Figura 8-35 – Barragem Jati – Casa de válvulas



Figura 8-36 – Barragem Jati – Casa de válvulas

8.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

8.4.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM ATALHO (WBS 1112)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	x
A.4	Monovia para instalação de talha executada	✓	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	N.O.	N.O.
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	x
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	x
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	N.O.	x
A.11	Plataforma com guarda-corpo	✓	x
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	x
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	x
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	98,5%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	x	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Não	Sim
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

9. BARRAGEM ATALHO (WBS 1112)

O PISF conta com o aproveitamento de três barramentos existentes: Atalho, Ávidos II (Eng. Ávidos) e São Gonçalo. Atalho é uma obra existente, inaugurada em 1993, com crista na cota 431,00 m. Igualmente a Jati contará com uma unidade de geração em 2ª etapa, tendo na 1ª apenas as duas válvulas dispersoras que deverão garantir a continuidade do sistema. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°38'29.3" S, 38°53'50.0" W.

A revisão dos estudos hidrológicos, efetuada pelo Projeto Básico, mostrou que a cheia correspondente ao período de retorno de 1.000 anos, acarreta a elevação do nível de água máximo maximum do reservatório para a cota 429,80 m. Assim, foi previsto o alteamento de 2,00 m na cota da crista da barragem existente.

Os níveis operacionais deste reservatório serão NA normal de 425,00 m, NA mínimo de 420,92 m e NA Max de 429,80 m.

Inicialmente, a barragem Atalho estava entre os quatro aproveitamentos hidrelétricos planejados para o Eixo Norte do projeto, juntamente com Jati, Ávidos e São Gonçalo. No entanto, dificuldades surgiram durante a implementação do projeto em Ávidos e São Gonçalo, levando à decisão de concentrar os esforços nos empreendimentos das barragens de Jati e Atalho.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 72,59 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 5,16 km².

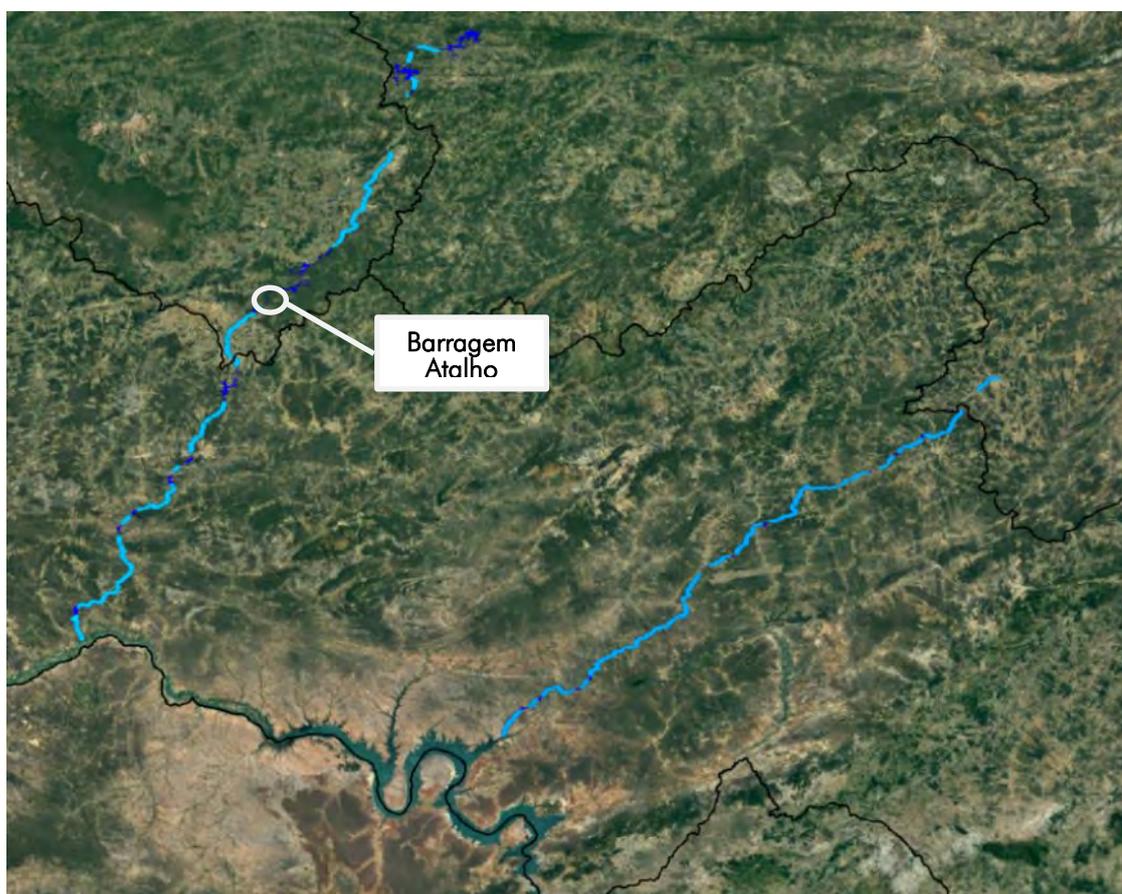


Figura 9-1 – Mapa de Localização - Barragem Atalho

Quadro 9.1 - Principais características da Barragem Atalho

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Maciço de terra, seção zoneada
Bacia	Bacia do Salgado (Sub-bacia riacho dos Porcos)
Área inundada	7,62 km ²
Área do Reservatório NA Normal	5,16 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	72,59 milhões de m ³
Comprimento	231 m.
Cota de coroamento	431 m.
Comprimento do coroamento	231 m.
Largura do coroamento	5,2 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Proteção Vegetal
Denominação oficial	Reservatório Atalho
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Brejo Santo
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7°38'29.3" S, 38°53'50.0" O
DESCARGA	
Vertedouro (cota crista)	425,4 m, 419,4 m; 413,7 m e 407,5 m
Vertedouro do tipo escalonado (Creager)	90 m de comprimento
Obras de restituição do vertedouro	4 perfis escalonados do tipo Creager
Descarregador de fundo (m ³ /s)	Dispõe de descarga de fundo anteriormente utilizada como tomada d'água.
Tomada d'água	Saída da tomada d'água (composta de tubos metálicos envelopados com concreto) com disposição para duas válvulas dispersoras de 900 mm de diâmetro que se encontram em torno da cota 398 m
Túnel de adução	217 m de comprimento
Canal de adução (cotas)	El. 407,89 m; cota inferior do túnel no emboque na cota de 431 m.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	420,92 m
Nível Máximo Normal (NMN)	425,00 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	429,80 m

Fonte: 2217-REL-1112-01-00-002-R01 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem Atalho – Eixo Norte – PISF.



Figura 9-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) – Reservatório Atalho

9.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

No momento da visita, constatou-se execução de obras nas canaletas do talude de jusante da barragem, com objetivo de adicionar degraus e facilitar a leitura da instrumentação de segurança da barragem.

O talude de jusante da barragem é coberto por revestimento vegetal, verificou-se em campo que alguns trechos desta proteção apresentavam falhas. As falhas neste revestimento podem causar erosão no talude de jusante da barragem.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Na berma de equilíbrio do talude de jusante e junto ao seu pé foram observados materiais de construção depositados.

Não foi verificado a terraplenagem do canal de restituição da tomada d'água pois se encontrava preenchido com água. Os taludes da lateral do canal são provenientes de corte em rocha sem revestimento superficial.

Observou-se que as canaletas, a jusante do barramento, apresentavam início de assoreamento de solo.

No canal do vertedouro foi verificado material erodido dos taludes sem proteção superficial, como também cunhas de rupturas localizadas, nos taludes com proteção superficial. Verificou-se alguns indícios de desgastes ou bicheiras em alguns taludes com revestimento de concreto projetado.

Por conta das características de operação e manutenção, no Plano de Operação e Monitoramento das Tomadas d'água de Uso Difuso, o COP- Consórcio Operador do PISF considera as estruturas construídas em Jati e Atalho como TUD. No presente relatório, ainda que não se configurem como TUD segundo a concepção do sistema, por questão de ordem será mantida a nomenclatura utilizada pelo COP.

✓ *Tomada de uso difuso (TUD)*

Foi implantado posto de vigia na tomada de água e na casa de válvulas/comando da TUD. Não foi encontrado apoio sanitário no posto de vigia da tomada de água da TUD. No posto de vigia da casa de válvulas/comando da TUD verificou-se presença de banheiro químico e outro provisório, com sistema de esgotamento próprio.

Observou-se que os taludes a montante da TUD, com proteção de jateamento, apresentam início de desgaste ou bicheira.

Verificou-se que no talude a jusante, próximo a saída da TUD, é composto de rocha e apresenta proteção superficial de concreto projetado. Foi encontrado início de desgastes ou bicheiras e vegetação de pequeno a médio porte nas bermas.

A barragem conta com duas tomadas de água, uma antiga e outra construída pelas obras do PISF. A tomada de água construída pelo PISF tem função de conduzir as águas provenientes do reservatório Atalho para jusante, no reservatório Porcos, passando pelo circuito da TUD e/ou por circuito de geração de energia elétrica.

Não foi possível o acesso à torre de controle da tomada d'água existente, uma vez que esta não possui passarela de acesso e estava envolta por água do reservatório. É importante destacar que essa estrutura não foi construída pelas obras do sistema PISF no reservatório de Atalho.

No interior da casa de válvulas foi possível verificar que uma das tubulações da TUD não está montada. Também foi possível constatar presença de pássaros no interior da casa de válvulas. Os pássaros podem prejudicar a limpeza do ambiente e serem vetor de transmissão de zoonoses ao ser humano.

Constatou-se que algumas barras roscadas da junta dresser das tubulações da válvula dispersora estavam oxidadas e sofreram pequenas deformações.

Foi possível identificar que algumas regiões do canal de restituição do vertedouro necessitam de reparo, pois apresentam zonas de instabilidade e desmoronamentos.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e TUD do Trecho II não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF. A jusante do túnel de adução, foi projetado a implantação de uma PCH com potência instalada de 18,5 MW e duas válvulas dispersoras da TUD. Uma das válvulas dispersoras encontra-se instalada e operando, a outra não foi montada, com sua tubulação fechada.

Observou-se acúmulo de água na área interna da ensecadeira da futura casa de força da PCH Atalho. Por conta do acúmulo de água, não foi possível visualizar as tubulações de adução.

O reservatório Atalho não foi projetado para operar com Estrutura de Controle. No momento da visita constatou-se que o reservatório não possuía alimentação de energia elétrica através de rede de distribuição, apesar de possuir um transformador instalado. A operação dos equipamentos da TUD é realizada através de um gerador a diesel. O gerador não contava com bacia de contenção de óleo.

As estruturas elétricas da casa de comando da TUD foram encontradas em boas condições e conservadas, os quadros elétricos em aparente bom estado de conservação e com os cabos organizados, porém não anilhados corretamente.

Apesar dos quadros elétricos aparentarem boas condições, não foram identificados comandos remotos. Além disso não foi verificado estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira. As instalações contra descarga atmosférica (SPDA) não estavam instaladas conforme norma vigente.

Os painéis elétricos não apresentam a indicação de "Risco de Choque Elétrico" na casa de comando. Além disso, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

A casa de comando da TUD possui iluminação externa através de postes, porém a torre de tomada d'água não possui nenhuma estrutura de iluminação.

Na casa de comando da estrutura de tomada d'água de uso difuso, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, nem extintor ou sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

A unidade hidráulica da casa de comando da TUD aparenta estar funcionando e em boas condições.

Em relação a visita feita em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório
- A TUD encontrava-se em operação
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na casa de comando da TUD
- Na tomada de água foi implantado um posto de vigia, porém, sem restrição de acesso.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

9.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Reparo da válvula esférica, durante o comissionamento foi detectado necessidade de envio da válvula para fábrica (Hydrostec) para peritagem e reparos. Atualmente, é preciso fazer contratação para que a Hydrostec realize o serviço reenvie para campo e efetue a instalação, a válvula está na sede da Hydrostec”;
- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica.

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1112-01-00-002-R01(2022) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem Atalho possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem”.

9.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD ATALHO

9.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 9-3 - Barragem Atalho – Vista aérea 1



Figura 9-4 - Barragem Atalho – Vista aérea 2



Figura 9-5 - Barragem Atalho – Vista aérea 3

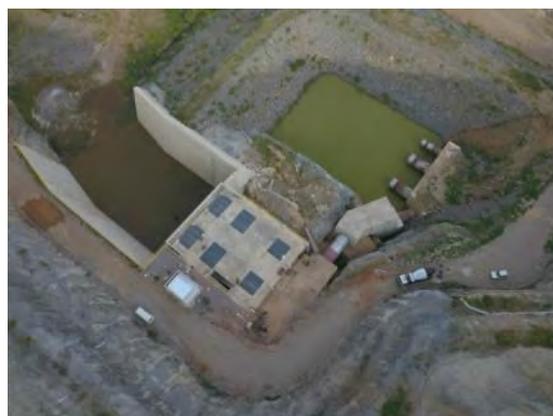


Figura 9-6 - Barragem Atalho – Vista aérea 4



Figura 9-7 - Barragem Atalho – Vista aérea 5



Figura 9-8 - Barragem Atalho – Jusante do Barramento



Figura 9-9 - Barragem Atalho – Montante do Barramento



Figura 9-10 - Barragem Atalho – Pórtico Rolante da tomada de água



Figura 9-11 - Barragem Atalho – Talude de Jusante



Figura 9-12 - Barragem Atalho – Crista



Figura 9-13 - Barragem Atalho – Válvula Dispensora



Figura 9-14 - Barragem Atalho – Ligação com a PCH (futura)



Figura 9-15 - Barragem Atalho – Tubulação de espera da PCH



Figura 9-16 - Barragem Atalho – Tubulação de espera da PCH

9.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 9-17 - Barragem Atalho – Vista aérea 1



Figura 9-18 - Barragem Atalho – Vista aérea 2



Figura 9-19 - Barragem Atalho – Vista aérea 3



Figura 9-20 - Barragem Atalho – Vista aérea 4



Figura 9-21 - Barragem Atalho – Vista aérea 5



Figura 9-22 - Barragem Atalho – Jusante do Barramento



Figura 9-23 - Barragem Atalho – Montante do Barramento



Figura 9-24 - Barragem Atalho – Pórtico da tomada de água



Figura 9-25 - Barragem Atalho – Talude de Jusante



Figura 9-26 - Barragem Atalho – Crista

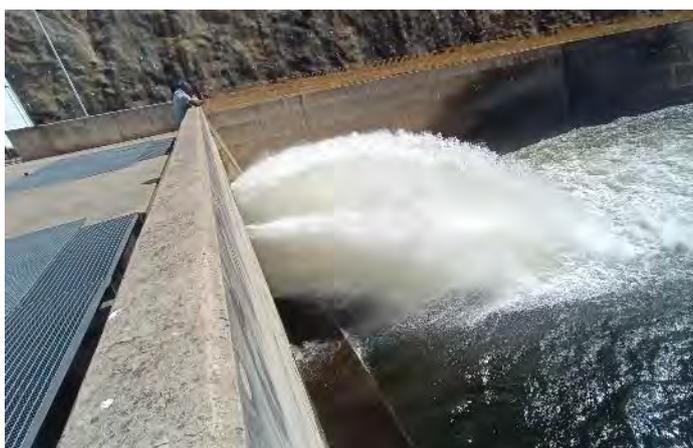


Figura 9-27 - Barragem Atalho – Válvula Dispersora



Figura 9-28 - Barragem Atalho – Ligação com a PCH (futura)



Figura 9-29 - Barragem Atalho – Casa de válvulas



Figura 9-30 - Barragem Atalho – Casa de válvulas



Figura 9-31 – Barragem Atalho – Casa de válvulas



Figura 9-32 - Barragem Atalho – Casa de válvulas



Figura 9-33 - Barragem Atalho – Posto de vigia na TUD



Figura 9-34 - Barragem Atalho – Sanitário na TUD



Figura 9-35 - Barragem Atalho – Gerador



Figura 9-36 - Barragem Atalho – Talude de jusante



Figura 9-37 - Barragem Atalho – Casa de comando da TUD



Figura 9-38 - Barragem Atalho – Casa de comando da TUD

9.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

9.4.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM ATALHO (WBS 1112)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	NI	N.A.
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	✓	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	x	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	x	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	x	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	x
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	x	N.A.
A.11	Plataforma com guarda-corpo	✓	N.A.
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	x
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	97,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	NA	N.A.
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	x	x

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	x	NI
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	x	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	x	NI
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	x	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Sim
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

10. BARRAGEM PORCOS (WBS 1113)

A Barragem Porcos é constituída por uma seção típica zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com bermas de equilíbrio a montante e jusante. Contém um vertedouro livre de 334 m, executado em CCR – concreto compactado a rolo. A crista da barragem está situada na cota 405,50 m. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°35'35" S, 38°52'18.00" O.

Os níveis de água operacionais do reservatório são NA normal de 401,46 m, NA mínimo de 399,25 m e NA Max de 404,46 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 97,35 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 8,20 km².



Figura 10-1 – Mapa de Localização - Barragem Porcos

Quadro 10.1 - Principais características da Barragem Porcos

CARACTERÍSTICA	
RESERVATÓRIO	
Tipo	Terra Zoneada (BTME) e Terra e enrocamento (BTMD)
Rio	Riacho Porcos
Área do Reservatório NA Normal	8,2 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	97,35 milhões de m ³
Denominação oficial	Reservatório Porcos
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
BARRAGEM PRINCIPAL	
Altura máxima	30,00 m
Cota de coroamento	405,50 m
Comprimento do coroamento	1.348 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE	
Tipo	Maciço de Terra
Altura máxima	4,30 m
Cota do coroamento	405,50 m
Comprimento do coroamento	204,34 m
Largura do coroamento	6,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE PORCOS	
Tipo	Maciço de Terra
Altura máxima	4,00 m
Cota do coroamento	405,50 m
Comprimento do coroamento	160,00 m
Largura do coroamento	6,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
LOCALIZAÇÃO	
Município	Brejo Santo
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7°35'35" S, 38°52'18.00" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/comprimento)	Soleira Livre de CCR (Concreto Compactado a Rolo). Comprimento de 334,00 m e cota do coroamento de 402,46 m.
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2 m ³ /s, com saída para 2 válvulas de controle.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	399,25 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	401,46 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	404,46 m

Fonte: 2217-REL-1113-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) da Barragem Porcos – Eixo Norte – PISF

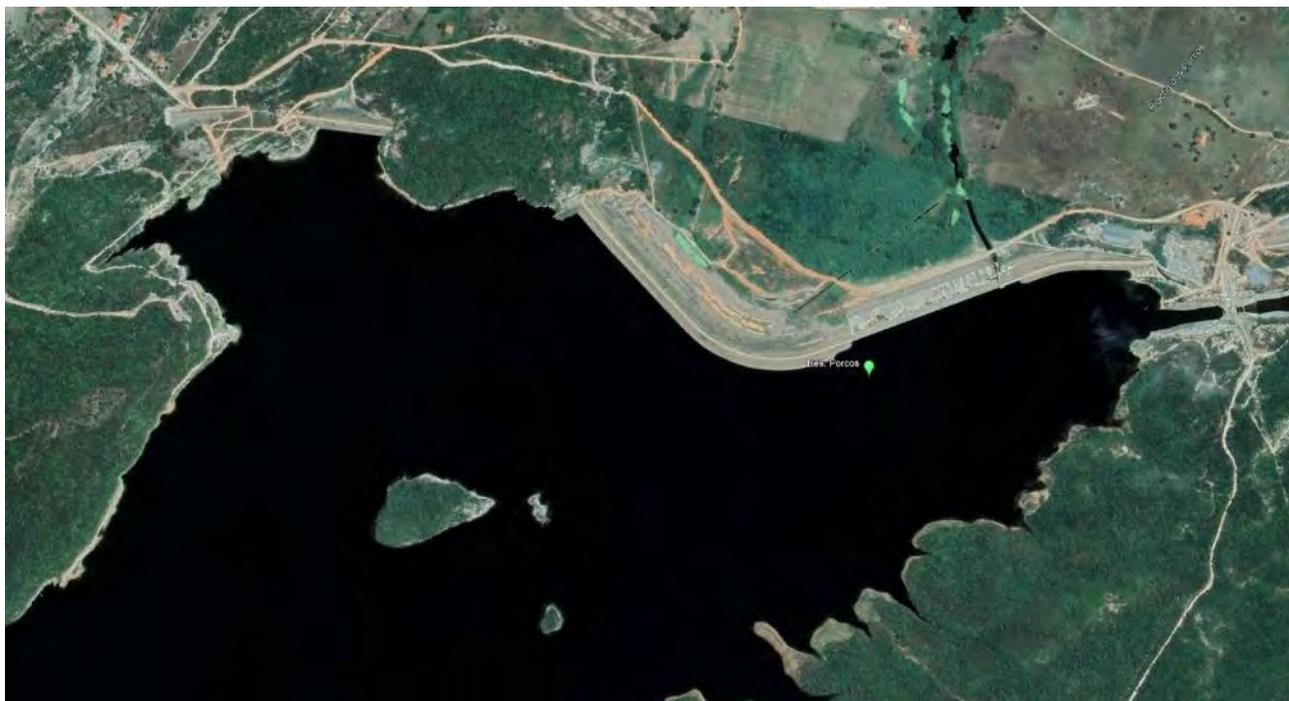


Figura 10-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Porcos

10.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Verificou-se a drenagem a jusante estava em boas condições e apresentava pouco assoreamento de materiais.

Na bacia de dissipação do vertedouro foi observada presença de vegetação rasteira em desenvolvimento.

No canal do vertedouro foi verificado caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte. Observou-se acúmulo de água em alguns trechos do canal.

Foi identificado depósito de materiais de construção próximo ao pé do talude de jusante da barragem.

Foi implantado posto de vigia na casa de comando da TUD e na estrutura de controle. No entanto, ambos locais não oferecem apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico na casa de comando da TUD, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Apesar dos quadros elétricos aparentarem boas condições, não foram identificados comandos remotos. Além disso não foi verificada estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira. As instalações contra descarga atmosférica (SPDA) não estavam instaladas conforme norma vigente.

Os painéis elétricos não apresentam a indicação de "Risco de Choque Elétrico" nas casas de comando da TUD e da estrutura de controle. Além disso, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

As casas de comando da TUD e da estrutura de controle possuem iluminação externa através de postes, porém a torre de tomada d'água não possui nenhuma estrutura de iluminação.

As unidades hidráulicas das casas de comando da TUD e da estrutura de controle aparentam estar funcionando e em boas condições.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e TUD do Trecho 2 não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF. A alimentação de energia elétrica é fundamental para a operação, manutenção e segurança das estruturas do PISF.

✓ **Tomada de uso difuso (TUD)**

Foi observado acúmulo de água no canal de restituição da TUD logo abaixo da saída de água da TUD. Os taludes do canal revestidos com enrocamento e vegetação de pequeno porte.

No canal de restituição da Tomada D'Água verifica-se uma estrada de serviço com cota superior à do escoamento.

Na casa de comando da estrutura de tomada d'água de uso difuso, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, nem extintor ou sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

✓ **Estrutura de controle (EC)**

Na estrutura de controle verificou-se que os drenos superficiais apresentavam pequena monta de assoreamento de solo e material pétreo.

Os taludes próximos ao canal são taludes de corte em rocha sem proteção superficial.

Observou-se também, durante a visita na Estrutura de Controle, a ausência de régua de medição de abertura das comportas de segmento. Os medidores de nível ultrassônicos encontravam-se instalados.

Ainda na Estrutura de Controle de Porcos, constataram-se erosões de pequena magnitude e assoreamentos nos drenos superficiais no entorno da estrutura e o armazenamento inadequado das comportas ensecadeiras e de sua viga pescadora.

Na casa de comando da estrutura de controle, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, nem extintor ou sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso na TUD e estrutura de controle;
- Pendências referentes a surgências na ombreira esquerda e implantação de pontos de alívio, conforme relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização - CGOF.
- O Reservatório Porcos encontra-se em condições parciais de operação, porém, necessita de reparos, manutenções corretivas, preventivas e conexão de energia elétrica.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

10.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Poços de Alívio: ponto de atenção, elevação prematura da pressão interna da Barragem Porcos, registradas pelos piezômetros 27 a 32; como efeito se tem limitação da cota operacional do reservatório; recomendação de implantação/contratação de drenagem subterrânea adicional, sendo necessário a execução de novos 21 poços de alívio”;
- “Surgência na Ombreira Esquerda: ponto de atenção, com o recente enchimento do reservatório, verificou-se artesianismo nos instrumentos de nível de água e aparecimento de 04 pontos de surgência inesperada em sua ombreira esquerda. Devido a recente descoberta ainda não apresenta impedimentos, mas futuramente, caso apresente evolução, poderá ocasionar o impedimento da operação do reservatório; recomenda-se avaliação para implementação drenagem e estrutura para alívio de pressão”;
- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica”;

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1113-01-00-002-R00(2022) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem Porcos possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem”.

10.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 10-3 - Barragem Porcos – Vista aérea 1



Figura 10-4 - Barragem Porcos – Vista aérea 2



Figura 10-5 - Barragem Porcos – Vista aérea 3



Figura 10-6 - Barragem Porcos – Vista aérea 4 (Vertedor)



Figura 10-7 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-8 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-9 - Barragem Porcos – Crista e TUD



Figura 10-10 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-11 - Barragem Porcos – Viga pesadora da TUD



Figura 10-12 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-13 - Barragem Porcos - Vertedor



Figura 10-14 - Barragem Porcos – Vertedor



Figura 10-15 - Barragem Porcos – Canal de Restituição do Vertedor



Figura 10-16 - Barragem Porcos – Vertedor (montante)

10.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 10-17 - Barragem Porcos – Vista aérea 1



Figura 10-18 - Barragem Porcos – Vista aérea 2



Figura 10-19 - Barragem Porcos – Vista aérea 3



Figura 10-20 - Barragem Porcos – Vista aérea 4 (Vertedor)

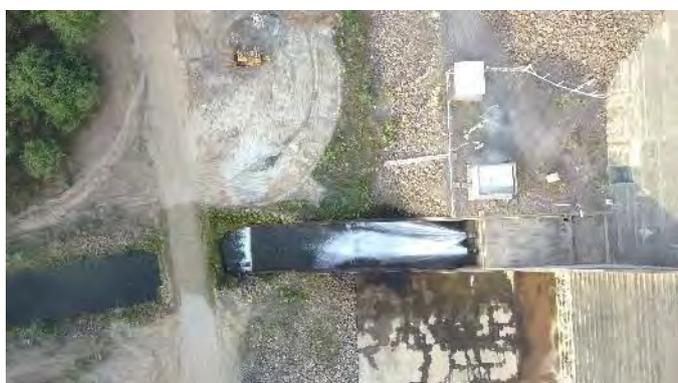


Figura 10-21 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-22 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-23 - Barragem Porcos – Crista e TUD

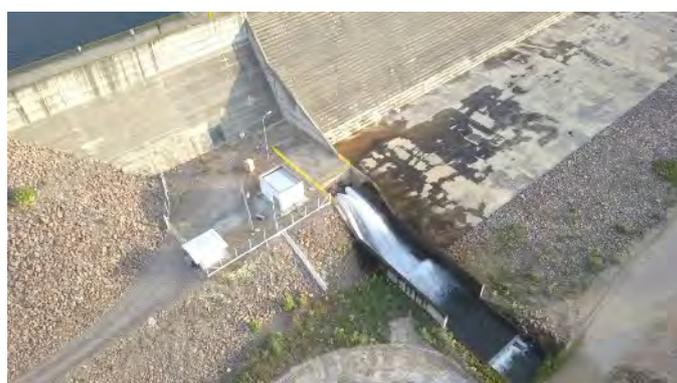


Figura 10-24 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-25 - Barragem Porcos – Tomada de água da TUD



Figura 10-26 - Barragem Porcos – TUD



Figura 10-27 - Barragem Porcos – Casa de comando



Figura 10-28 - Barragem Porcos – Casa de comando



Figura 10-29 - Barragem Porcos – Casa de comando



Figura 10-30 - Barragem Porcos – Casa de comando



Figura 10-31 - Barragem Porcos - Vertedor



Figura 10-32 - Barragem Porcos - Vertedor



Figura 10-33 - Barragem Porcos - Canal de Restituição do Vertedor



Figura 10-34 - Barragem Porcos - Vertedor (montante)

10.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE PORCOS

10.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 10-35 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 1

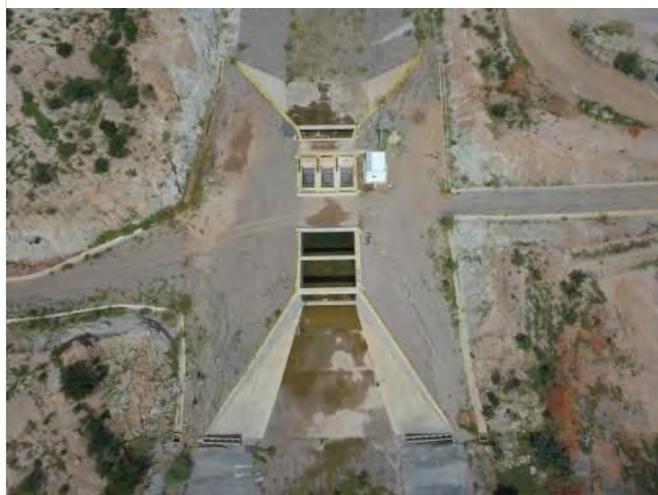


Figura 10-36 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 2



Figura 10-37 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada



Figura 10-38 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada



Figura 10-39 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída



Figura 10-40 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída



Figura 10-41 - Estrutura de Controle Porcos – Acesso ao Canal de Entrada



Figura 10-42 - Estrutura de Controle Porcos - Acesso ao Canal de Saída



Figura 10-43 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando



Figura 10-44 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando



Figura 10-45 - Estrutura de Controle Porcos – Viga pescadora



Figura 10-46 - Estrutura de Controle Porcos – Comportas stop-log



Figura 10-47 - Estrutura de Controle Porcos – Topo de trilho da comporta



Figura 10-48 - Estrutura de Controle Porcos – Comporta

10.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 10-49 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 1



Figura 10-50 - Estrutura de Controle Porcos – Vista aérea 2



Figura 10-51 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada



Figura 10-52 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Entrada



Figura 10-53 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída

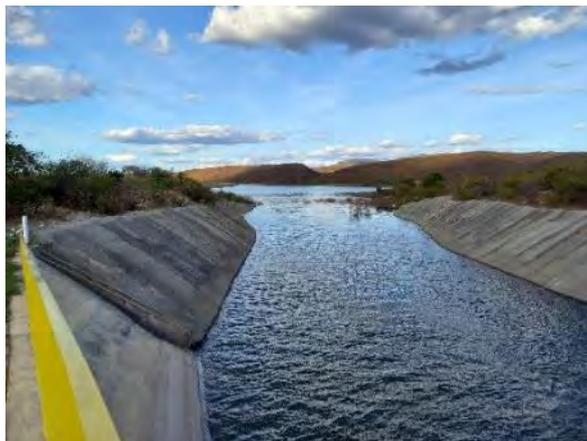


Figura 10-54 - Estrutura de Controle Porcos – Canal de Saída



Figura 10-55 - Estrutura de Controle Porcos - Acesso ao Canal de Entrada



Figura 10-56 - Estrutura de Controle Porcos - Acesso ao Canal de Saída



Figura 10-57 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando



Figura 10-58 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando e posto de vigia



Figura 10-59 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando



Figura 10-60 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando



Figura 10-61 - Estrutura de Controle Porcos - Vista aérea

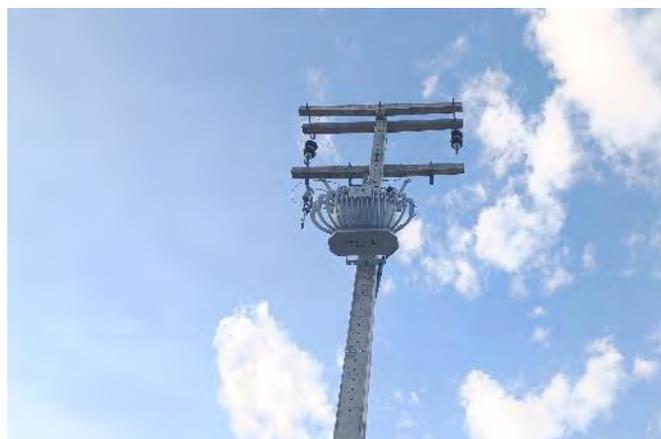


Figura 10-62 - Estrutura de Controle Porcos - Casa de Comando



Figura 10-63 - Estrutura de Controle Porcos – Viga pescadora



Figura 10-64 - Estrutura de Controle Porcos – Comportas stop-log



Figura 10-65 - Estrutura de Controle Porcos – Fixação da comporta



Figura 10-66 - Estrutura de Controle Porcos – Comporta

10.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

10.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM PORCOS (WBS 1113)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	✓	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	x	N.O.
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	N.O.	N.O.
A.7	Medidor de vazão instalado	N.O.	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	N.O.	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	N.A.	N.A.
A.11	Plataforma com guarda-corpo	N.A.	N.A.
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	x
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	99,2%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	x	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	x	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	✓	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	x	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	x	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	99,9%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

10.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM PORCOS (WBS 1259)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	x	✓
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	✓
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	x	x
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	x
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	x	✓
G.2	Comportas enscadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	x	✓
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	✓	✓
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	x	x
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	✓
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	✓
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Sim
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	97,9%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

11. BARRAGEM CANA BRAVA (WBS 1114)

A Barragem Cana Brava é constituída por uma seção de terra homogênea, com bermas de equilíbrio a montante e jusante, com altura máxima de 26,50 m, crista na cota 402,35 m e 2.169,7 m de comprimento. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°35'21.99" S, 38°51'16.99" O.

Os níveis de água operacionais são NA normal de 400,63 m NA mínimo de 397,50 m e NA Max de 401,50 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 9,75 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 1,00 km².



Figura 11-1 – Mapa de Localização - Barragem Cana Brava

Quadro 11.1 - Principais características da Barragem Cana Brava

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Bacia do Rio Salgado
Área do Reservatório NA Normal	1,0 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	9,75 milhões de m ³
Altura máxima	25,90 m
Cota de coroamento	402,35 m
Comprimento do coroamento	2.170 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Cana Brava
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MIDR
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Brejo Santo
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7°35'21.99" S, 38°51'16.99" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	O Reservatório Cana Brava é extravasado pelo vertedouro do Reservatório Cipó.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	397,50 m
Nível Máximo Normal (NMN)	400,63 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	401,50 m

Fonte: 2217-REL-1114-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Cana Brava.



Figura 11-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Cana Brava

11.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A Barragem Cana Brava não possui tomada d'água, constituindo apenas um Reservatório de Passagem do PISF. Este barramento não dispõe também de vertedouro tampouco Estrutura de Controle.

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios a presença de uma vegetação rasteira.

Verificou-se a drenagem a jusante estava em boas condições e apresentava pouco assoreamento de materiais.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Poda da vegetação nos taludes de montante e jusante.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

11.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1114-01-00-002-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

11.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO CANA BRAVA

11.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 11-3 - Barragem Cana Brava –Dique



Figura 11-4 - Barragem Cana Brava – Crista do Dique

Figura 11-5 - Barragem Cana Brava
Crista e Talude de Montante

Figura 11-6 - Barragem Cana Brava –Talude de Jusante

11.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 11. 11-7 - Barragem Cana Brava –Dique



Figura 11. 11-8 - Barragem Cana Brava – Dique



Figura 11. 11-9 - Barragem Cana Brava – Crista e Talude de Montante



Figura 11. 11-10 - Barragem Cana Brava – Crista e Talude de Jusante

11.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

11.4.1 RESERVATÓRIO BARRAGEM CANA BRAVA (WBS 1114)

B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	x	x
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	N.A.	N.A.
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	N.A.	N.A.
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	x	✓
C	CANALS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	N.A.	N.A.
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	N.A.	N.A.
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	N.A.	N.A.
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	N.A.	N.A.
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Não	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1

12. BARRAGEM CIPÓ (WBS 1115)

A Barragem do Cipó tem seção tipo zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com crista na cota 402,35 m, altura máxima de 25,65 m e comprimento de 616 m. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 07°34'22,6" S, 38°50'35,6" O.

Os níveis de água operacionais são NA normal de 400,62 m, NA mínimo de 397,50 m e NA Max de 401,50 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 6,97 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 0,60 km².



Figura 12-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Cipó

Quadro 12.1 - Principais características da Barragem Cipó

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Enrocamento com núcleo em solo compactado
Bacia	Bacia do Rio Salgado, Sub-Bacia Riacho dos Porcos
Área do Reservatório NA Normal	0,6 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	6,97 milhões de m ³
Altura máxima	25,40 m
Cota de coroamento	402,35 m
Comprimento do coroamento	616,00 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Cipó
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MIDR
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Brejo Santo
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	07°34'22,6" S, 38°50'35,6" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil Creager, em concreto convencional, soleira livre na elevação 401,00 m, e 430 m de comprimento.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	397,50 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	400,62 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	401,50 m

Fonte: 2217-REL-1115-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Cipó.



Figura 12-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Cipó

12.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A Barragem Cipó não possui tomada d'água, constituindo apenas um reservatório de passagem do PISF. Este barramento não dispõe também de estrutura de controle.

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

O canal de restituição do vertedouro aparentemente não estava com a escavação devidamente definida.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Verificou-se a drenagem a jusante estava em boas condições. Drenagem composta por valas preenchida com material pétreo.

No canal do vertedouro foi verificado caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte.

Na bacia de dissipação do vertedouro foi observada presença de vegetação rasteira em desenvolvimento.

Na lateral direita do vertedouro foi observado taludes em rocha de grande dimensão. Poucos trechos estavam revestidos com concreto projetado.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

12.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1115-01-00-002-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

12.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO CIPÓ

12.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 12-3 - Barragem Cipó – Vista aérea 1



Figura 12-4 - Barragem Cipó – Vista aérea 2



Figura 12-5 - Barragem Cipó – Crista



Figura 12-6 - Barragem Cipó – Vista Geral



Figura 12-7 - Barragem Cipó - Vertedor



Figura 12-8 - Barragem Cipó - Vertedor



Figura 12-9 - Barragem Cipó - Vertedor

12.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 12-10 - Barragem Cipó - Vista aérea 1



Figura 12-11 - Barragem Cipó - Vista aérea 2

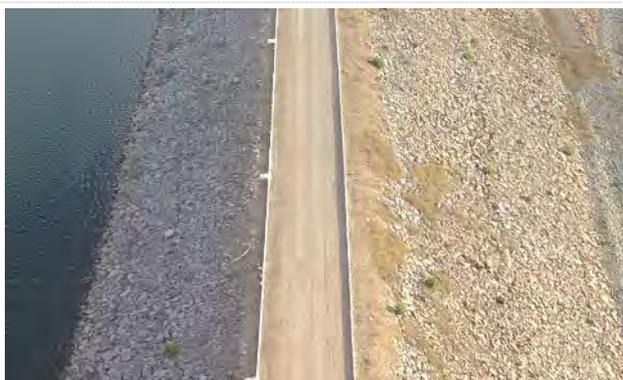


Figura 12-12 - Barragem Cipó - Crista



Figura 12-13 - Barragem Cipó - Vista Geral



Figura 12-14 - Barragem Cipó - Vertedor



Figura 12-15 - Barragem Cipó - Vertedor



Figura 12-16 - Barragem Cipó - Vertedor

12.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

12.4.1 RESERVATÓRIO BARRAGEM CIPÓ (WBS 1115)

B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	x	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	x	x
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	x	✓
C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	x	x
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	x	x
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	N.A.	N.A.
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	N.A.	N.A.
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO – GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

13. BARRAGEM BOI I/ BOI II (WBS 1116 E 1117)

O reservatório Bois é composto de dois barramentos unidos por um vertedor. O primeiro barramento, chamado Boi I, possui 1.425 m de comprimento e 26,15 m de altura máxima. Trata-se de um barramento tipo homogêneo; apresentando os seguintes níveis de água NA normal de 400,57 m, NA mínimo de 397,49 m e NA Max de 401,50 m. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°33'37.0" S, 38°49'23" O, para Boi I e 7°33'11.99" S, 38°48'41.00" O para Boi II.

O barramento Boi II fica em continuação ao do Boi I, separado por um vertedouro complementar de 100 m de comprimento, totalizando 1.361 m de comprimento. A altura máxima é de 28,35 m. Trata-se de um barramento tipo homogêneo com espaldar de jusante de enrocamento, apresentando as seguintes elevações NA normal de 400,57 m, NA mínimo de 397,50 m e NA Max de 401,50 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 26,30 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 1,40 km².

Os barramentos Boi I e Boi II formam o reservatório Bois com crista na cota 402,35 m.



Figura 13-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Barragem Bois

Quadro 13.1 - Principais características da Barragem Boi I

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Bacia do Rio Salgado, Sub-Bacia Riacho dos Porcos
Área do Reservatório NA Normal - Boi I e Boi II	1,40 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	26,30 milhões de m ³
Altura máxima	28,50 m
Cota de coroamento	402,35 m
Comprimento do coroamento	1.425,00 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Boi I
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MIDR
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Brejo Santo
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7°33'37.0" S, 38°49'23" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	As barragens Boi I e Boi II compartilham um vertedouro de perfil Creager, soleira livre na elevação 401,00 m, e 100 m de comprimento.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	397,50 m
Nível Máximo Normal (NMN)	400,57 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	401,50 m

Fonte: 2217-REL-1116-01-00-003-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Boi I.

Quadro 13.2 - Principais características da Barragem Boi II

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Bacia do Rio Salgado, Sub-Bacia Riacho dos Porcos
Área do Reservatório NA Normal - Boi I e Boi II	1,40 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	26,30 milhões de m ³
Altura máxima	28,50 m
Cota de coroamento	402,35 m
Comprimento do coroamento	1.361,00 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Boi II
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MIDR
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Brejo Santo
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7°33'11.99" S, 38°48'41.00" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	As barragens Boi I e Boi II compartilham um vertedouro de perfil Creager, soleira livre na elevação 401,00 m, e 100 m de comprimento.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	397,49 m
Nível Máximo Normal (NMN)	400,57 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	401,50 m

Fonte: 2217-REL-1117-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Boi II.



Figura 13-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Bois

13.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A Barragem Bois não possui tomada d'água, constituindo apenas um reservatório de passagem do PISF.

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Verificou a ausência de guarda-corpo no muro de encontro do vertedouro com o maciço.

A casa de comando da estrutura de controle possui iluminação externa através de postes.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Verificou-se que os taludes de montante e os taludes de jusante apresentavam pouca vegetação e vegetação de pequeno porte.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Verificou-se que a drenagem a jusante estava em boas condições e apresentava pouco assoreamento de materiais.

No canal do vertedouro foram verificados caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte.

Na bacia de dissipação do vertedouro foi observada presença de vegetação rasteira em desenvolvimento.

Na estrutura de controle verificou-se que os drenos superficiais apresentavam assoreamento de solo, material pétreo e vegetação de pequeno porte.

✓ **Estrutura de controle (EC)**

Em agosto de 2023, por motivo de logística não foi possível visitar a estrutura de controle do reservatório Bois, impossibilitando verificar as estruturas.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e TUD do Trecho II não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

13.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica”;

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular da barragem Boi I - 2217-REL-1116-01-00-003-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular da barragem Boi II - 2217-REL-1117-01-00-002-R00(2023) conclui que: " Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

13.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO BOIS

13.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 13-3 - Barragem Bois – Vista aérea 1

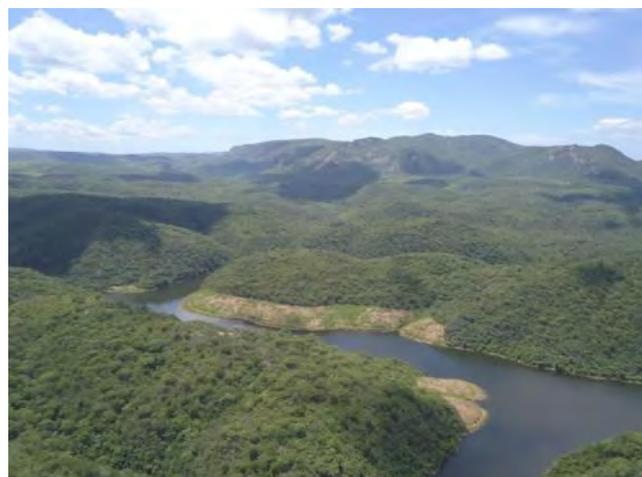


Figura 13-4 - Barragem Bois – Vista aérea 2



Figura 13-5 - Barragem Bois – Vista aérea 3



Figura 13-6 - Barragem Bois – Vista aérea 4



Figura 13-7 - Barragem Bois – Vista aérea 5



Figura 13-8 - Barragem Bois – Vista aérea 6



Figura 13-9 - Barragem Bois – Vista aérea 7



Figura 13-10 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II



Figura 13-11 - Barragem Bois – Talude de Jusante



Figura 13-12 - Barragem Bois – Dique Boi II (Crista)



Figura 13-13 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II



Figura 13-14 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II



Figura 13-15 - Barragem Bois – Canal de Restituição do vertedor



Figura 13-16 - Barragem Bois – Vertedor Dique Boi I (muro do canal de restituição)

13.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 13-17 - Barragem Bois – Vista aérea 1



Figura 13-18 - Barragem Bois – Vista aérea 2



Figura 13-19 - Barragem Bois – Vista aérea 3



Figura 13-20 - Barragem Bois – Vista aérea 4



Figura 13-21 - Barragem Bois – Vista aérea 5



Figura 13-22 - Barragem Bois – Vista aérea 6



Figura 13-23 - Barragem Bois – Vista aérea 7



Figura 13-24 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II



Figura 13-25 - Barragem Bois – Talude de Jusante



Figura 13-26 - Barragem Bois –Crista



Figura 13-27 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II



Figura 13-28 - Barragem Bois – Vertedor entre Boi I e Boi II



Figura 13-29 - Barragem Bois – Canal de Restituição do vertedor



Figura 13-30 - Barragem Bois – Vertedor Dique Boi I (muro do canal de restituição)

13.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE BOIS

13.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 13-31 - Estrutura de Controle Bois – Vista aérea 1



Figura 13-32 - Estrutura de Controle Bois – Vista aérea 2



Figura 13-33 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Entrada



Figura 13-34 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Entrada



Figura 13-35 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Saída



Figura 13-36 - Estrutura de Controle Bois – Canal de Saída



Figura 13-37 - Estrutura de Controle Bois – Acesso ao Canal de Entrada



Figura 13-38 - Estrutura de Controle Bois – Acesso ao Canal de Saída



Figura 13-39 - Estrutura de Controle Bois - Casa de Comando



Figura 13-40 - Estrutura de Controle Bois - Casa de Comando



Figura 13-41 - Estrutura de Controle Bois – Comporta stop-log e viga pescadora

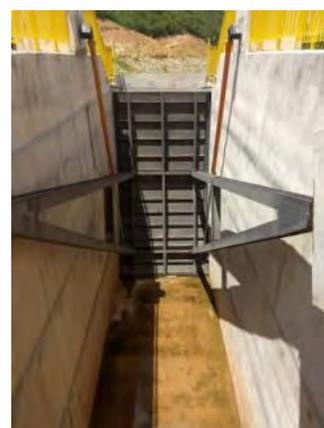


Figura 13-42 - Estrutura de Controle Bois – Comporta



Figura 13-43 - Estrutura de Controle Bois – Comportas stop-log

13.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 13-44 - Estrutura de Controle Bois – Vista lateral



Figura 13-45 - Estrutura de Controle Bois – Canal de saída

13.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

13.5.1 RESERVATÓRIO BARRAGEM BOIS (WBS 1116)

B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	x	x
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	x	✓
C	CANALS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	x	x
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	x	x
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	N.A.	N.A.
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	N.A.	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Sim
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

13.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM BOIS (WBS 1260)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	x	x
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	N.O.
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	x	x
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	N.O.
G.2	Comportas ensecadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	x	N.O.
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	✓	N.O.
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	x	N.O.
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	N.O.
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	N.O.
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Não	Sim
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	98,4%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1

14. BARRAGEM MORROS (WBS 1118)

A barragem do reservatório Morros é construída por meio de dois métodos construtivos: barragem de terra e barragem de enrocamento. A crista da barragem está na cota 391,20 m, tem altura máxima de 15 m e comprimento de 523 m. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°08'48.4" S, 38°36'01.3" O.

Os níveis de água operacionais são NA normal de 389,49 m, NA mínimo de 386,86 m e NA Max de 390,30 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 3,00 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 0,95 km².

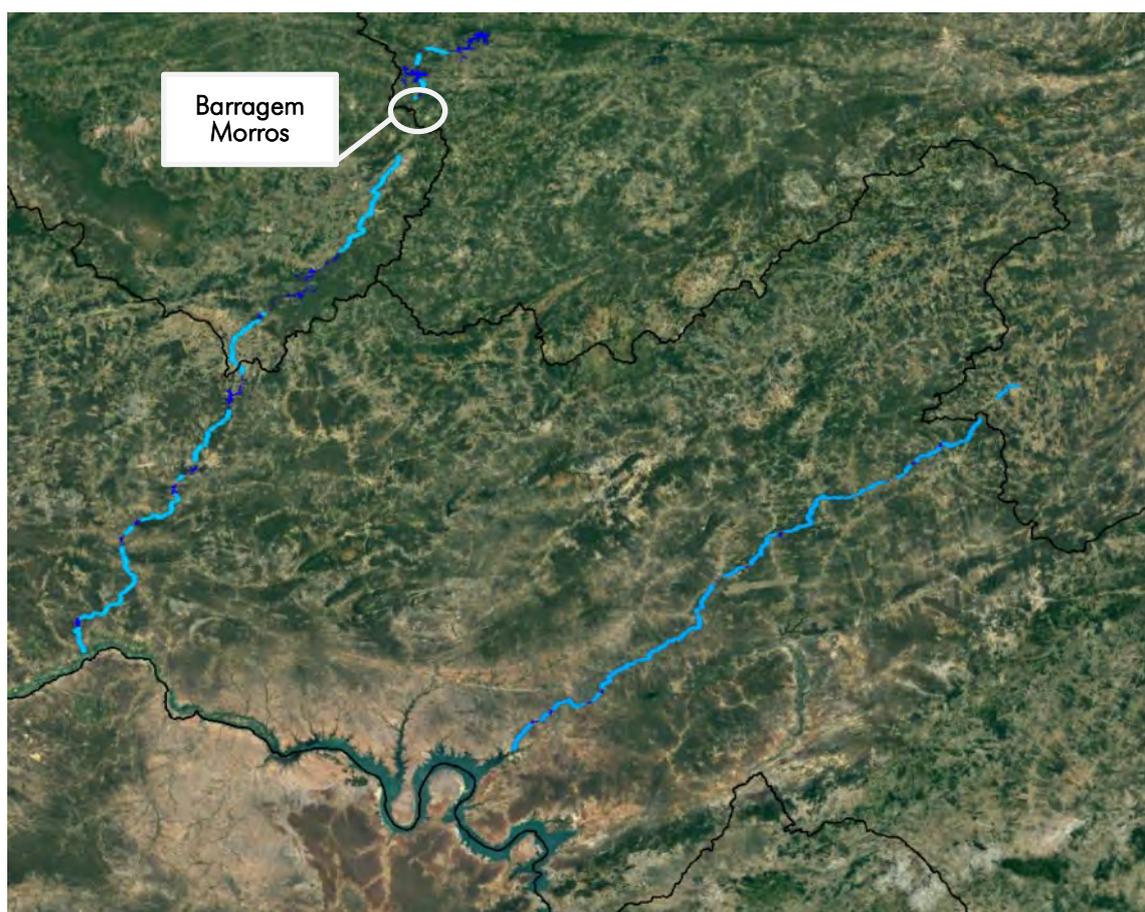


Figura 14-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Morros

Quadro 14.1 - Principais características da Barragem Morros

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra e Enrocamento
Bacia	Sub-bacia do Rio Piranhas-Apodi
Área do Reservatório NA Normal	0,80 km ²
Superfície de água no reservatório	0,95 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	3 milhões de m ³
Altura máxima	15 m
Cota de coroamento	391,20 m
Comprimento do coroamento	470,00 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Morros
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	São José de Piranhas
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7°08'48.4" S, 38°36'01.3" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil vertente de concreto, Creager, soleira livre na elevação 389,90 m, com 03 (três) módulos de 15,0 m e 01 (um) módulo de 18,0 m (com juntas elásticas do tipo Fungenband); Vazão de projeto 83,73 m ³ /s, 63 m de comprimento
Obras de restituição do vertedouro	O canal de restituição é composto à direita pelo talude que foi escavado para o canal de restituição da tomada d'água de aproximadamente 135,40 m de comprimento, e, à esquerda pelo talude com inclinação 1V:1,5H de cerca de 120,00 m de comprimento revestido com enrocamento
Tomada d'água	A estrutura de Tomada d'Água foi projetada ao lado direito do vertedouro, entre as seções 04+05,00 m e 04+10,00 m, executada em concreto armado, com entorno preenchido de concreto 10 Mpa, onde na lateral esquerda existe um septo de concreto de seção triangular. A entrada da tomada d'água é dividida em 02 (duas) seções com 2,0 m de largura, cada, com cota de fundo de 384,30 m. Instalaram-se 02 (duas) comportas para sentido duplo do fluxo com dimensões de 0,80x0,80 m, com 02 (dois) pedestais de manobras de engrenagens (na cota 391,35 m). Imediatamente à jusante, tem-se uma galeria em concreto dividida em 02 (duas) seções quadradas de 2,0x2,0 m, que direcionam o fluxo de água para o canal de restituição da tomada d'água, com 135,40 m de extensão, completamente revestido em concreto projetado. À montante instalaram-se pórticos rolantes com 4,50 m de altura para manuseio das grades de proteção.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	386,86 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	389,49 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	390,30 m
N.A. Máx. histórico do reservatório	390,30 m

Fonte: 2217-REL-1118-01-00-002-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Morros.



Figura 14-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Morros

14.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da tomada d'água e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Verificou-se que os taludes de montante e os taludes de jusante apresentavam pouca vegetação e vegetação de pequeno porte.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Verificou-se que a drenagem a jusante estava em boas condições e apresentava pouco assoreamento de materiais.

No canal do vertedouro foram verificados caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte.

No vertedouro foi observada vegetação rasteira em desenvolvimento na bacia de dissipação.

✓ Tomada D'água

Na margem direita do barramento, foi implantada uma tomada d'água com edificação para abrigo de equipamentos e outra edificação para abrigo de vigilante.

Uma das edificações conta com sistema de esgotamento sanitário próprio e possui um banheiro em seu interior. Foi relatado para a equipe durante a visita que a edificação não conta com alimentação de água potável, portanto o banheiro encontra-se sem condições de utilização. Na porta desta mesma edificação, verificou-se que a alvenaria estava danificada.

Na edificação não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, nem extintor ou sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Nas outras tomadas de uso difuso do Eixo Norte do PISF, o projeto foi concebido utilizando válvula dispersora, operada por sistema hidráulico, comandado e assistido por sistema elétrico. No reservatório Morros, foi encontrado um sistema de comportas operadas por talhas e válvulas manuais.

Foi observado presença de vegetação dentro do canal de restituição da tomada d'água.

Não foram encontradas estruturas elétricas na casa de comando da tomada d'água, como quadros elétricos, luminárias externas, sistema de monitoramento via câmeras SPDA ou unidades hidráulicas.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e tomada d'água do Trecho II não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF.

Na estrutura da tomada d'água verificou-se que os drenos superficiais apresentavam assoreamento de solo, material pétreo e vegetação de pequeno porte.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Construção de mais uma edificação na área da tomada d'água;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

14.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica”.

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1118-01-00-002-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem".

14.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA MORROS

14.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 14-3 - Barragem Morros – Vista aérea 1



Figura 14-4 - Barragem Morros – Vista aérea 2



Figura 14-5 - Barragem Morros – Vista aérea 3



Figura 14-6 - Barragem Morros – Vista aérea 4



Figura 14-7 - Barragem Morros – Vista aérea 5



Figura 14-8 - Barragem Morros – Vista aérea 6

14.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 14-9 - Barragem Morros – Vista aérea 1



Figura 14-10 - Barragem Morros – Vista aérea 2



Figura 14-11 - Barragem Morros – Vista aérea 3



Figura 14-12 - Barragem Morros – Vista aérea 4



Figura 14-13 - Barragem Morros – Vista aérea 5



Figura 14-14 - Barragem Morros – Vista aérea 6



Figura 14-15 - Barragem Morros – Vista aérea 7



Figura 14-16 - Barragem Morros – Vertedor



Figura 14-17 - Barragem Morros – Talude de Jusante



Figura 14-18 - Barragem Morros –Crista



Figura 14-19–Barragem Morros – Comporta no canal de saída da tomada d'água



Figura 14-20–Barragem Morros – Comporta no canal de entrada da tomada d'água

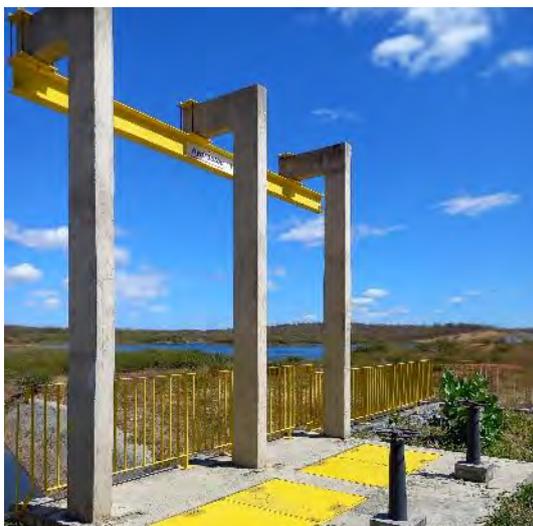


Figura 14-21 - Barragem Morros – Tomada de água Bois – Canal de Restituição do vertedo



Figura 14-22 - Barragem Morros – Edificações



Figura 14-23 - Barragem Morros – Edificações



Figura 14-24 - Barragem Morros – Edificações



Figura 14-25 - Barragem Morros – Edificações



Figura 14-26 - Barragem Morros – Régua de nível de NA

14.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

14.4.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA BARRAGEM MORROS (WBS 1116)

B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	N.O.	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	N.O.	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	N.O.	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	N.O.	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	N.O.	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	N.O.	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	N.O.	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	N.O.	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	N.O.	✓
C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	N.O.	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	N.O.	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	N.O.	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	N.O.	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório		Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

15. BARRAGEM BOA VISTA (WBS 1119)

O Reservatório de Boa Vista é formado pela barragem principal e dois diques denominados: Cuncas e Pereiros. Há duas tomadas de água no reservatório de Boa Vista. A primeira localizada no Dique Cuncas com derivação para o riacho Cuncas, e a segunda localizada na Barragem Boa Vista com derivação para o riacho Mulungú. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°06'53.2" S, 38°36'11.6" O.

O Dique Pereiros apresenta uma extensão de 50 m, e altura máxima de 6,10 m. Complementa essa obra a implantação do vertedouro em ambas as ombreiras. A seção típica da Barragem Boa Vista é zoneada (materiais de 1ª e de 2ª categorias), com coroamento na cota 391,40.

Os níveis de água no reservatório são NA normal de 389,04 m, NA mínimo de 385,36 m e NA Max de 390,04 m. A cota da crista da barragem e dos diques Cuncas e Pereiros é 391,10 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 255 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 16,00 km².

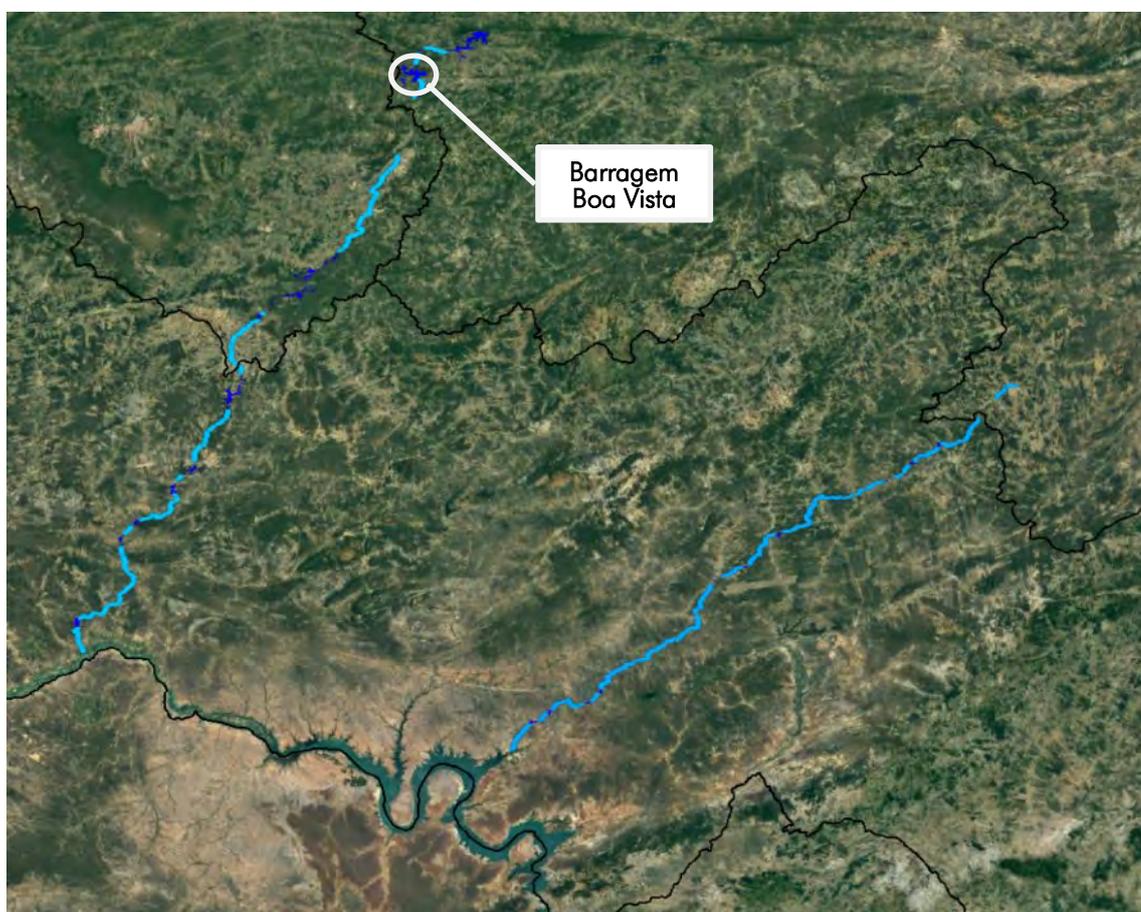


Figura 15-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Boa Vista

Quadro 15.1 - Principais características da Barragem Boa Vista

CARACTERÍSTICA	
RESERVATÓRIO BOA VISTA	
Bacia	Sub-bacia do Rio Piranhas-Apodi
Volume armazenado no reservatório NA Normal	255 milhões de m ³
Área do Reservatório NA Normal	16,0 km ²
Superfície de água no reservatório	16,9 km ²
Denominação oficial	Reservatório Boa Vista
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
BARRAGEM PRINCIPAL - BOA VISTA	
Tipo	Terra zoneada
Altura máxima	49,00 m
Cota de coroamento	391,40 m
Comprimento do coroamento	900,00 m
Largura do coroamento	6,09 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE - PEREIROS	
Tipo	Terra homogênea
Altura máxima	6,10 m
Cota do coroamento	391,10 m
Comprimento do coroamento	330,00 m
Largura do coroamento	6,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
DIQUE - CUNCAS	
Tipo	Terra homogênea
Altura máxima	10,45 m
Cota do coroamento	391,10 m
Comprimento do coroamento	185,00 m
Largura do coroamento	6,00 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
LOCALIZAÇÃO	
Município	São José de Piranhas
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7°06'53." S, 38°36'11.6" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Localizado à esquerda do Dique Pereiros, o vertedouro do tipo labirinto – soleira livre situa-se entre as estacas 18+3,70 m e 21+0,00 m. A estrutura dividida em 06 (seis) ciclos de formato trapezoidal de aproximadamente 9,30 m de comprimento, cada, possui vazão de projeto e comprimento de 83,73 m ³ /s e 56,00 m, respectivamente
Obras de restituição do vertedouro	As laterais do canal de restituição são compostas, à direita, por um talude de aterro de aproximadamente 32,50 m de comprimento (inclinação: 1V:0,25H), e à esquerda, por um talude escavado com a mesma inclinação, com 62,70 m de comprimento
Tomada d'água	Dispõe de 02 (duas) estruturas de Tomada d'Água de Usos Difusos, uma no barramento principal e outra no dique Cuncas, com vazões de descarga de até 2 m ³ /s e 3 m ³ /s, respectivamente, com saída para 2 válvulas de controle, cada uma.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	385,36 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	389,04 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	390,04 m
N.A. Máx. histórico do reservatório	NA

Fonte: 2217-REL-1119-01-00-001-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Boa Vista.



Figura 15-2 - Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório Boa Vista

15.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

Foi implantado posto de vigia 24h com cercamento perimetral no acesso ao barramento/TUD e na estrutura de controle. No entanto, ambos locais não oferecem apoio sanitário adequado.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Não foi possível o acesso ao interior da casa de comando da TUD impossibilitando a verificação dos equipamentos/componentes elétricos.

No momento da visita, uma das válvulas dispersoras encontrava-se operando. Foi possível ver que o fluxo de água estava atingindo uma viga de travamento de concreto armado do canal de restituição. Esse fluxo de água se chocando contra a viga faz com que a região em torno da válvula dispersora fora do canal de restituição fique molhada, sendo possível observar caminhos preferenciais de água e zonas de acúmulo de água. É possível que este acúmulo de água aumente quando as duas válvulas dispersoras estiverem operando, e vertendo com 100% de capacidade.

O poste que sustenta o transformador de energia aparentemente estava fora de prumo.

Na estrutura de controle constatou-se ausência de régua de medição de abertura das comportas de segmento, e foi possível visualizar que uma das comportas estava amarrada com cabos de aço a um perfil metálico apoiado na estrutura de concreto. Aparentemente uma alternativa para operar a comporta através de talha acoplada aos cabos de aço.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e TUD do Trecho II não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF.

Mesmo não verificando as estruturas internas da casa de comando da TUD, foi possível verificar que não possui estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira. As instalações contra descarga atmosférica (SPDA) não estavam instaladas conforme norma vigente.

A casa de comando da TUD possui iluminação externa através de postes.

Foi encontrado água dentro do condutele do eletroduto da torre da TUD.

Na entrada da torre da TUD foi encontrado um eletroduto corrugado saindo do solo, com vegetação em seu interior e sem cabos ou sem qualquer tipo de estrutura acima dele.

As instalações elétricas da casa de comando da estrutura de controle foram encontradas em boas condições e conservadas. Os quadros elétricos em aparente bom estado de conservação, porém os cabos não estavam organizados e anilhados corretamente.

Apesar dos quadros elétricos aparentarem boas condições, não foram identificados comandos remotos. Além disso não foi verificado estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira. As instalações contra descarga atmosférica (SPDA) não estavam instaladas conforme norma vigente.

Os painéis elétricos não apresentaram a indicação de "Risco de Choque Elétrico" na casa de comando da estrutura de controle. Além disso, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10.

Na casa de comando da estrutura de controle, não foram encontrados sistemas de detecção de incêndios, nem extintor ou sinalização correspondente. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Foi encontrado, na casa de comando da estrutura de controle, iluminação externa através de postes.

A unidade hidráulica da casa de comando da estrutura de controle aparentava estar funcionando e em boas condições.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Foi observado acúmulo de água no canal de restituição da TUD logo abaixo da saída de água da TUD. Os taludes do canal revestidos com enrocamento e vegetação de pequeno porte.

Verificou-se a drenagem a jusante estava em boas condições e apresentava pouco assoreamento de materiais.

Na estrutura de controle verificou se que as canaletas de drenagem apresentavam assoreamento de solo, material pétreo e vegetação de pequeno porte.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso no barramento/TUD e estrutura de controle;
- Instalação de guarda-corpos na Estrutura de controle;
- Finalização das obras na passarela da tomada de água da TUD;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

15.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica”;

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1119-01-00-001-R00(2022) conclui que: “Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem Boa Vista possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem”.

15.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD BOA VISTA

15.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 15-3 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 1



Figura 15-4 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 2



Figura 15-5 - Barragem Boa Vista – Crista e Talude de Montante



Figura 15-6 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD



Figura 15-7 - Barragem Boa Vista – TUD



Figura 15-8 - Barragem Boa Vista – TUD



Figura 15-9 - Barragem Boa Vista – Crista



Figura 15-10 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD



Figura 15-11 - Barragem Boa Vista – Talude de Montante



Figura 15-12 - Barragem Boa Vista – Talude de Jusante



Figura 15-13 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD



Figura 15-14 - Barragem Boa Vista - Torre da TUD

15.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023

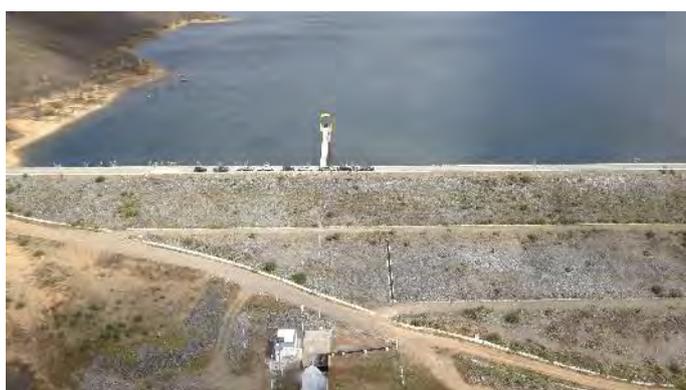


Figura 15-15 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 1



Figura 15-16 - Barragem Boa Vista – Vista aérea 2



Figura 15-17 - Barragem Boa Vista – Crista e Talude de Montante



Figura 15-18 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD



Figura 15-19 - Barragem Boa Vista – TUD



Figura 15-20 - Barragem Boa Vista – TUD

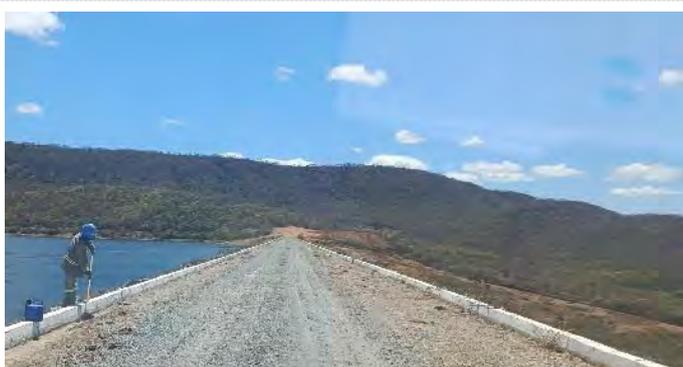


Figura 15-21 - Barragem Boa Vista – Crista



Figura 15-22 - Barragem Boa Vista – Torre da TUD



Figura 15-23 - Barragem Boa Vista – Talude de Montante



Figura 15-24 - Barragem Boa Vista – Talude de Jusante



Figura 15-25 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD



Figura 15-26 - Barragem Boa Vista - Torre da TUD



Figura 15-27 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD



Figura 15-28 - Barragem Boa Vista –Torre da TUD



Figura 15-29 - Barragem Boa Vista –Drenagem



Figura 15-30 - Barragem Boa Vista – Casa de comando



Figura 15-31 - Barragem Boa Vista – Casa de comando



Figura 15-32 - Barragem Boa Vista – Casa de comando



Figura 15-33 - Barragem Boa Vista – Válvula Dispensora



Figura 15-34 - Barragem Boa Vista – Válvula Dispensora

15.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 15-35 - Estrutura de Controle Boa Vista –Vista Geral (Saída)



Figura 15-36 - Estrutura de Controle Boa Vista –Vista Geral (Saída)



Figura 15-37 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Saída



Figura 15-38 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Entrada



Figura 15-39 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta stop-log



Figura 15-40 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta stop-log



Figura 15-41 - Estrutura de Controle Boa Vista – Viga pescadora



Figura 15-42 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta



Figura 15-43 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas



Figura 15-44 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas



Figura 15-45 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando



Figura 15-46 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando (interno)

15.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 15-47 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de entrada

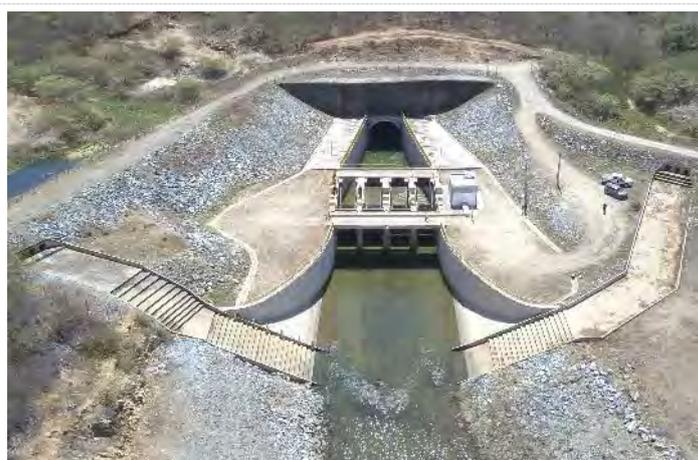


Figura 15-48 - Estrutura de Controle Boa Vista – Vista Geral



Figura 15-49 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Saída



Figura 15-50 - Estrutura de Controle Boa Vista – Canal de Entrada



Figura 15-51 - Estrutura de Controle Boa Vista

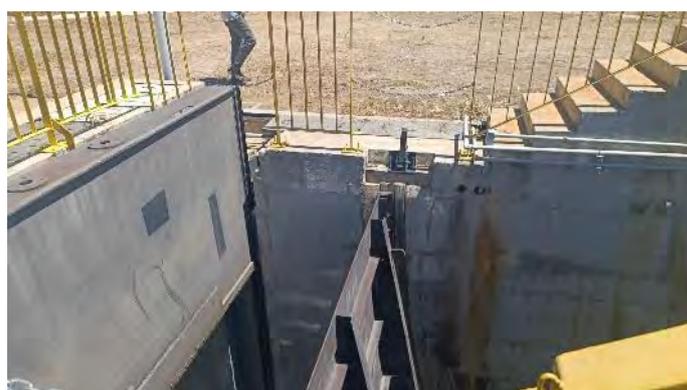


Figura 15-52 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta stop-log



Figura 15-53 - Estrutura de Controle Boa Vista – Viga pescadora



Figura 15-54 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comporta

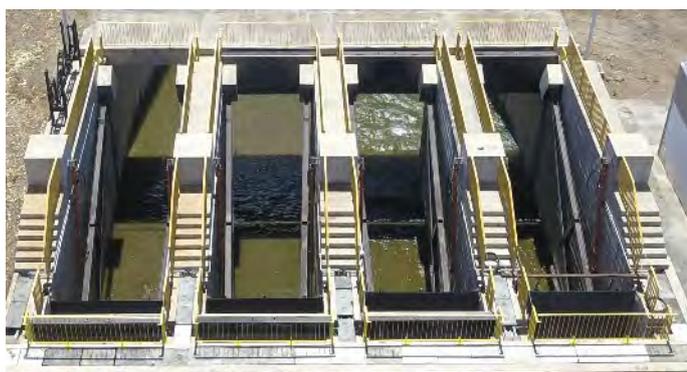


Figura 15-55 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas



Figura 15-56 - Estrutura de Controle Boa Vista – Comportas



Figura 15-57 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando



Figura 15-58 - Estrutura de Controle Boa Vista – Casa de Comando (interno)

15.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

15.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM BOA VISTA (WBS 1119)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	x	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	N.I.	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	N.I.	✓
A.7	Medidor de vazão instalado	N.I.	✓
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	✓	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	x	x
A.11	Plataforma com guarda-corpo	x	x
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	98,3%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	x	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	x	x
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	N.A.	N.A.
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	N.A.	N.A.
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	✓	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	✓	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	x	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	N.A.	N.A.
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	N.A.	N.A.
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	x	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

15.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM BOA VISTA (WBS 1262)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	✓	✓
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	✓
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	x	x
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	x
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	x
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	x
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	x	✓
G.2	Comportas ensecadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	x	✓
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	x	✓
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	x	x
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	✓
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	✓
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Não	Sim
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	98,9%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1

16. BARRAGEM CAIÇARA (WBS 1120)

A Barragem Caiçara será do tipo terra-enrocamento. Trata-se de uma obra importante no contexto das obras de integração, uma vez que o reservatório serve como pivô para distribuição das vazões para os trechos II, III e IV, contando com duas estruturas de controle. Tem comprimento de 960 m e uma altura máxima da ordem de 28 m. O vertedouro tem 74 m, comprimento de 896 m e coroamento na cota na cota 390,00. As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 7°02'21.5" S, 38°35'59.15" O.

Os níveis de água no reservatório são NA normal de 387,29 m, NA mínimo de 384,25 m e NA Max de 389,25 m.

O volume útil armazenado no reservatório NA normal é de 5 milhões de m³ de água e possui uma área do reservatório NA normal de 0,54 km².

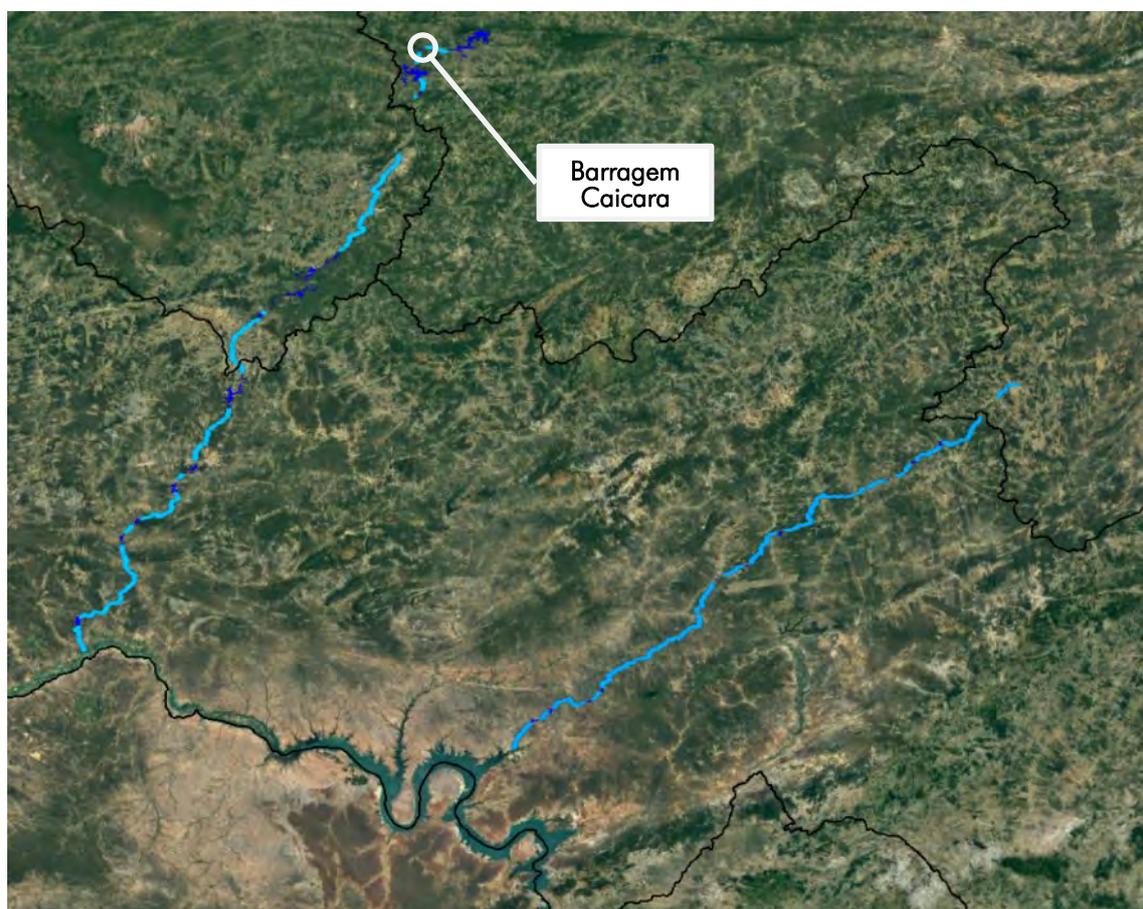


Figura 16-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Caiçara

Quadro 16.1 - Principais características da Barragem Caiçara

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra e Enrocamento
Bacia	Sub-bacia do Rio Piranhas-Apodi
Área inundada	0,60 km ²
Área do Reservatório NA Normal	0,54 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	5 milhões de m ³
Altura máxima	30,00 m
Cota de coroamento	390,00 m
Comprimento do coroamento	960,00 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Caiçara
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cajazeiras
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7°02'21.5" S, 38°35'59.15" O
DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil Creager, soleira livre na elevação 388,52, com 03 (três) módulos de 18,50 m cada, e 02 (dois) módulos de 9,25 m de comprimento, cada (com juntas elásticas do tipo Fungenband); Vazão de projeto 83,73 m ³ /s, 74 m de comprimento
Obras de restituição do vertedouro	No início do canal de restituição, na lateral esquerda, foi executado um septo de enrocamento para direcionamento da água do vertedouro
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 2 m ³ /s, com saída para instalação de 02 (duas) válvulas de controle
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	384,25 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	387,29 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	389,25 m
N.A. Máx. histórico do reservatório	NA

Fonte: 2217-REL-1120-01-00-001-R00 - Relatório de Inspeção de Segurança Regular (ISR) - Caiçara.

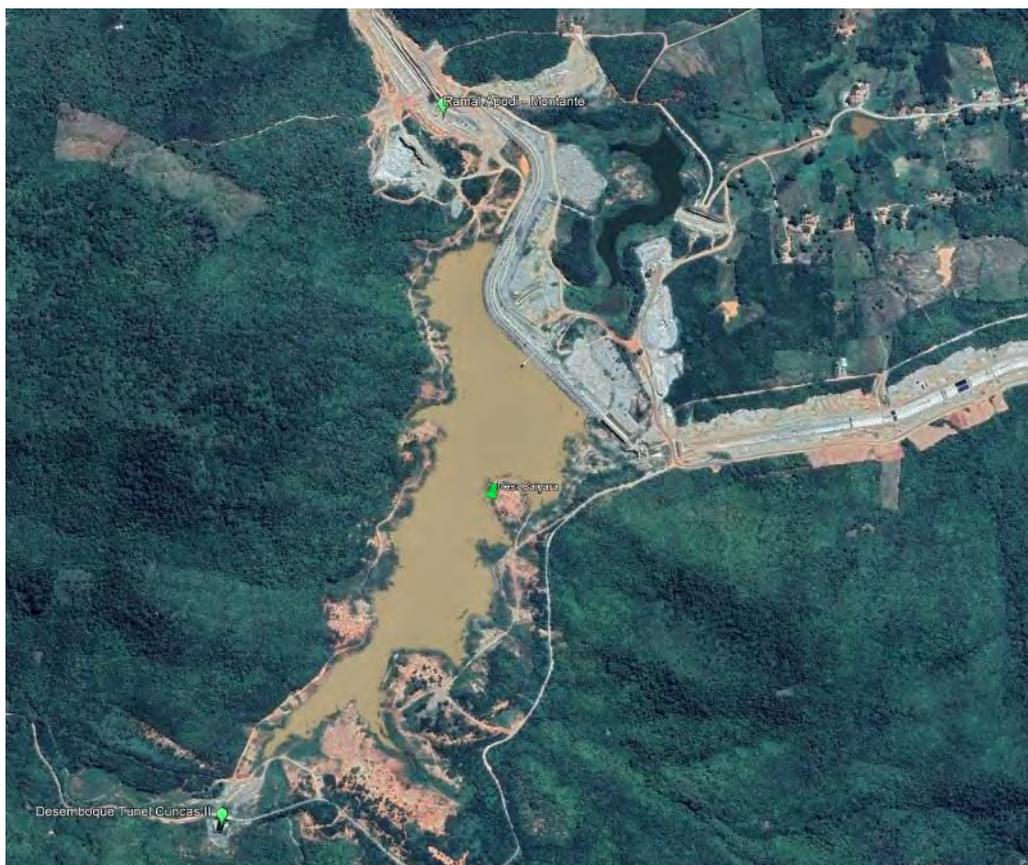


Figura 16-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Caiçara

16.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O Reservatório Caiçara conta com uma TUD e duas estruturas de controle. Uma das estruturas de controle alimenta os trechos III e IV – Ramal Salgado e Ramal Apodi, respectivamente. Durante a visita de agosto de 2023, o Ramal Apodi encontrava-se em execução.

A outra estrutura de controle deriva a água aduzida pelo PISF para os reservatórios a jusante: Engenheiro Ávidos, São Gonçalo e depois ao rio Piranhas.

O projeto executivo prevê cercamento em toda faixa de domínio incluindo reservatórios, visando evitar acesso de pessoas não autorizadas, com objetivo de diminuir, e tanto quanto possível evitar problemas com vandalismo e afogamentos. Na visita de campo realizada pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que há restrição parcial de acesso, em desacordo com o projeto executivo. Na maioria dos casos, a casa de comando da TUD e estrutura de controle contam com cercamento perimetral e vigilância 24h.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nas laterais da crista e em áreas dos taludes da barragem. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem seccionar partes do sistema de drenagem interna do barramento.

Observou-se que os piezômetros (equipamentos de instrumentação de monitoramento) instalados na barragem encontravam-se protegidos em caixas de concreto com tampas metálicas. As tampas metálicas apresentavam início de oxidação do metal.

Verificou-se que os taludes de montante e os taludes de jusante da barragem apresentavam pouca vegetação e vegetação de pequeno porte.

Observou-se uma camada de cascalho de revestimento de proteção na crista da barragem. Verificou-se, no coroamento, sarjetas e meios-fios e a presença de uma vegetação rasteira ao lado das sarjetas e meios-fios.

Verificou-se a drenagem a jusante da barragem estava em boas condições e apresentava pouco assoreamento de materiais.

No canal do vertedouro foi verificado caminhos preferenciais de erosão e vegetação de pequeno porte.

Na bacia de dissipação do vertedouro foi observada presença de vegetação rasteira em desenvolvimento.

Durante a visita ao local pela equipe do consórcio, foi constatado que as estruturas de controle e TUD do Trecho II não tinham alimentação de energia elétrica, em conformidade com o relatório da CGOF.

Em agosto de 2023, por motivo de logística, não foi possível visitar de maneira detalhada as estruturas de controle e as estruturas da TUD do reservatório Caiçara, impossibilitando verificar todas as nuances das estruturas.

✓ **Tomada de uso difuso (TUD)**

Foi identificado estrutura para captação de água para caminhões pipa na saída de uma das válvulas dispersoras da TUD. É possível que seja utilizada por obras do Ramal do Apodi, tendo em vista a proximidade do canteiro.

A válvula dispersora aparentou estar em boas condições, porém durante a visita não se encontrava operando, logo não foi possível aferir seu correto funcionamento.

Não foi possível o acesso ao interior da casa de comando da TUD, o que impossibilitou verificar os equipamentos instalados na estrutura.

Mesmo não verificando as estruturas internas da casa de comando da TUD, foi possível verificar que não possui estrutura de monitoramento via câmeras e sensor de barreira. As instalações contra descarga atmosférica (SPDA) não estavam instaladas conforme norma vigente.

A casa de comando da TUD possui iluminação externa através de postes.

Foi observado acúmulo de água no canal de restituição da TUD logo abaixo da saída de água da TUD. Os taludes do canal revestidos com enrocamento e vegetação de pequeno porte.

✓ **Estrutura de controle (EC)**

Nos drenos superficiais da estrutura de controle, verificou-se a presença de solo, material pétreo e vegetação de pequeno porte.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Enchimento do reservatório;
- Implementação de posto de vigia 24h com restrição de acesso no barramento/TUD e estrutura de controle;
- Finalização das obras na TUD;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

16.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Energização: Energização das estruturas de controles e das TUD do Trecho II do Eixo Norte, perante as CONCESSIONÁRIAS. Processo de dispensa de licitação foi inviabilizado pela consultoria jurídica”.

O Relatório de Inspeção de Segurança Regular - 2217-REL-1118-01-00-002-R00(2023) conclui que: "Com base nas anomalias identificadas na presente inspeção, conclui-se que a Barragem possui Nível de Perigo Global Normal (NPGB = 0), ou seja, quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem”.

16.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO E TUD CAIÇARA

16.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 16-3 - Barragem Caiçara – Vista aérea 1



Figura 16-4 - Barragem Caiçara – Vista aérea 2



Figura 16-5 - Barragem Caiçara – Vista aérea 3



Figura 16-6 - Barragem Caiçara – Vista aérea 4

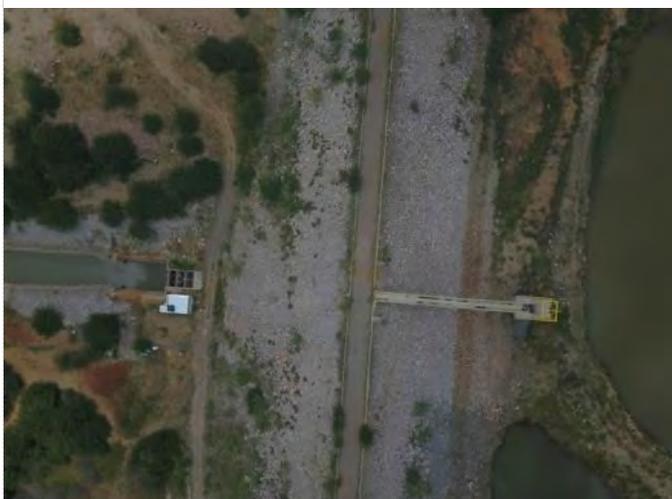


Figura 16-7 - Barragem Caiçara – TUD



Figura 16-8 - Barragem Caiçara – TUD



Figura 16-9 - Barragem Caiçara – Crista



Figura 16-10 - Barragem Caiçara – Torre da TUD



Figura 16-11 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD



Figura 16-12 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD

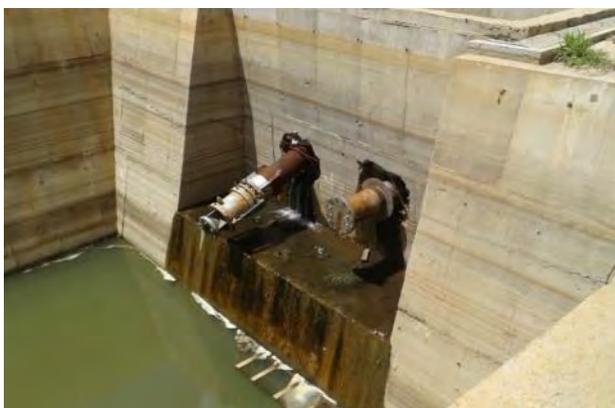


Figura 16-13 - Barragem Caiçara – Válvula Dispersora



Figura 16-14 - Barragem Caiçara – Válvula Dispersora

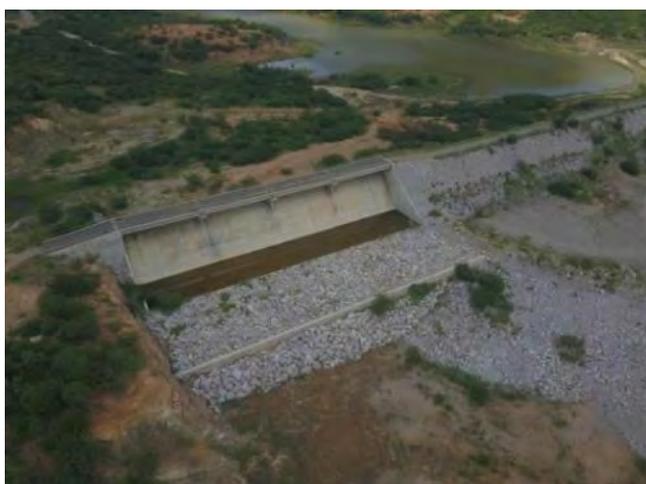


Figura 16-15 - Barragem Caiçara – Vertedor



Figura 16-16 - Barragem Caiçara – Vertedor



Figura 16-17 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição do Vertedor



Figura 16-18 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição do Vertedor



Figura 16-19 - Barragem Caiçara – Talude de Jusante



Figura 16-20 - Barragem Caiçara - Casa de Comando (interior)

16.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 16-21 - Barragem Caiçara – Vista aérea 1



Figura 16-22 - Barragem Caiçara – Vista aérea 2



Figura 16-23 - Barragem Caiçara – Vista aérea 3



Figura 16-24 - Barragem Caiçara – Vista aérea 4



Figura 16-25 - Barragem Caiçara – TUD

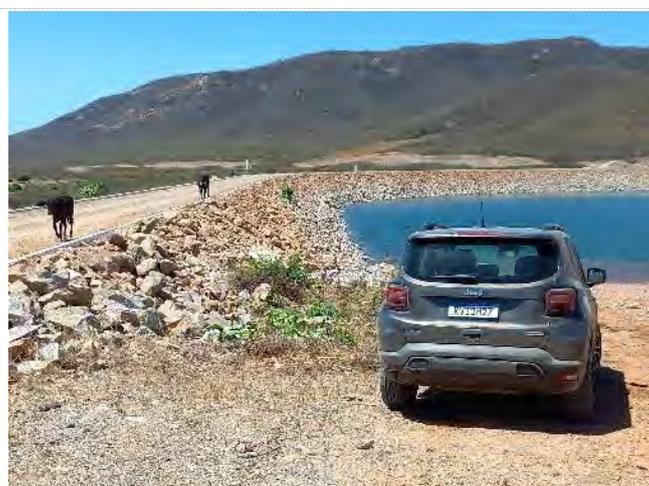


Figura 16-26 - Barragem Caiçara – Crista



Figura 16-27 - Barragem Caiçara – Vertedor



Figura 16-28 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD



Figura 16-29 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD



Figura 16-30 - Barragem Caiçara – Canal de Restituição da TUD

16.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTRUTURA DE CONTROLE BARRO BRANCO

16.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 16-31 - Estrutura de Controle Caiçara – Vista aérea
1



Figura 16-32 - Estrutura de Controle Caiçara – Vista Geral



Figura 16-33 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Entrada



Figura 16-34 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Entrada



Figura 16-35 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Saída



Figura 16-36 - Estrutura de Controle Caiçara – Canal de Saída



Figura 16-37 - Estrutura de Controle Caiçara – Viga Pescadora



Figura 16-38 - Estrutura de Controle Caiçara - Comportas



Figura 16-39 - Estrutura de Controle Caiçara - Comporta



Figura 16-40 - Estrutura de Controle Caiçara - Casa de Comando (interior)



Figura 16-41 - Estrutura de Controle Caiçara – Casa de Comando



Figura 16-42 - Estrutura de Controle Caiçara – Casa de Comando

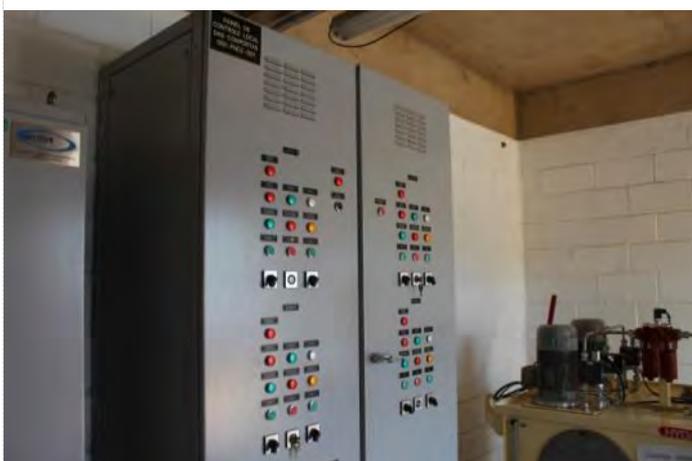


Figura 16-43 - Estrutura de Controle Caiçara – Casa de Comando (interior)

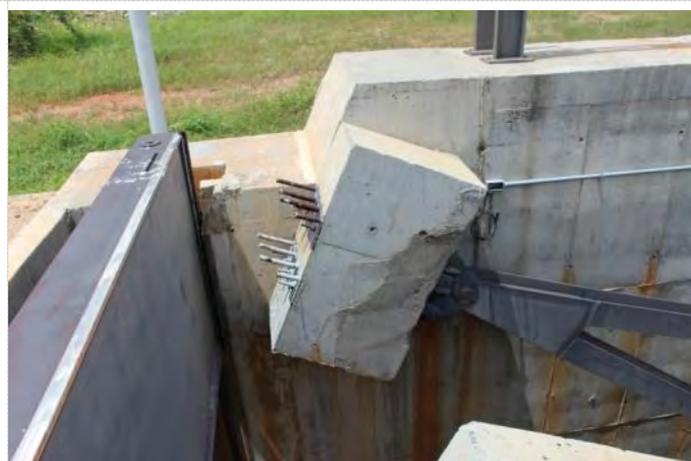


Figura 16-44 - Estrutura de Controle Caiçara – Viga Munhão

16.5 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens A.12 a A.16 e F.4 a F.8 foram adicionados em 2023 e, portanto, não foram observados em 2019.

16.5.1 RESERVATÓRIO E TOMADA D'ÁGUA DE USO DIFUSO BARRAGEM CAIÇARA (WBS 1120)

A	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (DE USOS DIFUSOS) - TUD	2019	2023
A.1	Barragem possui TUD	✓	✓
A.2	Estrutura da torre em boas condições	✓	✓
A.3	Guarda-corpos instalados adequadamente	x	✓
A.4	Monovia para instalação de talha executada	x	✓
A.5	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	✓
A.6	Comportas ensecadeiras (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	✓
A.7	Medidor de vazão instalado	x	N.O.
A.8	Casa de comando em boas condições gerais	✓	✓
A.9	Válvula dispersora e tubulações instaladas	x	✓
A.10	Plataforma e escada de acesso à válvula borboleta montadas	✓	✓
A.11	Plataforma com guarda-corpo	x	✓
A.12	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
A.13	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
A.14	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
A.15	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	N.O.
A.16	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	N.O.
AVANÇO FÍSICO TUD - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD	99,2%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na TUD aparentemente verificado	x	Ver Nota 1
B	BARRAMENTO E VERTEDOR	2019	2023
B.1	Barragem conta com estrutura de vertedor	✓	✓
B.2	Estrutura da soleira aparentemente em boas condições	✓	✓
B.3	Guarda-corpo dos muros de encontro do vertedor instalados	✓	✓
B.4	Revestimento do coroamento em boas condições	✓	✓
B.5	Meio-fio instalado no coroamento	✓	✓
B.6	Drenagem superficial adequada	✓	✓
B.7	Livre de surgência de água ou áreas úmidas de maior porte no pé do talude de jusante	N.I.	✓
B.8	Drenagem superficial no pé do talude de jusante	x	✓
B.9	Revestimento de proteção dos taludes em boas condições	x	✓

C	CANAIS DE RESTITUIÇÃO	2019	2023
C.1	Canal de restituição do vertedor sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.2	Proteção dos taludes do canal de restituição do vertedor	✓	✓
C.3	Canal de restituição da TUD sem obstrução e com terraplenagem executada	✓	✓
C.4	Proteção dos taludes do canal de restituição da TUD	✓	✓
E	CONCLUSÃO	2019	2023
E.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Sim
AVANÇO FÍSICO RESERVATÓRIO - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório	100,0%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora no Reservatório aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

16.5.2 ESTRUTURA DE CONTROLE BARRAGEM CAIÇARA (WBS 1261)

F	CASA DE COMANDO	2019	2023
F.1	Acesso à casa de comando possível durante a visita de campo	✓	x
F.2	Edificação sem sinais aparentes de vandalismo	✓	N.O.
F.3	Existência de sistema de vigilância remota (câmeras de segurança)	x	N.O.
F.4	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	N.O.
F.5	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	N.O.
F.6	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	N.O.
F.7	Sistema de SPDA instalado corretamente com unificação de massas metálicas	N.O.	N.O.
F.8	O Sistema CFTV parece estar adequado	N.O.	N.O.
G	ESTRUTURA PRINCIPAL	2019	2023
G.1	Viga pescadora armazenada adequadamente	✓	N.O.
G.2	Comportas ensecadeira (stop-log) armazenadas adequadamente	✓	N.O.
G.3	Guarda-corpos no entorno das comportas instalados adequadamente	x	N.O.
G.4	Existência de régua de medição de abertura das comportas segmento	x	N.O.
G.5	Sistema de iluminação externa instalado	✓	N.O.
G.6	Canal de entrada/saída desobstruídos	✓	N.O.
I	CONCLUSÃO	2019	2023
I.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Sim
AVANÇO FÍSICO ESTRUTURA DE CONTROLE - GERENCIADORA			
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle	98,9%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora na Estrutura de Controle aparentemente verificado	x	Ver Nota 1

17. BARRAGEM ÁVIDOS (WBS 1121)

Conforme explicado no Capítulo 3 do Tomo 3, este reservatório não faz parte da concessão. O objetivo deste capítulo é fornecer ao leitor informação sobre um dos reservatórios interligados ao Sistema PISF, que está a montante do medidor de vazão que deverá ser implantado e operado durante a concessão.

A Barragem Ávidos não foi construída pelo PISF, e não foi planejada nenhuma intervenção. Se trata da última estrutura do Trecho II do PISF.

Inicialmente, a barragem em Ávidos estava entre os quatro aproveitamentos hidrelétricos planejados para o Eixo Norte do projeto, juntamente com Jati, Atalho e São Gonçalo. No entanto, dificuldades surgiram durante a implementação do projeto, levando à decisão de concentrar os esforços nos empreendimentos das barragens de Jati e Atalho.



Figura 17-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Ávidos

Quadro 17.1 - Principais características da Barragem Ávidos

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Reservatório Ávidos
LOCALIZAÇÃO	
Município	São José de Piranhas
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7° 1' 12.73" S, 38° 28' 54.24" O

Fonte: Google Earth.



Figura 17-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Reservatório Ávidos

17.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A Barragem Engenheiro Ávidos, sob a responsabilidade do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), teve sua construção concluída em 1936. Destina-se à formação de reservatório de acumulação com a função principal de abastecimento humano.

Na visita técnica de campo realizada na Barragem Engenheiro Ávidos pela equipe técnica do Consórcio constatou-se que não há restrição de acesso às pessoas não relacionadas às obras, que vivem ou transitam no entorno da barragem, de maneira que a obra está suscetível a ação indevida (ex.: vandalismo).

Durante o período da visita, foi possível verificar a execução de obras no reservatório Engenheiro Ávidos. No momento estava sendo construída estrutura de adutora de água, com edificação e componentes hidromecânicos, além de obras na tomada de água, tanto a nível da crista da barragem, como a nível do fundo do reservatório.

Foram avistadas pessoas nadando e pescando no lago do reservatório.

O talude de montante do barramento é revestido por placas de concreto, o talude de jusante por enrocamento e observou-se uma fina camada de cascalho como revestimento de proteção em partes da superfície da crista.

Observaram-se, na crista do barramento, trilhas e pequenos abaulamentos originados por tráfego de veículos. Estas trilhas e abaulamentos contribuem para o processo de deterioração da superfície da crista e permitem a acumulação de água sobre a Barragem, causando a saturação desta região.

O vertedouro é do tipo controlado por comportas e composto por comportas tipo setor (segmento) e por comportas stop log (ensecadeiras). As comportas estavam armazenadas em sistema de trilhos, próximo da monovia do vertedor. Verificou-se presença de vegetação nesta área, o que pode dificultar a operação no local. Não foi possível acessar o local para verificação dos equipamentos.

Durante a visita técnica, foi verificado que o local possui conexão com rede elétrica.

Não foi encontrado sistema de monitoramento via câmeras, sensor de barreira ou instalações contra descarga atmosférica (SPDA).

Foi verificado presença de iluminação externa com postes e refletores de LED no posto de vigia e na crista da barragem.

O reservatório Eng^o Ávidos não foi projetado para operar com Estrutura de Controle.

Verificou-se que os taludes a montante apresentavam proteção superficial de placas de concreto. Observou-se vegetação rasteira nas juntas entre as placas. Os taludes a jusante, verificou-se que apresentava proteção superficial em enrocamento e se encontrava com vegetação de pequeno a médio porte.

Verificou-se deslizamentos localizados nos taludes de encaixe com as ombreiras.

Observou-se vegetação densa nos encontros das ombreiras com o terreno natural.

Foi verificado que o canal da tomada de água se encontrava com vegetação densa.

Em alguns pontos do canal de restituição do vertedor, foi verificado presença de vegetação e assoreamento.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Obras na adutora de água;
- Obras na tomada de água;

No momento da visita o reservatório Eng. Ávidos encontrava-se em fase de obras de reforma na adutora da ETA de Cajazeiras e na tomada de água. Por conta das obras, entende-se que seu circuito hidráulico não está em condições plenas de operação.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

17.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

17.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 17. 17-3 - Barragem Ávidos - Crista

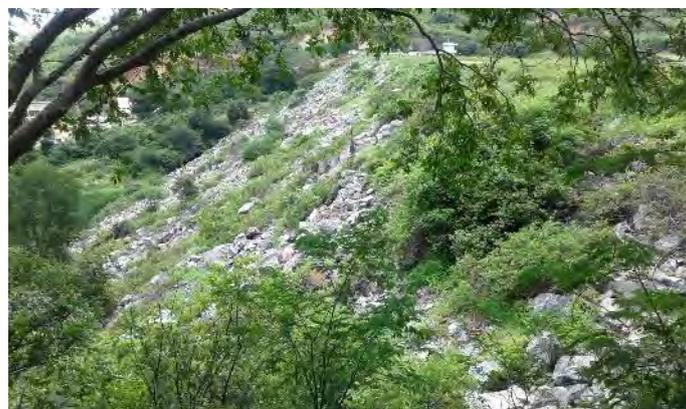


Figura 17. 17-4 - Barragem Ávidos – Talude de jusante



Figura 17. 17-5 – Barragem Ávidos – Talude de montante



Figura 17. 17-6 – Barragem Ávidos – Tomada de água da TUD



Figura 17. 17-7 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17. 17-8 - Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17. 17-9 - Barragem Ávidos - Talude de montante e adutora

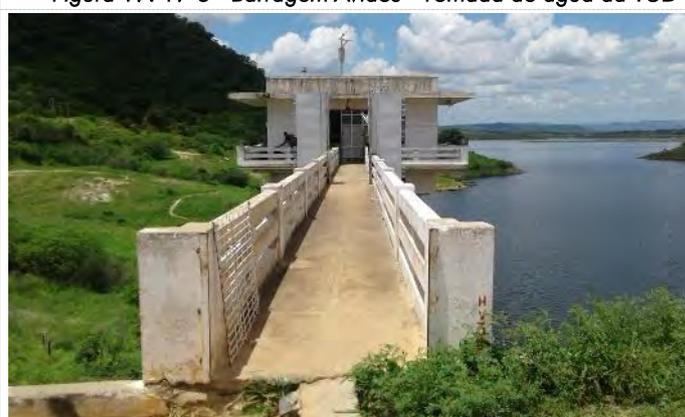


Figura 17. 17-10 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17-11 - Barragem Ávidos – Comportas do vertedouro



Figura 17-12 - Barragem Ávidos – Canal de restituição

17.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 17-13 - Barragem Ávidos - Crista



Figura 17-14 - Barragem Ávidos - Talude de jusante



Figura 17-15 - Barragem Ávidos - Talude de montante



Figura 17-16 - Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17-17 - Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17-18 - Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17-19 - Barragem Ávidos – Obras da adutora



Figura 17-20 – Barragem Ávidos - Tomada de água da TUD



Figura 17-21 - Barragem Ávidos – Comportas do vertedouro



Figura 17-22 - Barragem Ávidos – Canal de restituição



Figura 17-23 - Barragem Ávidos – Canal de restituição



Figura 17-24 - Barragem Ávidos – Canal de restituição

18. BARRAGEM SÃO GONÇALO

Conforme explicado no Capítulo 3 do Tomo 3, este reservatório não faz parte da concessão. O objetivo deste capítulo é fornecer ao leitor informação sobre um dos reservatórios interligados ao Sistema PISF, que está a montante do medidor de vazão que deverá ser implantado e operado durante a concessão.

A Barragem São Gonçalo não foi construída pelo PISF, e não foi planejada nenhuma intervenção. Se trata de complemento do caminho das águas do Trecho II do PISF. A Barragem São Gonçalo é alimentada pelo complexo de barragens Ávidos dando continuidade e destinação das águas do sistema.

Inicialmente, a barragem em São Gonçalo estava entre os quatro aproveitamentos hidrelétricos planejados para o Eixo Norte do projeto, juntamente com Jati, Atalho e Ávidos. No entanto, dificuldades surgiram durante a implementação do projeto, levando à decisão de concentrar os esforços nos empreendimentos das barragens de Jati e Atalho.

As respectivas coordenadas do reservatório estão nas coordenadas geográficas: 6°50'44.9" S, 38°18'37.7" O.

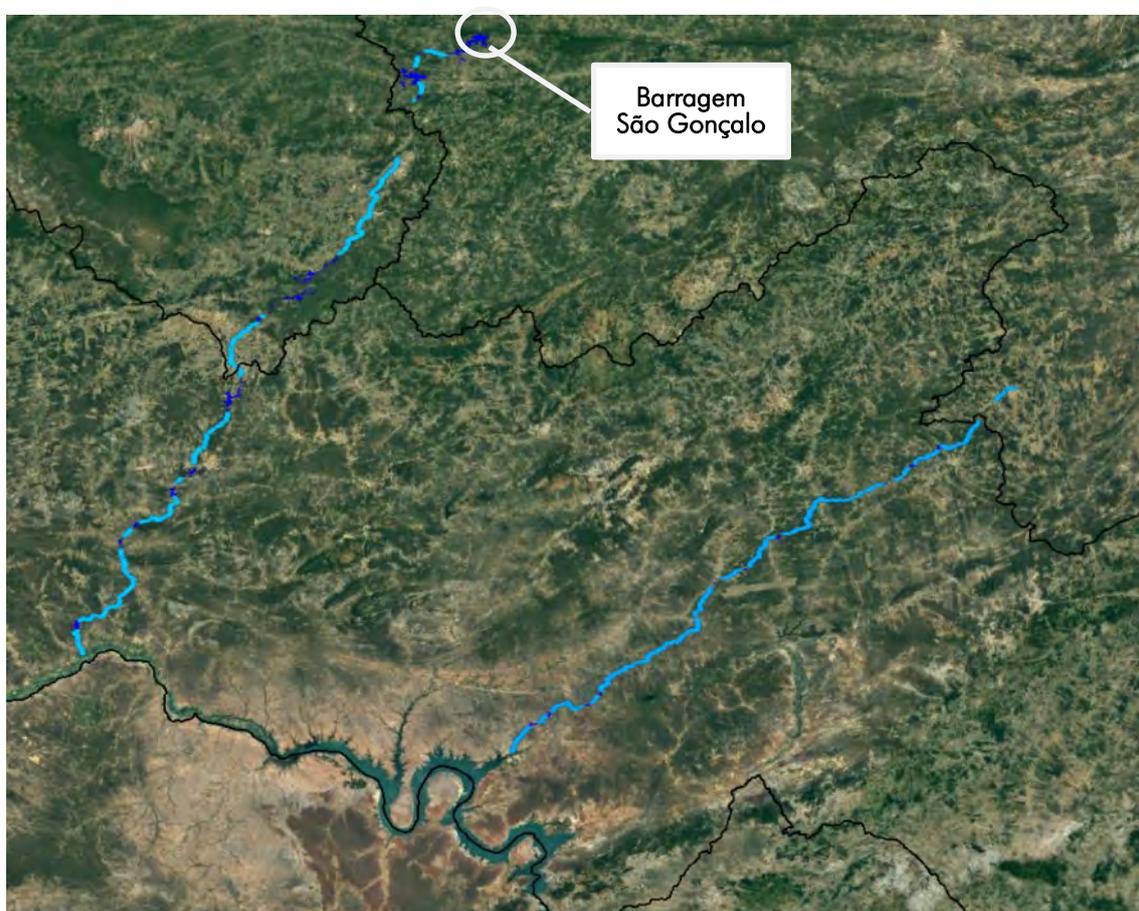


Figura 18-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem São Gonçalo.

Quadro 18.1 - Principais características da Barragem São Gonçalo.

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Reservatório São Gonçalo
LOCALIZAÇÃO	
Município	São Gonçalo (Distrito de Sousa)
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	6°50'44.9" S, 38°18'37.7" O

Fonte: Google Earth.



Figura 18-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) - Reservatório São Gonçalo

18.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O Reservatório São Gonçalo conta com duas tomadas d'águas e um vertedouro.

No vertedouro, apresenta uma tomada d'água que desagua no rio Piranhas. Próximo a ombreira direita, apresenta-se a segunda tomada d'água, que abastece a área à jusante do reservatório.

O talude à montante, apresenta revestimento com placas de concreto e à jusante o revestimento é feito com vegetação. A drenagem no talude à jusante é feita através de malha de canaletas.

A crista da barragem integra o sistema viário de São Gonçalo apresentando revestimento asfáltico, meio fio e guarda-corpo.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

18.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

18.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO RESERVATÓRIO ENG. ÁVIDOS

18.3.1 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 18-3 - Barragem São Gonçalo – Vista aérea



Figura 18-4 - Barragem São Gonçalo – Vista aérea



Figura 18-5 – Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d'água



Figura 18-6 – Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d'água



Figura 18-7 – Barragem São Gonçalo – Vertedouro

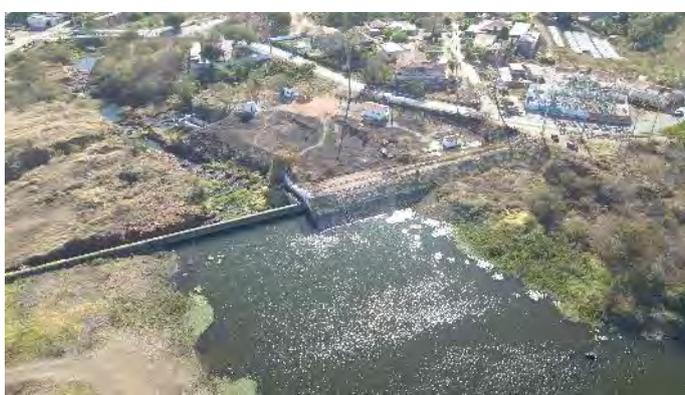


Figura 18-8 – Barragem São Gonçalo – Vertedouro



Figura 18-9 - Barragem São Gonçalo – Talude de Montante



Figura 18-10 – Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d'água



Figura 18-11 - Barragem São Gonçalo – Torre da Tomada d'água



Figura 18-12 – Barragem São Gonçalo – Visão Superior do Vertedouro



Figura 18-13 - Barragem São Gonçalo – Talude de Jusante e Crista (rua do município de São Gonçalo)



Figura 18-14 – Barragem São Gonçalo – Talude de Montante



Figura 18-15 - Barragem São Gonçalo – Talude de Montante



Figura 18-16 – Barragem São Gonçalo – Talude de Jusante



Figura 18-17 - Barragem São Gonçalo – Esgoto próximo ao pé da Barragem

19. CANAL WBS 1216 (CN12)

As obras do segmento de canal 1216 (CN12) estão compreendidas entre as estacas 3833+00, saída do Reservatório Mangueira, e 4009+00, entrada do forebay de montante da estação de bombeamento EBI-3, com extensão total 3.520,0 m.

Verificou-se pelas investigações geológico-geotécnicas, que na região do canal 1216 (CN12) ocorre a presença de rochas como granitos e gnaisses. A cobertura sobre o maciço rochoso, composta por saprolito, solo saprolítico, solos residuais e coluvionares, possui espessura variando de 1,5 a 4,0 m. Com relação às seções de escavação, o canal 1216 (CN12) é executado com seção em corte pleno em toda sua extensão.

O canal 1216 (CN12), além de apresentar seção em corte por toda sua extensão, está localizado entre o Reservatório Mangueira e o forebay de montante da estação de bombeamento EBI-3, sendo que estes dois reservatórios não apresentam revestimento impermeável (manta), no fundo ou taludes.

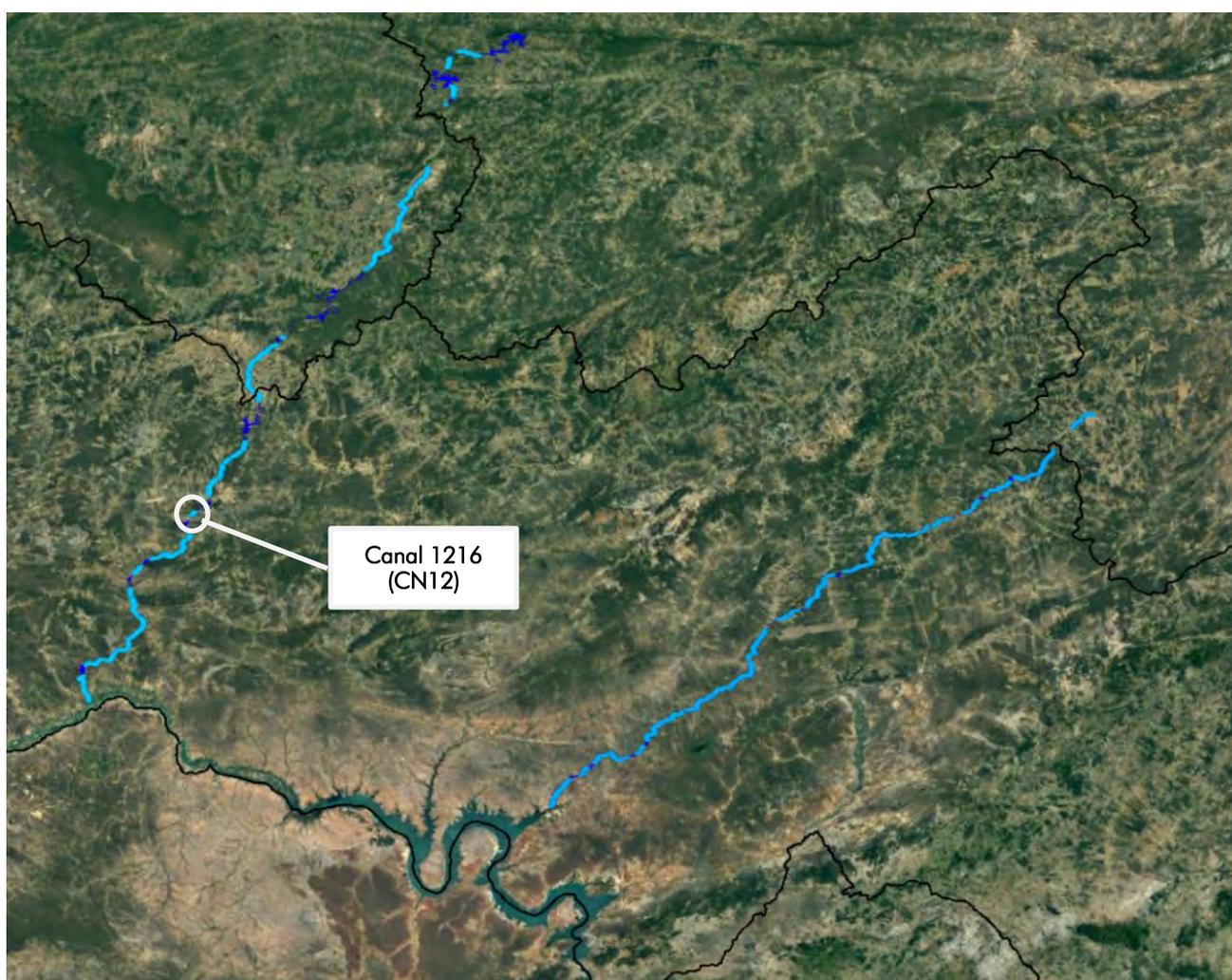


Figura 19-1 – Mapa de Localização – Canal 1216 (CN12)

Quadro 19.1 - Principais características do Canal 1216

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	1216
Estaca Início	3833+00
Estaca Fim	4009+00
Extensão	3.520 m ¹
Vazão máxima	89 m ³ /s
GEOMETRIA	
Base	13,0 m
Altura	8,8 m
Inclinação do talude (V:H)	1:1,5 a 4:1
Altura da mureta	0
LOCALIZAÇÃO	
Município	Salgueiro
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8° 7' 17.26" S, 39° 13' 18.00" O / 8° 6' 12.14" S, 39° 12' 5.72" O

Fonte: 1210-REL-1001-00-00-002-R05 - EN - T1 – Relatório Final dos Projetos Executivos.

¹ Distância conforme informações do Portal do PISF

19.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

Foi verificado que trechos do canal estavam com manutenção precária, com rompimento do revestimento de concreto, erosões nas bordas e assoreamento.

O canal possui trechos onde os taludes laterais das vias de serviço encontravam-se sem nenhum tipo de proteção e com erosão acentuada.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Início da operação hidráulica;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

19.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

19.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

19.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 19-2 – Canal 1216



Figura 19-3 – Canal 1216

19.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 19-4 – Canal 1216



Figura 19-5 – Canal 1216



Figura 19-6 – Canal 1216



Figura 19-7 – Canal 1216

20. TÚNEL CUNCAS I (WBS 1410)

Foram construídos dois túneis no Trecho II, túneis Cuncas I e Cuncas II, ambos dimensionados para o escoamento da mesma vazão, de 83,73 m³/s, resultando a mesma seção para ambos, que corresponde a um arco retângulo com 9,10 m de largura e a mesma dimensão na altura. O túnel Cuncas I está localizado entre o reservatório Bois e o reservatório Morros, no Trecho II do Eixo Norte, aproximadamente no quilometro 78 desse trecho.

O túnel Cuncas I tem 15,423 km de extensão, sem revestimento, conforme os estudos e proposições do Projeto Básico. O escoamento da água através dos túneis Cuncas I e II deverá ocorrer com velocidade média de 1,35 m/s e altura máxima da lâmina líquida de 75% da seção. Esses túneis, de importância fundamental no funcionamento do sistema adutor, são obras que pelas dimensões, características (escavado em rocha, sem revestimento) e finalidade (transporte de água funcionando em seção livre), compreendem os maiores da América Latina.



Figura 20-1 – Mapa de Localização – Túnel Cuncas I

Quadro 20.1 - Principais características do Túnel Cuncas I

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Cuncas I
Extensão	15.423 m ¹
Seção nominal	74 m ²
Cobertura máxima	45 m
VOLUME ESCAVADO	
1°, 2° e 3° categorias	176.459 m ³
Rocha	1.132.154 m ³
Declividade do fundo	0,0001 m/m
Volume de concreto para a camada de revestimento da base do túnel	20.475 m ³
LOCALIZAÇÃO	
Município	Mauriti - CE, Barro - CE, Monte Horebe - PB, São José de Piranhas - PB
Unidade da Federação	Ceará / Paraíba
Coordenadas	7° 18' 15.56" S, 38° 39' 30.80" O / 7° 10' 3.93" S, 38° 37' 27.05" O

Fonte: 1220-REL-1001-00-00-001-R04 - EN - T2 – Relatório Final dos Projetos Executivos.

¹ Distância conforme informações do Portal do PISF

20.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

Verificou-se que as comportas estavam armazenadas de maneira inadequada.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nos taludes. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem afetar a estabilidade do talude ou contenção.

Foi implantado posto de vigia no emboque do túnel. No entanto, o local não oferece apoio sanitário adequado. Verificou-se a presença de banheiro químico no local, porém sem limpeza periódica, impossibilitando sua utilização.

Verificou-se que a talha não estava instalada, porém, a viga da monovia estava. Por ser um equipamento móvel, entende-se que a talha é instalada de acordo com a necessidade da operação.

Na região superior ao emboque do túnel, há uma estrada onde os moradores locais circulavam, porém, estão impedidos de circular pois a via encontra-se bloqueada com material de terraplenagem.

As estruturas de concreto do emboque e desemboque estão adequadamente conservadas.

Foi verificado reforço no desemboque do Cuncas I com concreto projetado e grampos/tirantes monobarras. Em geral verificou se integridade da estrutura.

Na lateral do desemboque foi verificado taludes em rocha revestido com concreto projetado.

No entorno do emboque do túnel Cuncas I foi observado maior presença de vegetação de pequeno porte, além de pontos de assoreamento da drenagem.

Verificou-se que no concreto projetado que se encontra nas cotas superiores do emboque apresenta desgastes mais acentuados por processos erosivos.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Instalação dos guarda corpos no emboque do túnel;
- Início da operação hidráulica;
- Implementação de posto de vigia 24h no emboque;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

20.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

- “Em 14 de julho de 2022 ocorreu um evento de subsidência próximo ao antigo emboque do túnel Cuncas I, causou impedimento de acesso próximo a área sinistrada, prejudicando diretamente a população das áreas próximas”;
- “Recomenda-se contratação de consultor externo para análise e parecer, possível preenchimento do antigo emboque do túnel”.

20.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO - EMBOQUE

20.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 20-2 – Túnel Cuncas I – Vista aérea



Figura 20-3 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-4 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-5 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-6 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-7 – Túnel Cuncas I – Emboque

20.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 20-8 – Túnel Cuncas I – Vista aérea



Figura 20-9 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-10 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-11 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-12 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-13 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-14 – Túnel Cuncas I – Emboque



Figura 20-15 – Túnel Cuncas I – Emboque

20.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO - DESEMOQUE

20.4.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 20-16 – Túnel Cuncas I – Vista aérea



Figura 20-17 – Túnel Cuncas I – Desemboque



Figura 20-18 – Túnel Cuncas I – Desemboque



Figura 20-19 – Túnel Cuncas I – Desemboque

20.4.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 20-20 – Túnel Cuncas I – Vista aérea



Figura 20-21 – Túnel Cuncas I – Desemboque



Figura 20-22 – Túnel Cuncas I – Desemboque



Figura 20-23 – Túnel Cuncas I – Desemboque

21. TÚNEL CUNCAS II (WBS 1420)

Foram construídos dois túneis no Trecho II, túneis Cuncas I e Cuncas II, ambos dimensionados para o escoamento da mesma vazão, de 83,73 m³/s, resultando a mesma seção para ambos, que corresponde a um arco retângulo com 9,10 m de largura e a mesma dimensão na altura. O túnel Cuncas II está localizado entre as Barragens Boa Vista e Caiçara, no Trecho II do Eixo Norte, aproximadamente no quilometro 110 desse trecho.

O túnel Cuncas II tem 4,060 km de extensão, sem revestimento, conforme os estudos e proposições do Projeto Básico. O escoamento da água através dos túneis Cuncas I e II deverá ocorrer com velocidade média de 1,35 m/s e altura máxima da lâmina líquida de 75% da seção. Esses túneis, de importância fundamental no funcionamento do sistema adutor, são obras que pelas dimensões, características (escavado em rocha, sem revestimento) e finalidade (transporte de água funcionando em seção livre), compreendem os maiores do Brasil.



Figura 21-1 – Mapa de Localização – Túnel Cuncas II

Quadro 21.1 - Principais características do Túnel Cuncas II

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Cuncas II
Extensão	4.060 m ¹
Seção nominal	74 m ²
Cobertura máxima	160 m
VOLUME ESCAVADO	
1°, 2° e 3° categorias	106.769 m ³
Rocha	305.198 m ³
Declividade do fundo	0,0001 m/m
Volume de concreto para a camada de revestimento da base do túnel	7.280 m ³
LOCALIZAÇÃO	
Município	São José de Piranhas, Cajazeiras
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7° 4' 58.32" S, 38° 37' 0.17" O / 7° 2' 50.77" S, 38° 36' 31.48" O

Fonte: 1220-REL-1001-00-00-001-R04 - EN - T2 – Relatório Final dos Projetos Executivos.

¹ Distância conforme informações do Portal do PISF

21.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

Foi verificado reforço no emboque do Cuncas II com concreto projetado e grampos/tirantes monobarras.

Em geral verificou-se a integridade da estrutura com princípios de desgastes nas cabeças dos grampos/tirantes.

Observou-se que algumas cabeças dos grampos/tirantes não apresentavam o revestimento de proteção de concreto, devido ao efeito das intempéries, deixando a cunha metálica e trecho de barra exposto.

Foi observado que em alguns pontos a cunha metálica já não se encontrava mais no local e o revestimento de concreto estava com maior desgaste.

Em relação a visita feita em março 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Instalação dos guarda corpos no emboque do túnel;
- Início da operação hidráulica;
- Implementação de posto de vigia 24h no emboque;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

21.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

21.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

21.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019

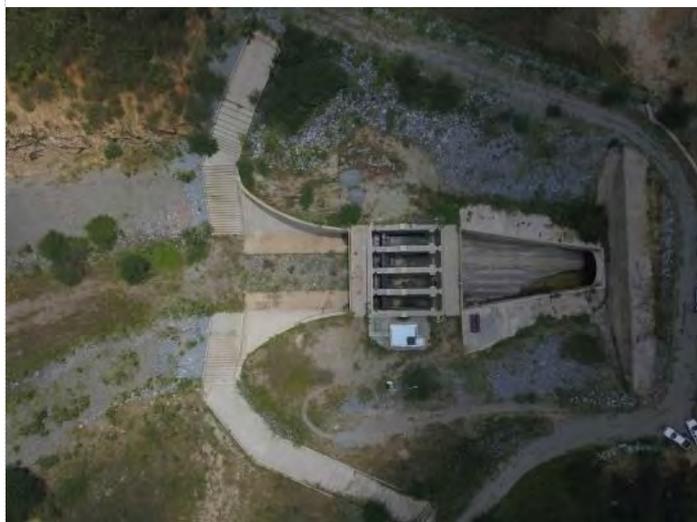


Figura 21-2 – Túnel Cuncas II – Vista aérea



Figura 21-3 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-4 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-5 – Túnel Cuncas II – Desemboque



Figura 21-6 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-7 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-8 – Túnel Cuncas II – Comporta



Figura 21-9 – Túnel Cuncas II – Casa de Comando

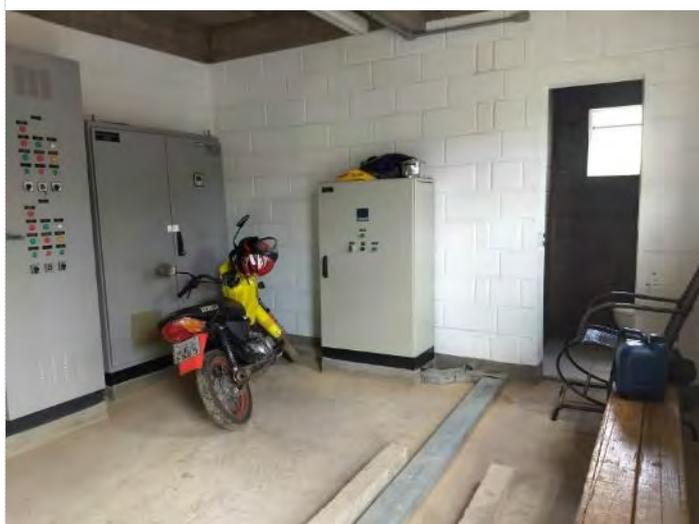


Figura 21-10 – Túnel Cuncas II – Casa de Comando



Figura 21-11 – Túnel Cuncas II – Viga pescadora

21.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 21-12 – Túnel Cuncas II – Vista aérea



Figura 21-13 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-14 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-15 – Túnel Cuncas II – Emboque

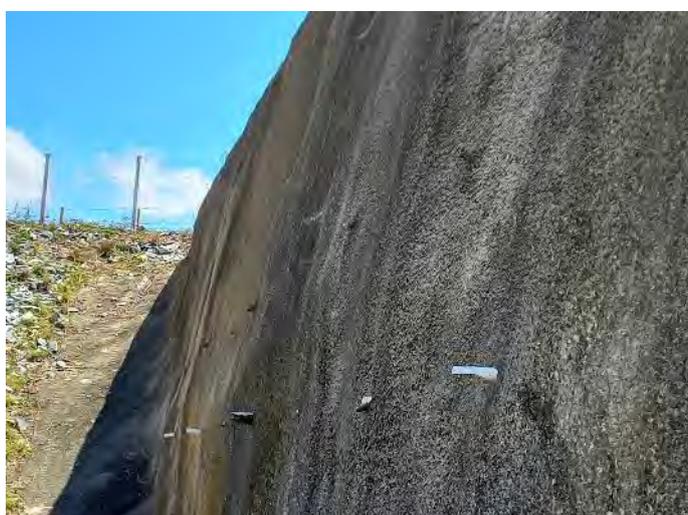


Figura 21-16 – Túnel Cuncas II – Emboque



Figura 21-17 – Túnel Cuncas II – Emboque

22. RÁPIDO ENTRE OS SEGMENTOS DE CANAL 1238 E 1241 (WBS 1382)

O Canal Rápido, com WBS 1382 tem extensão de 313 m, e está localizado entre o Segmento de Canal entre res. Caiçara e Rápido 1382, com WBS 1238 e o Segmento de Canal entre o Rápido 1382 e o Res. Eng. Ávidos, com WBS 1241.



Figura 22-1 – Mapa de Localização – Rápido entre os segmentos de Canal 1238 e 1241

Quadro 22.1 - Principais características do Rápido entre os segmentos de Canal 1238 e 1241 - Lote 7 - Trecho II

CARACTERÍSTICA	
Estaca Início	121.668
Estaca Fim	121.981
Extensão	313 m
Denominação oficial	Rápido entre os segmentos de Canal 1238 e 1241 - Lote 7 - Trecho II
LOCALIZAÇÃO	
Município	São José de Piranhas
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7° 2' 13.95" S, 38° 34' 12.46" O / 7° 2' 16.93" S, 38° 34' 3.24" O



Figura 22-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) - Rápido Entre os Segmentos de Canal 1238 e 1241.

22.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

O Canal Rápido foi concebido como uma alternativa ao projeto executivo original, que inicialmente previa a construção de um aqueduto e estrutura de captação de água para uma central hidrelétrica localizada no reservatório Engenheiro Ávidos. Como mencionado anteriormente, a viabilidade da central hidrelétrica não se concretizou, e, conseqüentemente, suas estruturas não foram executadas, resultando na implementação do Canal Rápido.

Foi observado que o Rápido conta com guarda corpos em todo o perímetro e grades de piso nas aberturas das comportas stop log, em bom estado de conservação.

As comportas stop log estavam armazenadas em suportes adequados, próximo ao canal.

Havia monovia metálica com talha elétrica instalada no local, em aparente bom estado de conservação.

A drenagem superficial aparentou estar em boas condições, porém em algumas regiões foi observado acúmulo de solo no local.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

22.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

22.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

22.3.1 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 22-3 – Canal Rápido – Vista aérea

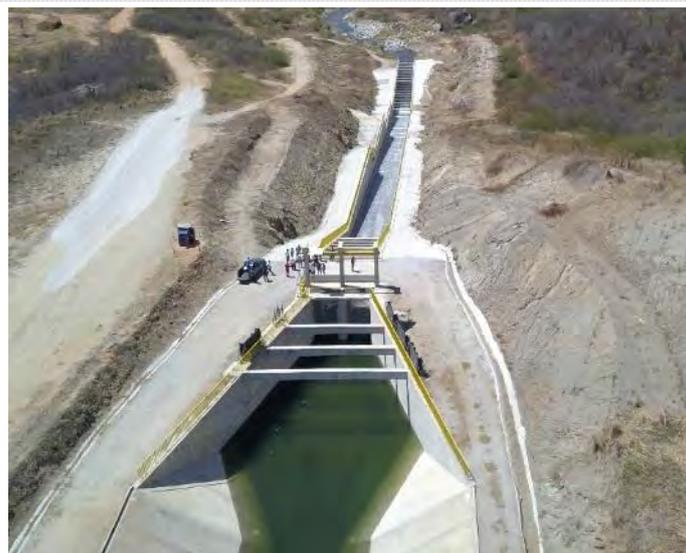


Figura 22-4 – Canal Rápido – Vista aérea



Figura 22-5 – Canal Rápido – Vista aérea

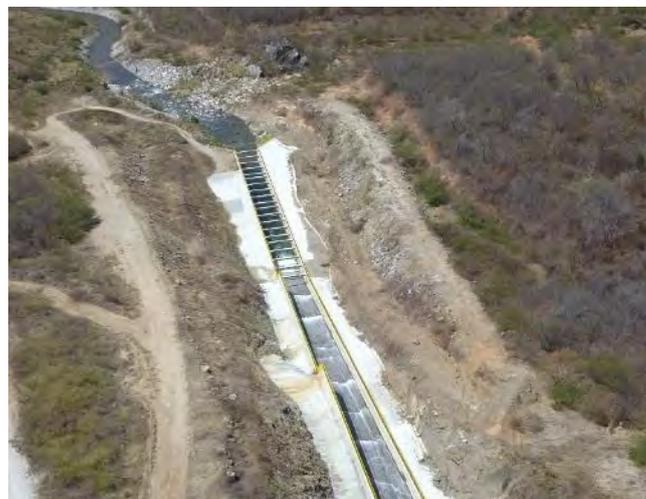


Figura 22-6 – Canal Rápido – Vista aérea

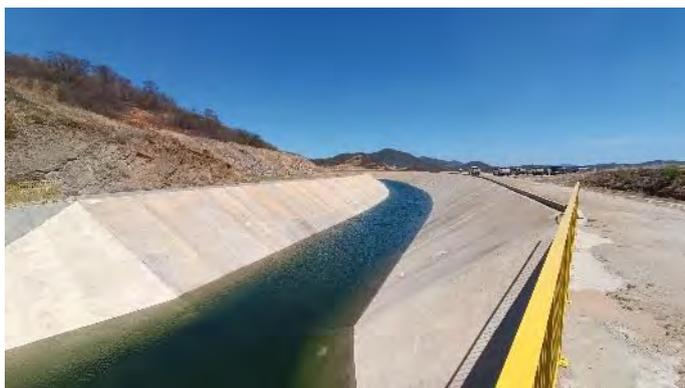


Figura 22-7 – Canal Rápido – Entrada



Figura 22-8 – Canal Rápido – Entrada



Figura 22-9 – Canal Rápido – Saída



Figura 22-10 – Canal Rápido – Talha Elétrica



Figura 22-11 – Canal Rápido – Viga Pescadora



Figura 22-12 – Canal Rápido – Saída

23. AQUEDUTO MARI (WBS 1307)

O Aqueduto Mari, com WBS 1307, tem extensão de 379 m e está localizado nas estacas E2005 à E2024, entre o Segmento de Canal CN05, com WBS1209, montante, e o Segmento de Canal CN06, com WBS 1210, jusante.



Figura 23-1 – Mapa de Localização – Aqueduto Mari

Quadro 23.1 - Principais características do Aqüeduto Mari

CARACTERÍSTICA	
Estaca Início	40.100
Estaca Fim	40.480
Extensão Total	379 m
Vazão Total	99 m ³ /s
Denominação oficial	Aqüeduto Mari
GEOMETRIA	
Largura	5,20 m
Altura	5,80 m
Nº de células (1ª Etapa)	1
Nº de células (2ª Etapa)	2
Comprimento	275,00 m
Altura Máxima dos Pilares	14,90 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cabrobó
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8° 19' 36.12" S, 39° 20' 52.40" O / 8° 19' 18.43" S, 39° 20' 43.10" O

Fonte: 1210-REL-1001-00-00-002-R05 - EN - T1 – Relatório Final dos Projetos Executivos.



Figura 23-2– Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2017) - Aqüeduto Mari.

23.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nos taludes. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem afetar a estabilidade do talude ou contenção.

Durante a visita foi possível constatar que o tramo direito do aqueduto estava completamente construído e em operação. No tramo esquerdo, observou-se que estavam executadas apenas as fundações, em conformidade com o planejamento estabelecido no projeto executivo.

Foi observado que algumas regiões na seção de montante do aqueduto passaram por tratamento de patologias.

Foram observadas surgências de pequena magnitude nos aterros de encontro de montante e jusante.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

23.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

23.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

23.3.1 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 23-3 – Aqueduto Mari



Figura 23-4 – Aqueduto Mari



Figura 23-5 – Aqueduto Mari



Figura 23-6 – Aqueduto Mari



Figura 23-7 – Aqueduto Mari



Figura 23-8 – Aqueduto Mari



Figura 23-9 – Aqueduto Mari



Figura 23-10 – Aqueduto Mari

24. GALERIA SOBRADINHO (WBS 1370)

A Galeria Sobradinho, com WBS 1370 tem extensão de 265 m e está localizado entre o Segmento de Canal 1233, com WBS1233, montante, e o Segmento de Canal 1234, com WBS 1234, jusante.



Figura 24-1 – Mapa de Localização – Galeria Sobradinho

Quadro 24.1 - Principais características da Galeria Sobradinho

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Galeria Sobradinho
Estaca Início	76.634
Estaca Fim	76.899
Extensão Total	265 m
Denominação oficial	Galeria Sobradinho
GEOMETRIA	
Largura	15,50 m
Altura	6,64 m
Comprimento	204,80 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Mauriti
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	7° 19' 1.10" S, 38° 39' 41.42" O / 7° 18' 53.93" S, 38° 39' 39.80" O



Figura 24-2- Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Galeria Sobradinho

24.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nos taludes. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem afetar a estabilidade do talude ou contenção.

A Galeria Sobradinho é composta por um conjunto de três galerias de concreto armado, sob uma camada de aterro compactado.

Por se tratar de uma estrutura que está submersa, não foi possível verificar o seu interior, e, portanto, a visita se restringiu a inspeção visual da parte externa, onde não foram identificadas pendências de grande porte.

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

24.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Até a data de emissão do presente relatório, o consórcio não foi informado sobre pendências nesta estrutura.

24.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

24.3.1 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 24-3 – Galeria Sobradinho – Vista aérea



Figura 24-4 – Galeria Sobradinho – Vista aérea



Figura 24-5 – Galeria Sobradinho – Vista aérea



Figura 24-6 – Galeria Sobradinho – Vista aérea

25. EBI-1 (WBS 1610)

A estação de bombeamento EBI-1 é composta por 8 (oito) condutos que interligam as descargas das bombas às estruturas de deságue a jusante. Na 1ª Etapa foram instaladas apenas as linhas correspondentes às 2 bombas adquiridas para essa mesma etapa.

O Trecho I é o trecho principal do Eixo Norte, onde estão localizadas as suas estações de bombeamento. Tem início no rio São Francisco, na cota 325 m, e está projetado para elevar a água (máximo de 99 m³/s no fim de plano e 24,75 m³/s na primeira fase) até aproximadamente a cota 494 m, num desnível de 169 m, ao longo de 141 km de canais, reservatórios, aquedutos e túnel.

A EBI-1 é a primeira estação de bombeamento desse trecho, tendo uma altura manométrica de 35,52 m (N.A. normal) e uma tubulação de recalque composta por dois trechos retos principais de 2,3 m de diâmetro e 54 m de comprimento. O forebay de jusante ocupa uma área de 195 m por 63,6 m.

Conta com 2 conjuntos moto bombas – Bomba Sulzer modelo Bkn 2000-1800-1s/030, com motor síncrono 5.500 kW, Fabricante SULZER (bomba) e WEG (motor).

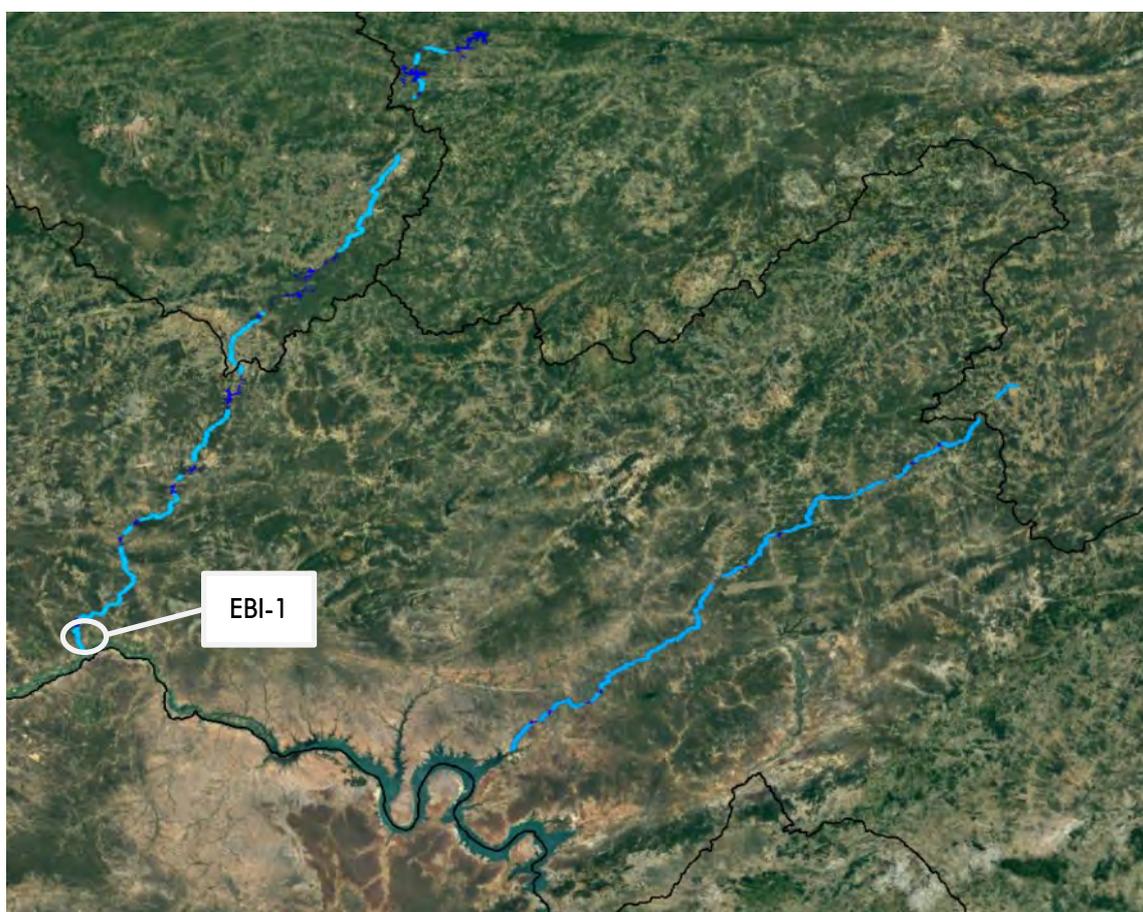


Figura 25-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – EBI-1

Quadro 25.1 - Principais características da EBI-1

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Estação de bombeamento EBI-1
Dimensões do forebay de montante	155 m de comprimento x 63,3 m de largura
Dimensões do forebay de jusante	195 m de comprimento x 63,3 m de largura
Nível de água mínimo - montante	329,33 m
Nível de água máximo - montante	329,33 m
Nível de água máximo - jusante	361,31 m
Dimensões da edificação	12,50 x 72,10 m
Cota da plataforma	331,60 m
Cota do fundo do poço	317,43 m
Elevação máxima da edificação	357,92 m
Cota de fundo do canal de montante	316,77 m
Cota de fundo do canal de jusante	351,90 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cabrobó
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8° 31' 32.93" S, 39° 27' 38.38" O
HIDROMECAÂNICA	
Tipo de bomba	Bomba Centrífuga Vertical
Altura manométrica	36,1 m
Fabricante	SULZER
Potência	5,036 MW
Vazão unitária	12,4 m ³ /S
Capacidade instalada	2 x 12,4 m ³ /s = 24,8 m ³ /s
Capacidade máxima	8 x 12,4 m ³ /s = 99,2 m ³ /s
Diâmetro da tubulação de adução	2.300 mm
Comprimento da tubulação de adução	54 m
ELÉTRICA	
Subestação alimentadora	SE-N1 - 230/6,9kV
Tipo de motor	Motor Síncrono Trifásico
Potência	5,5 MVA (5,5 MW)
Tensão	6,9 KV
Fator de potência	1,00
Rotação	300 RPM
Nº Polos	24
Fabricante	WEG



Figura 25-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) da EBI-1

25.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A estação de bombeamento conta com cercamento perimetral e vigilância 24h. Possui alimentação de água potável e sanitários.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nos taludes. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem afetar a estabilidade do talude ou contenção.

Não foi possível acessar o local de implantação da Estação de Tratamento de Água (ETA) e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e aferir seu correto funcionamento pois encontrava-se fechada, limitando a visita pelo lado de fora.

Os guarda corpos foram instalados nos *forebays* de jusante e montante da Estação de Bombeamento. No guarda corpo de montante foram encontrados sinais de oxidação próximos a base. Foi constatado que o guarda corpo apresenta um pequeno balanço, indicando sinais de má fixação.

O gerador está instalado adequadamente em casa de alvenaria fora do edifício da EB, com entrada e saída de ar voltadas para o lado de fora, tanque de combustível instalado em cubículo separado por parede, cabeamento anilhado, organizado e com bacia de contenção de óleo.

Foi verificada a correta instalação dos transformadores e cubículo, com a plaqueta de sinalização devidamente fixada.

A estação de bombeamento possui sistema de monitoramento por câmeras de segurança cobrindo a entrada principal e partes internas do edifício. Além disso, conta com iluminação externa através de postes e refletores.

O pórtico rolante externo e a ponte rolante interna, mediante inspeção visual, indicavam boas condições de conservação. O pórtico rolante externo apresenta alguns pontos de oxidação nos quadros elétricos e outros pequenos componentes.

Foram identificados pontos de oxidação nas comportas.

A estrutura de bombeamento está equipada com sistemas de detecção e alarme de incêndio, juntamente com um sistema de proteção e combate. Além disso, a edificação dispõe de extintores e sinalização. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Verificou-se que a maioria das massas metálicas, como escadas, bombas, leitos de cabos, eletrocalhas, painéis elétricos e tubulações encontram-se conectados a um condutor de cobre nu de 50 mm², para equipotencialização dos equipamentos e estruturas metálicas. Porém, os compressores, escada marinho e outras estruturas metálicas na região de descarregamento de equipamentos não se encontravam aterrados.

A instalação do SPDA aparentou estar em boas condições com as estruturas conservadas, porém os guarda corpos externos, tanto de montante quanto jusante, não possuem interconexão elétrica através de cabo de cobre nu.

As tubulações internas, mediante inspeção visual indicavam estar subdivididas de forma correta em relação a cores (cinzas, vermelhas, azuis e verdes). Algumas tubulações azuis e verdes não estão devidamente identificadas em pontos de uso (tubulação com válvula a 1,5 m de altura), onde é necessária identificação se o duto se encontra pressurizado.

Os quadros elétricos aparentaram estar conservados e instalados de forma correta, com cabos anilhados e organizados, com plaquetas de identificação tanto da especificação elétrica do painel quanto das botoeiras e sinalizações, além de aparentar pleno funcionamento dos comandos remotos.

Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10. Em pesquisa ao Portal do PISF foi possível verificar a existência dos estudos de curto-circuito e energia incidente.

A sala de painéis que se encontra ao lado da sala de operação, possui quatro climatizadores para manter a sala em temperatura ideal para operação. Essa condição auxilia também na refrigeração do banco de baterias instalado nessa sala.

As bombas não possuem sinais de vazamento e aparentam correto funcionamento.

A sala de operação possui software de monitoramento das bombas e de alguns reservatórios que aparentam estar em boas condições.

O canal de entrada, a montante da EBI-1 é executado em rocha. Foram identificados pontos de revestimento com concreto projetado em locais específicos.

Os taludes em torno da EBI-1 são taludes de rocha com revestimento de concreto projetado. Em geral apresenta-se íntegro, mas com alguns pontos de degradação.

No talude localizado ao lado do bloco de ancoragem da tubulação de adução foram identificados deslocamentos de blocos de rocha e presença de vegetação. Foi observado que partes do talude contam com revestimento de concreto projetado.

Observou-se drenagem íntegra e limpa.

Foi identificado água próximo aos blocos de ancoragem da tubulação de adução, indicando possibilidade de vazamento.

No canal de entrada da estação de bombeamento foi identificado presença de material flutuante, próximo a grade de entrada do poço de sucção das motobombas.

Em relação a visita feita em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Finalização das obras de implantação da EBI-1;
- Operação hidráulica;

Em linhas gerais, durante a visita não foram identificados problemas que afetem de maneira significativa a integridade das estruturas. Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

25.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

Substituição das Válvulas Quebra Vácuo do Deságue:

- “A válvula quebra vácuo é instalada em sifão integrante do sistema de recalque da estação de bombeamento, que objetiva a diminuição da altura manométrica e, conseqüentemente, diminuir a energia consumida no sistema”;
- “Em situação de paradas de emergência, em caso de parada por falta de energia ou por falha de algum equipamento que possa gerar qualquer situação de risco para o sistema de recalque, as válvulas borboletas motorizadas ficariam sem alimentação elétrica impedindo sua abertura para entrada de ar atmosférico, portanto, por questão de segurança operacional, a avaliação do documento supracitado recomendava instalação de dispositivos automáticos de abertura com sistema de fornecimento de energia elétrica autônomo (no break ou similar) ou substituição das válvulas borboletas motorizadas por válvulas de acionamento automático tipo ventosas”;
- “O arranjo da tubulação de recalque utilizando Válvulas Ventosas Tripla função é necessário para promover segurança ao sistema de bombeamento, abrindo a válvula e permitindo a entrada de ar na tubulação de recalque de forma automática, além disso promove a remoção de ar do conduto durante as partidas, de simples manutenção, sem ajustes e ferramentas especiais, este equipamento é de fundamental importância para a operação das estações de bombeamento. Por esse motivo, o documento supracitado recomendava adquirir e instalar válvulas borboletas motorizadas por válvulas de acionamento automático tipo ventosas”;

EBI-1 (WBS 1610) – Surgência do Forebay Jusante

- “Surgência inesperada no pê do aterro do Forebay de Jusante da EBI-1, como efeito se tem a limitação da cota operacional do canal; seria recomendável realizar campanha investigativa para localização da área avariada e posteriormente reparo dela”;
- “No passado parte desta área foi recuperada, porém seria necessário investigar para detectar a área exata que necessita de intervenção”;

EBI-1 (WBS 1610) – Manutenção dos Motores WEG - Serviço Garantia

- “Devido à baixa resistência de isolamento identificada no rotor dos motores da EBI01, houve manutenção pelo fabricante WEG nos anos de 2021 e 2022. O serviço se encontra parcialmente concluído, faltando a adequação das resistências de aquecimento e respectiva interligação no painel de acionamento (QDCA)”;
- “Previsão de conclusão março de 2023. Não deve causar impacto na operação”.

A respeito desta estação de bombeamento, o Relatório de andamento mensal das atividades de operação e manutenção mecânica e elétrica - 2217-RAN-1001-80-10-028-R00(agosto/2023), conclui que: “Na Estação de Bombeamento EBI-1 as duas MBs após manutenção em garantia dos rotores pelo Fabricante WEG, encontram-se disponíveis para operação desde março/23, entrando em operação em regime contínuo em 12 de julho/23. Ainda assim, encontra-se pendente atividade a ser executada pelo fabricante WEG, acerca da interligação elétrica definitiva das novas resistências de aquecimento dos dois motores. A referida atividade está condicionada ao fornecimento de materiais elétricos pelo Fabricante WEG com previsão de conclusão em setembro/23”. Registro fotográfico EBI-1

25.2.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 25-3 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-4 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-5 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-6 – EBI-1 – Vista aérea da captação



Figura 25-7 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-8 – EBI-1 – Forebay de Montante



Figura 25-9 – EBI-1 – Grades



Figura 25-10 – EBI-1 – Bombas instaladas



Figura 25-11 – EBI-1 – Sala de painéis elétricos



Figura 25-12 – EBI-1 – Equipamentos elétricos



Figura 25-13 – EBI-1 – Gaiola de trafos



Figura 25-14 – EBI-1 – Sala de comando



Figura 25-15 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-16 – EBI-1 – Forebay de Jusante



Figura 25-17 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio



Figura 25-18 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio



Figura 25-19 – EBI-1 – Forebay de Jusante



Figura 25-20 – EBI-1 – Adutoras de Recalque

25.2.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 25-21 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-22 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-23 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-24 – EBI-1 – Vista aérea da captação



Figura 25-25 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-26 – EBI-1 – Forebay de Montante



Figura 25-27 – EBI-1 – Fachada da Estação



Figura 25-28 – EBI-1 – Bombas instaladas



Figura 25-29 – EBI-1 – Sala de painéis elétricos



Figura 25-30 – EBI-1 – Equipamentos elétricos

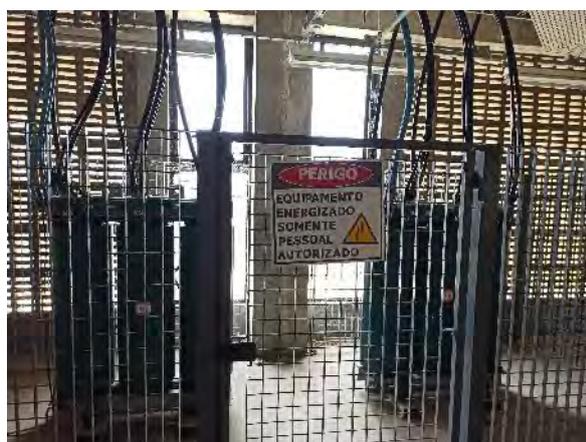


Figura 25-31 – EBI-1 – Gaiola de trafos



Figura 25-32 – EBI-1 – Sala de comando



Figura 25-33 – EBI-1 – Painéis de Média Tensão



Figura 25-34 – EBI-1 – Organização de Cabos entre Pavimentos



Figura 25-35 – EBI-1 – Vista aérea



Figura 25-36 – EBI-1 – Forebay de Jusante



Figura 25-37 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio

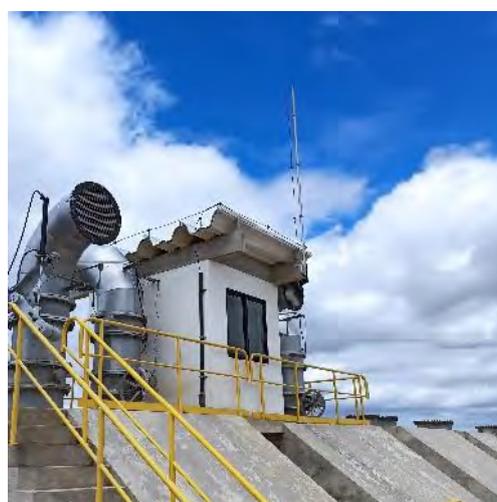


Figura 25-38 – EBI-1 – Chaminés de Equilíbrio



Figura 25-39 – EBI-1 – Forebay de Jusante



Figura 25-40 – EBI-1 – Adutoras de Recalque



Figura 25-41 – EBI-1 – Material suspenso no canal de entrada



Figura 25-42 – EBI-1 – Tubulação de recalque

25.3 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL EBI-1

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens K.8 a K.16 foram adicionados em 2023 e, portanto, não observados em 2019.

K	Edificação e Equipamentos	2019	2023
K.1	Foi observado sistema de detecção de incêndio	✓	✓
K.2	Foi observado sistema de proteção e combate a incêndio	x	✓
K.3	Foi observada gaiola dos trafos de média tensão adequada	✓	✓
K.4	Não foram observados painéis elétricos no térreo (adequado)	✓	✓
K.5	Motobombas livres do risco de serem atingidas pela água da chuva (sem lona)	✓	✓
K.6	Livre de assoreamento nos forebays de jusante	✓	✓
K.7	Guarda-corpo no entorno dos forebays de jusante e montante	x	✓
K.8	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
K.9	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
K.10	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
K.11	Massas metálicas aterradas	N.O.	x
K.12	Refrigeração da sala do banco de baterias	N.O.	✓
K.13	Bombas sem sinais de vazamento de água	N.O.	✓
K.14	Transformadores comissionados	N.O.	✓
K.15	Gerador comissionado	N.O.	✓
K.16	Compressor comissionado	N.O.	✓
L	Sistema viário de acesso	2019	2023
L.1	Talude do acesso devidamente protegido	✓	✓
L.2	Sistema de acesso com revestimento adequado	x	✓
L.3	Sistema de acesso com proteção lateral ou guarda-rodas	x	✓
L.4	Foi observada drenagem superficial adequada nos sistemas de acesso às edificações	x	✓
M	Tubulação de recalque	2019	2023
M.1	Tubulação de recalque envelopada/protegida adequadamente	✓	✓
M.2	Não apresenta armadura de espera da concretagem de segundo estágio nos forebays de jusante desprotegida	✓	✓
	Avanço físico	2019	2023
	Avanço físico informado pela Gerenciadora	99,7%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
O	Conclusão	2019	2023
O.1	Pendências relevantes à operação	Não	Sim

26. EBI-2 (WBS 1620)

A estação de bombeamento EBI-2 é composta por 4 (quatro) condutos que interligam as descargas das bombas às estruturas de deságue a jusante. Na 1ª Etapa foram instaladas apenas as linhas correspondentes às 2 bombas adquiridas para essa etapa.

A EBI-2 é a segunda estação de bombeamento do Eixo Norte, deve bombear até 99 m³/s no fim de plano e 24,75 m³/s na primeira fase. Tem uma altura manométrica de 54,38 m (N.A. normal) e uma tubulação de recalque composta por 1 (um) trecho principal, com 200 m de comprimento e com diâmetro de 3.000 mm. O forebay de jusante ocupa uma área de 263 por 70 m.

Conta com 2 conjuntos moto bombas tipo SATURNE 50-2400, com motor síncrono 8.950 kW, Fabricante ALSTOM (bomba e motor).

Canal de acesso da EBI-2 é de corte em rocha e verificou-se que apresenta revestimento com concreto projetado em pontos específicos.

Verificou-se que os taludes em torno da EBI-2 são taludes de rocha com revestimento de concreto projetado pontuais, em geral não apresenta revestimento. Observou-se talude íntegro e em alguns pontos com vegetação de pequeno porte e processos de degradações pontuais de taludes em rocha.

Observou-se drenagem íntegra e limpa.



Figura 26-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – EBI-2

Quadro 26.1 - Principais características da EBI-2

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Estação de bombeamento EBI-2
Dimensões do forebay de montante	146 m de comprimento x 84,5 m de largura
Dimensões do forebay de jusante	263 m de comprimento x 70 m de largura
Nível de água máximo - montante	354,51 m
Dimensões da edificação	13,60 m x 92,60 m
Cota da plataforma	356,51 m
Cota do fundo do poço	343,27 m
Elevação máxima da edificação	385,01 m
Cota de fundo do canal de montante	341,77 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cabrobó
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8° 14' 20.56" S, 39° 20' 11.73" O
HIDROMECÂNICA	
Tipo de bomba	Bomba Centrífuga Vertical
Altura manométrica	58,52 m
Fabricante	SATURNE
Potência	8,95 MW
Vazão unitária	12,4 m ³ /S
Capacidade instalada	2 x 12,4 m ³ /s = 24,8 m ³ /s
Capacidade máxima	8 x 12,4 m ³ /s = 99,2 m ³ /s
Diâmetro da tubulação de adução	3.000 mm
Comprimento da tubulação de adução	200 m
ELÉTRICA	
Subestação alimentadora	SE-N2 - 230/6,9kV
Tipo de motor	Motor Síncrono Trifásico
Potência	8,95 MVA (8,95 MW)
Tensão	6,9 KV
Fator de potência	1,00
Rotação	360 RPM
Nº Polos	20
Fabricante	Alstom



Figura 26-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2017) da EBI-2

26.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A estação de bombeamento conta com cercamento perimetral e vigilância 24h. Possui alimentação de água potável e sanitários.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nos taludes. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem afetar a estabilidade do talude ou contenção.

Foram identificadas trincas na região superior dos pilares que ficam dentro do canal de entrada e servem de suporte para as grades do poço de sucção das motobombas.

As estações de tratamento de água e esgoto (ETA e ETE) aparentam estar em bom funcionamento.

Durante a visita foi possível observar que alguns pontos na fachada de montante da estação de bombeamento estavam molhados por conta do dreno dos climatizadores não estar canalizado.

No guarda corpo de montante foram encontrados sinais de oxidação próximos a base. Foi constatado que o guarda corpo apresenta um pequeno balanço, indicando sinais de má fixação.

O gerador está instalado adequadamente em casa de alvenaria fora do edifício da EB, com entrada e saída de ar voltadas para o lado de fora, tanque de combustível instalado em cubículo separado por parede, cabeamento anilhado, organizado e com bacia de contenção de óleo.

Foi verificada a correta instalação dos transformadores e cubículo, com a plaqueta de sinalização devidamente fixada.

A estação de bombeamento possui sistema de monitoramento por câmeras de segurança cobrindo a entrada principal e partes internas do edifício. Além disso, a estrutura conta com iluminação externa através de postes e refletores.

O pórtico rolante externo e a ponte rolante interna, mediante inspeção visual, indicavam boas condições de conservação.

A estrutura de bombeamento está equipada com sistemas de detecção e alarme de incêndio, juntamente com um sistema de proteção e combate. Além disso, a edificação dispõe de extintores e sinalização. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Foi possível notar que a maioria das massas metálicas, como escadas, bombas, leitos de cabos, eletrocalhas, painéis elétricos e tubulações encontram-se conectados a um condutor de cobre nu de 50 mm², que serve para equipotencialização dos equipamentos e estruturas metálicas. Porém, o corrimão das escadas não se encontrava aterrado.

A instalação do SPDA aparentou estar em boas condições com as estruturas conservadas, porém os guarda corpos externos, tanto de montante quanto jusante, não possuem interconexão elétrica através de cabo de cobre nu.

As tubulações internas, mediante inspeção visual indicavam estar subdivididas de forma correta em relação a cores (cinzas, vermelhas, azuis e verdes). Algumas tubulações azuis e verdes não estão devidamente identificadas em pontos de uso (tubulação com válvula a 1,5 m de altura), pois apresentam a identificação do pressurizado, mas sem a utilização de plaqueta apropriada.

Os quadros elétricos aparentaram estar conservados e instalados de forma correta, com cabos anilhados e organizados, com plaquetas de identificação tanto da especificação elétrica do painel quanto das botoeiras e sinalizações, além de aparentar pleno funcionamento dos comandos remotos.

Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10. Em pesquisa ao Portal do PISF foi possível verificar a existência dos estudos de curto-circuito e energia incidente.

A sala de painéis que se encontra ao lado da sala de operação, possui quatro climatizadores para manter a sala em temperatura ideal para operação. Essa condição auxilia também na refrigeração do banco de baterias instalado nessa sala.

Durante a visita notou-se que a bomba MB02 possui sinais de vazamento. Além disso, a tubulação de recalque das bombas possui vazamento de água próximo do bloco de ancoragem.

O canal do forebay de montante da EBI-2 é executado em rocha. Foram identificados pontos de revestimento com concreto projetado em locais específicos.

Os taludes em torno da EBI-2, são taludes de rocha com revestimento de concreto projetado em alguns locais. Em geral apresenta-se íntegro, mas com alguns pontos de degradação. Verificou-se presença de vegetação em alguns taludes

Observou-se drenagem íntegra e limpa.

Durante a visita foi observada a presença de uma trinca longitudinal no interior da estação de bombeamento. Foi informado ao consórcio que a resolução desta patologia faz parte da lista de pendências do MIDR e tão logo será resolvida.

Em relação a visita feita em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Operação hidráulica;

Conforme descrito anteriormente, há situações que precisam ser dirimidas para que a estrutura esteja em plenas condições operacionais, porém, estas não impedem a passagem de água pela estrutura.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

26.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

EBI-2 (WBS 1620) - Substituição das Válvulas Quebra Vácuo do Deságue

- “A válvula quebra vácuo é instalada em sifão integrante do sistema de recalque da estação de bombeamento, que objetiva a diminuição da altura manométrica e, conseqüentemente, diminuir a energia consumida no sistema”;
- “Em situação de paradas de emergência, em caso de parada por falta de energia ou por falha de algum equipamento que possa gerar qualquer situação de risco para o sistema de recalque, as válvulas borboletas motorizadas ficariam sem alimentação elétrica impedindo sua abertura para entrada de ar atmosférico, portanto, por questão de segurança operacional, é recomendado instalação de dispositivos automáticos de abertura com sistema de fornecimento de energia elétrica autônomo (no break ou similar) ou substituição das válvulas borboletas motorizadas por válvulas de acionamento automático tipo ventosas”;
- “O arranjo da tubulação de recalque utilizando Válvulas Ventosas Tripla função é necessário para promover segurança ao sistema de bombeamento, abrindo a válvula e permitindo a entrada de ar na tubulação de recalque de forma automática, além disso promove a remoção de ar do conduto durante as partidas, de simples manutenção, sem ajustes e ferramentas especiais, este equipamento é de fundamental importância para a operação das estações de bombeamento. Logo, é recomendado adquirir e instalar válvulas borboletas motorizadas por válvulas de acionamento automático tipo ventosas”;

EBI-2 (WBS 1620) - Válvula Borboleta de Operação (Triexcêntrica)

- “Devido indícios de defeito nas válvulas borboleta de operação Hydrostec das EBI02 e EBI03 em 2020, houve a aquisição pelo MDR de quatro novas válvulas para substituição nas motobombas. As válvulas borboletas tri-excêntricas do fabricante DURCON, foram fornecidas pelo Consórcio Ferreira Guedes em maio/2021. Devido torque resistente no eixo, houve falha na abertura das válvulas tri-excêntricas em novembro/21, assim, entraram em processo de manutenção em garantia na fábrica a partir de junho/22. Duas das válvulas foram reparadas e reinstaladas em dezembro/22 e as outras duas tinham previsão de conclusão para maio/23. Não há informação mais recente a este respeito”.

A respeito desta estação de bombeamento, o Relatório de andamento mensal das atividades de operação e manutenção mecânica e elétrica - 2217-RAN-1001-80-10-028-R00(agosto/2023), conclui que: “Na Estação de Bombeamento EBI-2 as duas MBs encontram-se disponíveis para operação, com a EB entrando em operação em regime contínuo em 10 de julho/23. Verificou-se a conclusão dos serviços de manutenção em garantia das válvulas de operação pelo fornecedor Ferreira Guedes / Durcon. Restando somente análise, prevista para setembro/23, do cilindro originalmente instalado na válvula de operação da MB02 que apresentou anomalia no processo de reposição”.

26.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO EBI-2

26.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 26-3 – EBI-2 – Vista aérea



Figura 26-4 – EBI-2 – Vista aérea



Figura 26-5 – EBI-2 – Forebay de Jusante



Figura 26-6 – EBI-2 – Vista aérea



Figura 26-7 – EBI-2 – Exterior do edifício

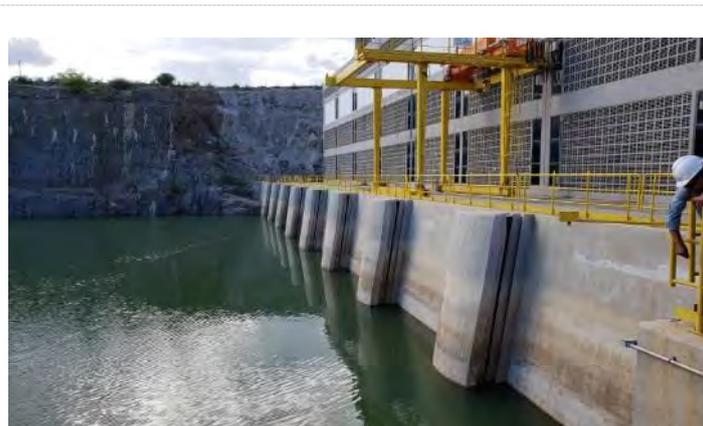


Figura 26-8 – EBI-2 – Forebay montante



Figura 26-9 – EBI-2 – Acesso ao Edifício



Figura 26-10 – EBI-2 – Viga pescadora



Figura 26-11 – EBI-2 – ETA e ETE



Figura 26-12 – EBI-2 – ETA e ETE



Figura 26-13 – EBI-2 – Gaiola de trafos



Figura 26-14 – EBI-2 – Sala elétrica



Figura 26-15 – EBI-2 – Cj. Moto-bomba instalado



Figura 26-16 – EBI-2 –Equipamentos elétricos



Figura 26-17 – EBI-2 – Sala de controle



Figura 26-18 – EBI-2 – Sala de controle



Figura 26-19 – EBI-2 – Vista aérea (jusante)



Figura 26-20 – EBI-2 – Vista aérea (conduto)

26.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 26-21 – EBI-2 – Vista aérea



Figura 26-22 – EBI-2 – Vista aérea



Figura 26-23 – EBI-2 – Forebay de Jusante



Figura 26-24 – EBI-2 – Vista aérea



Figura 26-25 – EBI-2 – Exterior do edifício



Figura 26-26 – EBI-2 – Forebay montante



Figura 26-27 – EBI-2 – Acesso ao Edifício



Figura 26-28 – EBI-2 – Viga pescadora



Figura 26-29 – EBI-2 – ETA e ETE



Figura 26-30 – EBI-2 – ETA



Figura 26-31 – EBI-2 – ETE



Figura 26-32 – EBI-2 – Casa de Comando do Gerador a Diesel



Figura 26-33 – EBI-2 – Rachadura piso junto a Comportas

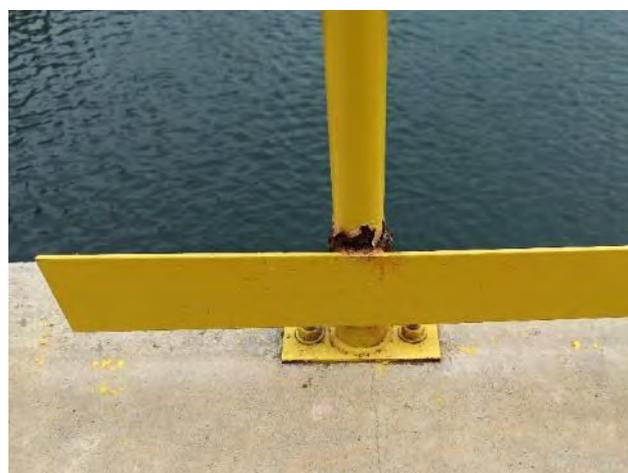


Figura 26-34 – EBI-2 – Ferrugem nos Guarda Corpos



Figura 26-35 – EBI-2 – Vazamento MB02



Figura 26-36 – EBI-2 – Gaiola dos Transformadores



Figura 26-37 – EBI-2 – Cj. Moto-bomba instalado



Figura 26-38 – EBI-2 – Equipamentos elétricos



Figura 26-39 – EBI-2 – Banco de Baterias



Figura 26-40 – EBI-2 – Sala de controle



Figura 26-41 – EBI-2 – Vista aérea (jusante)



Figura 26-42 – EBI-2 – Vista aérea do local de vazamento do conduto

26.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL EBI-2

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens K.8 a K.16 foram adicionados em 2023 e, portanto, não observados em 2019.

K	Edificação e Equipamentos	2019	2023
K.1	Foi observado sistema de detecção de incêndio	✓	✓
K.2	Foi observado sistema de proteção e combate a incêndio	x	✓
K.3	Foi observada gaiola dos trafos de média tensão adequada	✓	✓
K.4	Não foram observados painéis elétricos no térreo (adequado)	✓	✓
K.5	Motobombas livres do risco de serem atingidas pela água da chuva (sem lona)	✓	✓
K.6	Livre de assoreamento nos forebays de jusante	✓	✓
K.7	Guarda-corpo no entorno dos forebays de jusante e montante	✓	✓
K.8	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
K.9	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
K.10	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
K.11	Massas metálicas aterradas	N.O.	x
K.12	Refrigeração da sala do banco de baterias	N.O.	✓
K.13	Bombas sem sinais de vazamento de água	N.O.	x
K.14	Transformadores comissionados	N.O.	✓
K.15	Gerador comissionado	N.O.	✓
K.16	Compressor comissionado	N.O.	✓
L	Sistema viário de acesso	2019	2023
L.1	Talude do acesso devidamente protegido	✓	✓
L.2	Sistema de acesso com revestimento adequado	x	✓
L.3	Sistema de acesso com proteção lateral ou guarda-rodas	x	✓
L.4	Foi observada drenagem superficial adequada nos sistemas de acesso às edificações	x	✓
M	Tubulação de recalque	2019	2023
M.1	Tubulação de recalque envelopada/protegida adequadamente	✓	✓
M.2	Não apresenta armadura de espera da concretagem de segundo estágio nos forebays de jusante desprotegida	✓	✓
	Avanço físico	2019	2023
	Avanço físico informado pela Gerenciadora	99,7%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
O	Conclusão	2019	2023
O.1	Pendências relevantes à operação	Sim	Não

27. EBI-3 (WBS 1630)

A estação de bombeamento EBI-3 é composta por 4 (quatro) condutos que interligam as descargas das bombas às estruturas de deságue a jusante. Na 1ª Etapa foram instaladas apenas as linhas correspondentes às 2 bombas adquiridas para essa etapa.

A EBI-3 é a terceira estação de bombeamento do Eixo Norte, deve bombear até 89 m³/s no fim de plano e 22,25 m³/s na primeira fase. Tem uma altura manométrica de 88,60 m (N.A. normal) e uma tubulação de recalque composta por 1 (um) trecho principal, com 360 m de comprimento e com diâmetro de 2.900 mm. O forebay de jusante ocupa uma área de 191 m por 35 m.

Conta com 2 conjuntos moto bombas tipo SATURNE 60-1900, com motor síncrono 12.660 kW, Fabricante ALSTOM (bomba e motor).

Canal de acesso da EBI-3 é de corte em rocha e verificou-se que apresenta revestimento com concreto projetado em pontos específicos.

Os taludes em torno da EBI-3, são taludes de rocha com revestimento de concreto projetado. Em geral apresenta-se íntegro. Observou-se que em alguns pontos iniciou processo de degradação.

Na lateral das estruturas de apoio para a subida da água, o revestimento encontra-se com acabamento parcial ou sem revestimento, onde apresenta alguns deslocamentos de blocos de rocha e vegetação.

Observou-se drenagem íntegra e limpa.



Figura 27-1 – Mapa de Localização (imagem satélite) – EBI-3

Quadro 27.1 - Principais características da EBI-3

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Estação de bombeamento EBI-3
Dimensões do forebay de montante	276 m de comprimento x 70 m de largura
Dimensões do forebay de jusante	191 m de comprimento x 35 m de largura
Nível de água máximo - montante	354,51 m
Dimensões da edificação	13,60 m x 92,60 m
Cota da plataforma	407,51 m
Cota do fundo do poço	393,96 m
Elevação máxima da edificação	436,01 m
Cota de fundo do canal de montante	393,30 m
Cota de fundo do canal de jusante	487,44 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Salgueiro
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas	8° 6' 12.14" S, 39° 12' 5.72" O
HIDROMECÂNICA	
Tipo de bomba	Bomba Centrífuga Vertical
Altura manométrica	93,63 m
Fabricante	SATURNE
Potência	12,66 MW
Vazão unitária	11,1 m ³ /s
Capacidade instalada	2 x 11,1 m ³ /s = 22,2 m ³ /s
Capacidade máxima	8 x 11,1 m ³ /s = 88,8 m ³ /s
Diâmetro da tubulação de adução	2.900 mm
Comprimento da tubulação de adução	360 m
ELÉTRICA	
Subestação alimentadora	SE-N3 - 230/6,9kV
Tipo de motor	Motor Síncrono Trifásico
Potência	12,6 MVA (12,6 MW)
Tensão	6,9 KV
Fator de potência	1,00
Rotação	360 RPM
Nº Polos	20
Fabricante	Alstom



Figura 27-2 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2022) da EBI-3

27.1 OBSERVAÇÕES DA VISITA DE CAMPO DE AGOSTO DE 2023

A estação de bombeamento conta com cercamento perimetral e vigilância 24h. Possui alimentação de água potável e sanitários. Durante a visita foi possível constatar que as divisórias internas do sanitário masculino não estavam bem fixadas e apresentavam instabilidade.

Notou-se a existência de vegetação de pequeno porte e baixa densidade nos taludes. Quando não controlada, a vegetação excessiva no maciço pode gerar caminhos preferenciais de percolação d'água e suas raízes podem afetar a estabilidade do talude ou contenção.

Durante a visita verificou-se que a conexão entre a motobomba MBO2 e a tubulação de adução não estava completamente instalada.

Não foi possível acessar o local de implantação da Estação de Tratamento de Água (ETA) e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e aferir seu correto funcionamento pois encontrava-se fechada, limitando a visita pelo lado de fora.

No guarda corpo de montante foram encontrados sinais de oxidação próximos a base. Foi constatado que o guarda corpo apresenta um pequeno balanço, indicando sinais de má fixação.

O gerador está instalado adequadamente em casa de alvenaria fora do edifício da EB, com entrada e saída de ar voltadas para o lado de fora, tanque de combustível instalado em cubículo separado por parede, cabeamento anilhado, organizado e com bacia de contenção de óleo.

Foi verificada a correta instalação dos transformadores e cubículo, com a plaqueta de sinalização devidamente fixada.

A estação de bombeamento possui sistema de monitoramento por câmeras de segurança cobrindo a entrada principal e partes internas do edifício. Além disso, a estrutura conta com iluminação externa através de postes e refletores.

O pórtico rolante externo e a ponte rolante interna, mediante inspeção visual, indicavam boas condições de conservação.

A estrutura de bombeamento está equipada com sistemas de detecção e alarme de incêndio, juntamente com um sistema de proteção e combate. Além disso, a edificação dispõe de extintores e sinalização. Desconhece-se a situação de aprovação nos respectivos corpos de bombeiros, dada a falta de evidência de AVCB ou processo similar na informação disponibilizada pelo MIDR.

Foi possível notar que a maioria das massas metálicas, como escadas, bombas, leitos de cabos, eletrocalhas, painéis elétricos e tubulações encontram-se conectados a um condutor de cobre nu de 50 mm², que serve para equipotencialização dos equipamentos e estruturas metálicas. Porém, os compressores, escada marinho e outras estruturas metálicas na sala de descarregamento de equipamentos não se encontravam aterrados.

A instalação do SPDA aparenta estar em boas condições com as estruturas conservadas, e diferente das outras EB, os guarda corpos externos, tanto a montante quanto a jusante da estação de bombeamento, possuem interconexão elétrica através de cabo de cobre nu.

As tubulações internas, mediante inspeção visual indicavam estar subdivididas de forma correta em relação a cores (cinzas, vermelhas, azuis e verdes). Algumas tubulações azuis e verdes não estão devidamente identificadas em pontos de uso (tubulação com válvula a 1,5 m de altura), pois apresentam a identificação do pressurizado, mas sem a utilização de plaqueta apropriada.

Os quadros elétricos aparentaram estar conservados e instalados de forma correta, com cabos anilhados e organizados, com plaquetas de identificação, tanto da especificação elétrica do painel quanto das botoeiras e sinalizações, além de aparentar pleno funcionamento dos comandos remotos.

Apesar da advertência sobre o "Risco de Choque Elétrico" nos painéis elétricos, não há indícios de um estudo sobre curto-circuito e energia incidente. Essa constatação decorre da ausência de uma etiqueta informativa nos painéis, a qual deveria indicar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários, juntamente com o nível adequado de isolamento, a equipe capacitada para manuseio, e outros requisitos estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR10. Em pesquisa ao Portal do PISF foi possível verificar a existência dos estudos de curto-circuito e energia incidente.

A sala de painéis que se encontra ao lado da sala de operação, possui quatro climatizadores para manter a sala em temperatura ideal para operação. Essa condição auxilia também na refrigeração do banco de baterias instalado nessa sala.

Está instalado na sala de controle da EBI-3 o Núcleo de Controle Operacional (NCO), de onde é possível monitorar as estruturas do Eixo Norte. Atualmente somente o Trecho 1 do Eixo Norte encontra-se totalmente energizado e em comunicação com o NCO. O sistema utilizado para monitorar, supervisionar e controlar as variáveis e os dispositivos é um software supervisor tipo SCADA.

O canal de entrada, a montante da EBI-3 é executado em rocha. Foram identificados pontos de revestimento com concreto projetado em locais específicos.

Os taludes em torno da EBI-3, são taludes de rocha com revestimento de concreto projetado. Em geral apresenta-se íntegro, mas com alguns pontos de degradação.

No talude localizado ao lado do bloco de ancoragem da tubulação de adução foram identificados deslocamentos de blocos de rocha e presença de vegetação. Foi observado que partes do talude contam com revestimento de concreto projetado.

Observou-se drenagem íntegra e limpa.

Em relação a visita feita em março de 2019, verificou-se a seguinte evolução no estado do equipamento:

- Finalização das obras de implantação da EBI-1;
- Operação hidráulica;

A EBI-3 encontra-se em condições parciais de operação, pois possibilita que seja aduzido certo volume de água para os reservatórios a jusante e permite funcionamento dos conjuntos de motobomba. Porém, conforme relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF, existem pendências a serem resolvidas para a plena operação da estação de bombeamento.

Segundo informações, as pendências serão sanadas de acordo com o que está estabelecido no Tomo V.

27.2 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

As pendências relacionadas no relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023 referente a esta estrutura foram:

EBI-3 (WBS 1630) - Substituição das Válvulas Quebra Vácuo do Deságue

- “A válvula quebra vácuo é instalada em sifão integrante do sistema de recalque da estação de bombeamento, que objetiva a diminuição da altura manométrica e, conseqüentemente, diminui a energia consumida no sistema”;
- “Em situação de paradas de emergência, em caso de parada por falta de energia ou por falha de algum equipamento que possa gerar qualquer situação de risco para o sistema de recalque, as válvulas borboletas motorizadas ficariam sem alimentação elétrica impedindo sua abertura para entrada de ar atmosférico, portanto, por questão de segurança operacional, é recomendado instalação de dispositivos automáticos de abertura com sistema de fornecimento de energia elétrica autônomo (no break ou similar) ou substituição das válvulas borboletas motorizadas por válvulas de acionamento automático tipo ventosas”;
- “O arranjo da tubulação de recalque utilizando Válvulas Ventosas Tripla função é necessário para promover segurança ao sistema de bombeamento, abrindo a válvula e permitindo a entrada de ar na tubulação de recalque de forma automática, além disso promove a remoção de ar do conduto durante as partidas, de simples manutenção, sem ajustes e ferramentas especiais, este equipamento é de fundamental importância para a operação das estações de bombeamento. Logo, é recomendado adquirir e instalar válvulas borboletas motorizadas por válvulas de acionamento automático tipo ventosas”.

EBI-3 (WBS 1630) - Válvula Borboleta de Operação (Triexcêntrica)

- “Devido indícios de defeito nas válvulas borboleta de operação Hydrostec das EBI02 e EBI03 em 2020, houve a aquisição pelo MDR de quatro novas válvulas para substituição nas motobombas. As válvulas

borboletas tri-excêntricas do fabricante DURCON, foram fornecidas pelo Consórcio Ferreira Guedes em maio/2021. Devido torque resistente no eixo, houve falha na abertura das válvulas tri-excêntricas em novembro/21, assim, entraram em processo de manutenção em garantia na fábrica a partir de junho/22. Duas das válvulas foram reparadas e reinstaladas em dezembro/22 e as outras duas tinham previsão de conclusão para maio/23. Não há informação mais recente a este respeito”.

EBI-3 (WBS 1630) - Movimentação do prédio, causando desalinhamento no conjunto motobomba - Manutenção dos Rolamentos da Motobomba

- “Operação atualmente interrompida, devido situação detalhada a seguir: Em 2019 foi identificada trinca localizada na Laje 407,51, permanecendo estável até setembro de 2022. Em 2022, foi detectado níveis de vibração anormais nos conjunto motobombas da EBI03. Com isso, constatou-se por meio de medição topográfica que a estação de bombeamento apresentaria um recalque diferencial em sua estrutura civil segundo o documento fornecido”;
- “A presença de ruído anormal e evolução do comportamento vibracional das motobombas da EBI03, imputou a decisão de interromper o bombeamento em 10/01/23, por medida preventiva pela integridade do conjunto motobomba e das equipes de Operação e Manutenção (O&M). Verificou-se na ocasião do desligamento que dentre os instrumentos da bomba, o indicador de vibração radial no sendo montante/jusante atingiu valores limítrofes conforme previsto pelo fabricante GE Hydro e pela Norma ISO 10816”;
- “Os resultados obtidos por medição vibracional e topografia corroboraram com a suspeita de deslocamento estrutural do prédio da EBI03 provocando torção na curva de recalque e desalinhamento do conduto de recalque das motobombas da ordem de 20 mm no trecho entre a curva de recalque e o bloco de ancoragem. Apesar das ações corretivas em 2022, o desalinhamento da tubulação afetou a verticalização do eixo da motobomba e com isso causou desgaste excessivo de componentes próximos ao rolamento do mancal da curva de recalque. Esse efeito foi percebido nas duas motobombas e por conseguinte será demandada manutenção corretiva para substituição das peças danificadas”;
- “Em decorrência das anomalias identificadas a Equipe de Eletromecânica do Eixo Norte vem sendo orientada pelo consultor Eng. Dr. José Paulo Grando, especialista em projetos hidromecânicos, desde outubro/22. Dessa forma, conseguiu implementar soluções corretivas que inclusive permitiram a retomada da operação no final do ano de 2022”;
- “O consultor Eng. Dr. Paulo Maffei recomendou a execução de campanha de investigação das condições do terreno sob a fundação da edificação, visto terem ocorrido dúvidas quanto a efetiva localização do maciço rochoso de fundação/material de reaterro empregado durante a obra do prédio da EBI03. A investigação consistiu numa campanha de sondagem em pontos relevantes na parte interna e externa da edificação”;
- “Previsão para entrega do relatório final pelo consultor Eng. Dr. Paulo Maffei, 30 de abril de 2023”;
- “A partir das análises iniciais, o Eng. Dr. Paulo Grando apresentou esboço da proposta de solução preliminar a operacionalização das motobombas da EBI03. Tal solução consiste em retornar o alinhamento do conduto por meio da suavização da tubulação a montante do bloco de ancoragem através de pequenos “gomos” de curva. Com isso, o conduto retornará para sua posição de alinhamento inicial, entretanto

considerando prazo mais extenso para a solução estrutural do prédio da EBI03, faz-se necessário que essa solução mecânica tenha um processo de ajustagem para os possíveis futuros recalques do prédio. Sob esse aspecto, será projetado dispositivo de apoio tipo sela regulável, com comportamento semelhante a um macaco mecânico, onde será possível realizar o realinhamento do conduto caso algum recalque venha acontecer a jusante da curva de recalque. Assim, para corroborar com esse levante mecânico, os furos dos flanges da junta travada serão redimensionados, para permitir o realinhamento nesse componente sem a necessidade de desmontar toda a tubulação entre a curva de recalque e o bloco de ancoragem”;

- “Previsão para entrega do relatório final pelo consultor Eng. Dr. Paulo Grando, 20 de março de 2023”;
- “Ressalta-se, que o plano de ação para operacionalização da EBI03 constituído primeiramente das adequações hidromecânicas, deve considerar implementação com brevidade da solução definitiva da estabilização da estrutura civil para que os serviços de alinhamento da motobomba e conduto sejam eficientes e duradouros”.

A respeito desta estação de bombeamento, o Relatório de andamento mensal das atividades de operação e manutenção mecânica e elétrica - 2217-RAN-1001-80-10-028-R00(agosto/2023), conclui que: “Na Estação de Bombeamento EBI-3 somente a MB01 encontra disponível para operação, visto conclusão dos serviços de manutenção em junho/23. Em detrimento da priorização das atividades de recuperação da MB01, os serviços de manutenção da motobomba, instalação da válvula de operação e implementação da adequação hidromecânica de alinhamento do conduto da MB02 foram suspensos. Devendo ser retomados conforme planejamento estratégico do MIDR, com base no levantamento apresentado por meio da correspondência COP-1603-C-271-23. Mediante avanço dos trabalhos de manutenção citados anteriormente a EBI03 entrou em operação no início de julho/23. A retomada da operação ocorreu em conformidade com o “Procedimento de Início de Operação da MB01 da EBI-3” submetido à apreciação do MIDR por meio da correspondência COP-1603-C-239-23. A partir de 13 de julho/23 a MB01 da EBI03 retomou a operação em regime especial e assim permaneceu no mês de agosto/23.”

27.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO EBI-3

27.3.1 VISITA EM MARÇO DE 2019



Figura 27-3 – EBI-3 – Vista aérea



Figura 27-4 – EBI-3 – Vista aérea



Figura 27-5 – EBI-3 – Vista aérea



Figura 27-6 – EBI-3 – Forebay de Montante



Figura 27-7 – EBI-3 – Vista aérea



Figura 27-8 – EBI-3 – Vista aérea



Figura 27-9 – EBI-3 – Forebay de Montante



Figura 27-10 – EBI-3 – Forebay de Montante



Figura 27-11 – EBI-3 – Adutora de Recalque



Figura 27-12 – EBI-3 – Área de manobras e banheiro químico



Figura 27-13 – EBI-3 – Adutora de Recalque



Figura 27-14 – EBI-3 – Edifício



Figura 27-15 – EBI-3 – Edifício



Figura 27-16 – EBI-3 – Edifício



Figura 27-17 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-18 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-19 – EBI-3 – Interior do Edifício

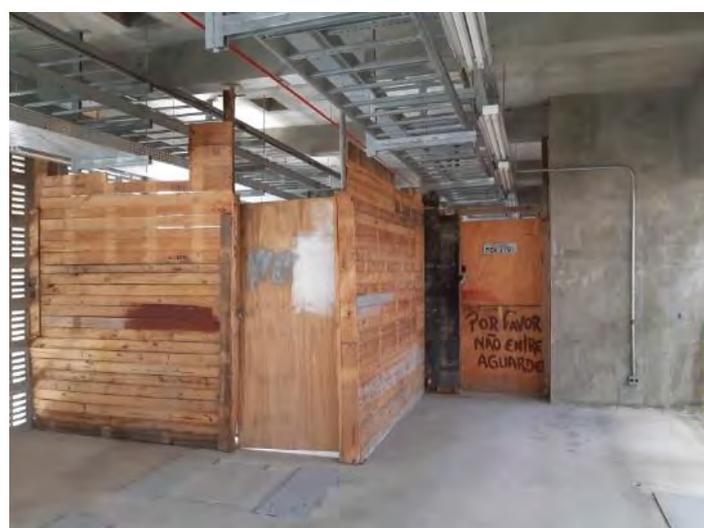


Figura 27-20 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-21 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-22 – EBI-3 – Interior do Edifício

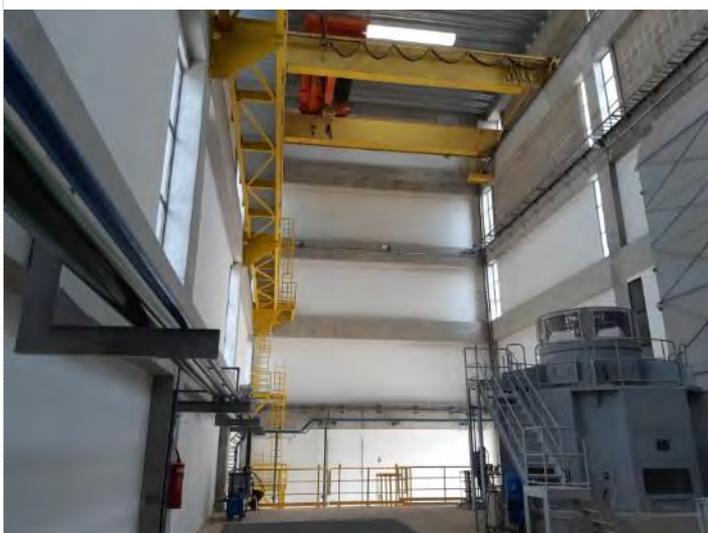


Figura 27-23 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-24 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-25 – EBI-3 – Bomba



Figura 27-26 – EBI-3 – Bomba



Figura 27-27 – EBI-3 – Bomba



Figura 27-28 – EBI-3 – Equipamentos hidromecânicos



Figura 27-29 – EBI-3 – Equipamentos elétricos



Figura 27-30 – EBI-3 – Equipamentos elétricos



Figura 27-31 – EBI-3 – Equipamentos elétricos



Figura 27-32 – EBI-3 – Chaminés de Equilíbrio



Figura 27-33 – EBI-3 – Forebay de Jusante

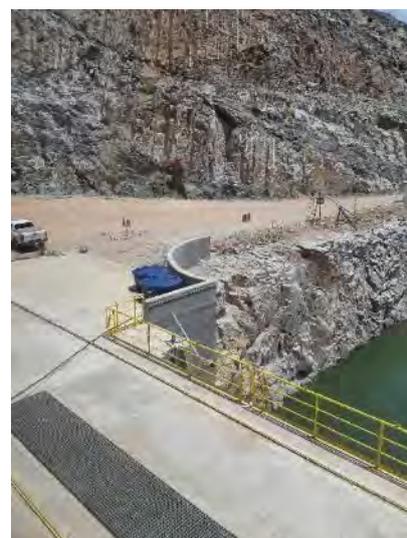


Figura 27-34 – EBI-3 – Abastecimento de água improvisado



Figura 27-35 – EBI-3 – Estrutura de concreto armado incompleta no arranque do conduto

27.3.2 VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 27-36 – EBI-3 – Vista do conduto



Figura 27-37 – EBI-3 – Vista Frontal do Edifício



Figura 27-38 – EBI-3 – Viga Pescadora

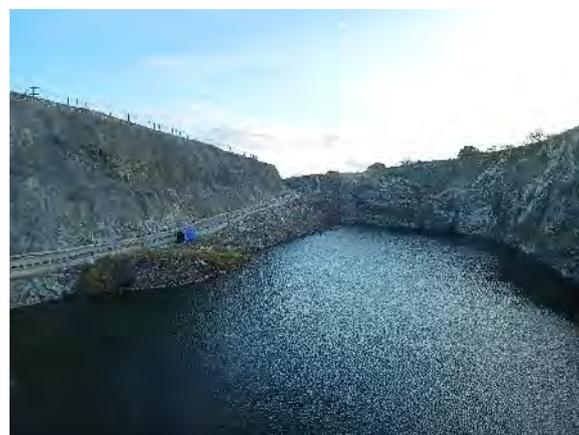


Figura 27-39 – EBI-3 – Forebay de Montante



Figura 27-40 – EBI-3 – Forebay de Jusante



Figura 27-41 – EBI-3 – Forebay de Jusante



Figura 27-42 – EBI-3 – Forebay de Montante



Figura 27-43 – EBI-3 – Forebay de Montante



Figura 27-44 – EBI-3 – Adutora de Recalque



Figura 27-45 – EBI-3 – Edifício



Figura 27-46 – EBI-3 – Casa de Comando do Gerador a Diesel



Figura 27-47 – EBI-3 – Edifício



Figura 27-48 – EBI-3 – Painéis de Média Tensão



Figura 27-49 – EBI-3 – Cabos em Eletroleitos



Figura 27-50 – EBI-3 – Banco de Baterias



Figura 27-51 – EBI-3 – Equipamentos Elétricos



Figura 27-52 – EBI-3 – Conduto MB-02 Desacoplado



Figura 27-53 – EBI-3 – Tubulação Pressurizada



Figura 27-54 – EBI-3 – Sala de Controle



Figura 27-55 – EBI-3 – Sala de Controle



Figura 27-56 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-57 – EBI-3 – Interior do Edifício



Figura 27-58 – EBI-3 – Bomba MB-01

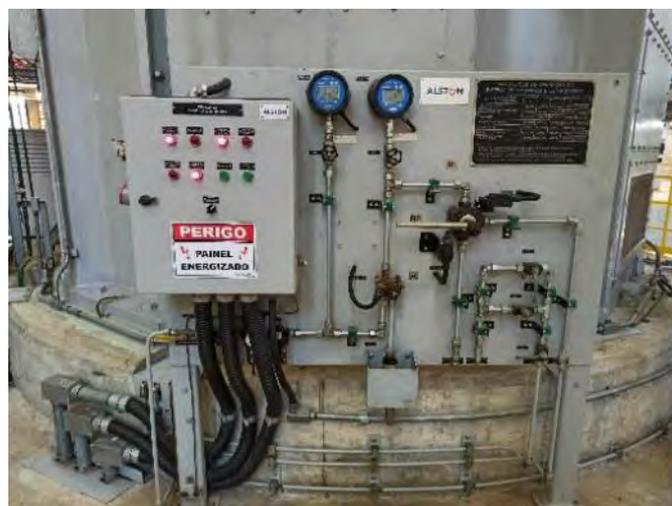


Figura 27-59 – EBI-3 – Equipamentos de Aferição



Figura 27-60 – EBI-3 – Bombas



Figura 27-61 – EBI-3 – Equipamentos hidromecânicos

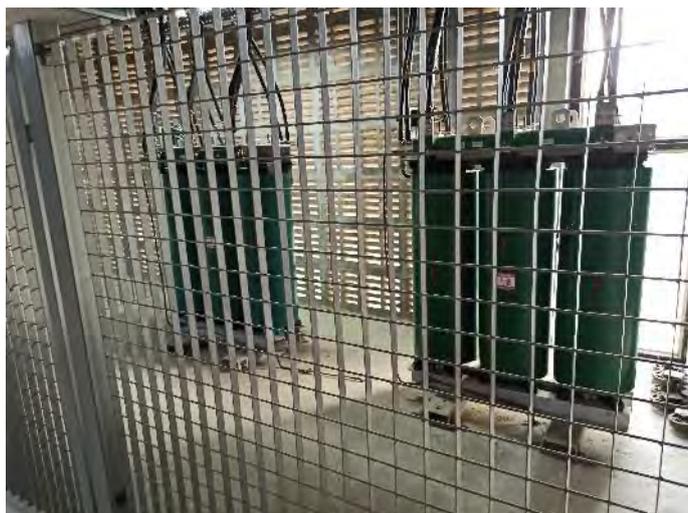


Figura 27-62 – EBI-3 – Gaiola dos Transformadores



Figura 27-63 – EBI-3 – Equipamentos elétricos



Figura 27-64 – EBI-3 – Compressores



Figura 27-65 – EBI-3 – Chaminés de Equilíbrio



Figura 27-66 – EBI-3 – Forebay de Jusante

27.4 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL EBI-3

As informações aqui apresentadas são baseadas em visitas feitas em 2019 e em 2023, complementadas por documentos recebidos pelo consórcio, enviados pela Gerenciadora do PISF.

As siglas N.O., N.A. e N.I. significam: Não observado, não aplicável e não inspecionado, respectivamente.

Nota 1: Não foi informado o avanço físico atual desta estrutura em particular, porém segundo documento relatório da Coordenação Geral de Obras e Fiscalização – CGOF de 27 de fevereiro de 2023, as obras de implantação da infraestrutura hídrica do Eixo Norte alcançaram 99,78%.

Nota 2: Os itens K.8 a K.16 foram adicionados em 2023 e, portanto, não observados em 2019.

K	Edificação e Equipamentos	2019	2023
K.1	Foi observado sistema de detecção de incêndio	✓	✓
K.2	Foi observado sistema de proteção e combate a incêndio	x	✓
K.3	Foi observada gaiola dos trafos de média tensão adequada	x	✓
K.4	Não foram observados painéis elétricos no térreo (adequado)	✓	✓
K.5	Motobombas livres do risco de serem atingidas pela água da chuva (sem lona)	✓	✓
K.6	Livre de assoreamento nos forebays de jusante	✓	✓
K.7	Guarda-corpo no entorno dos forebays de jusante e montante	✓	✓
K.8	Quadros elétricos aparentam estar em boas condições com cabos anilhados e organizados	N.O.	✓
K.9	Há plaquetas de alerta contra "Risco de Choque Elétrico"	N.O.	✓
K.10	Há indícios de estudo de curto-circuito e de energia incidente	N.O.	x
K.11	Massas metálicas aterradas	N.O.	x
K.12	Refrigeração da sala do banco de baterias	N.O.	✓
K.13	Bombas sem sinais de vazamento de água	N.O.	✓
K.14	Transformadores comissionados	N.O.	✓
K.15	Gerador comissionado	N.O.	✓
K.16	Compressor comissionado	N.O.	✓
L	Sistema viário de acesso	2019	2023
L.1	Talude do acesso devidamente protegido	✓	✓
L.2	Sistema de acesso com revestimento adequado	x	✓
L.3	Sistema de acesso com proteção lateral ou guarda-rodas	x	✓
L.4	Foi observada drenagem superficial adequada nos sistemas de acesso às edificações	x	✓
M	Tubulação de recalque	2019	2023
M.1	Tubulação de recalque envelopada/protegida adequadamente	✓	✓
M.2	Não apresenta armadura de espera da concretagem de segundo estágio nos forebays de jusante desprotegida	x	✓
	Avanço físico	2019	2023
	Avanço físico informado pela Gerenciadora	99,41%	Ver Nota 1
	Avanço físico informado pela Gerenciadora aparentemente verificado	✓	Ver Nota 1
O	Conclusão	2019	2023
O.1	Pendências relevantes à operação	Não	Sim

28. RAMAL DO APODI (TRECHO IV)

28.1 ESTADO DE EXECUÇÃO

Em setembro de 2023 o ramal do Apodi apresentava um avanço físico das obras de 28,76%. O contrato de N° 30/2021-MDR da execução foi assinado em junho de 2021 e está sendo executado pela Construtora Álya com previsão de conclusão para o final do 1º semestre de 2025.

O Ramal do Apodi se inicia na estrutura de controle na barragem Caiçara que fica localizada no estado da Paraíba, e se desenvolve pelos estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, numa extensão de 118,4 km, até alcançar o reservatório da barragem Angicos, situada no Rio Grande do Norte. O reservatório Caiçara conta com duas estruturas de controle das quais uma das estruturas de controle alimenta o Ramal Apodi, e futuramente o Ramal Salgado. A vazão transportada será de 40 m³/s até o km 30,2, de onde está prevista a derivação do Ramal do Salgado (Trecho III do PISF), que levará as águas para o estado do Ceará. Após essa derivação, a vazão será de 20 m³/s.

28.2 ESTRUTURAS DO RAMAL DO APODI

28.2.1 CANAIS

Os canais do Trecho IV têm extensão de 115 km, em 16 segmentos. Nos trechos onde a topografia é mais acidentada, foram projetadas travessias na forma de túneis, aquedutos e escadas.

Os canais foram projetados para a adução de vazão de 40 m³/s até o km 30,2, onde ocorre a derivação para o Trecho III, e segue no Trecho IV com 20 m³/s. Foram projetados com as seguintes características: canal trapezoidal escavado em solo e rocha ou construído em aterro, sendo executado com impermeabilização e proteção por placas de concreto.

28.2.1.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO – VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 28-1 – Execução de canal



Figura 28-2 – Execução de canal



Figura 28-3 – Drenos



Figura 28-4 – Execução de Bueiro



Figura 28-5 – Drenos



Figura 28-6 – Execução de canal



Figura 28-7 – Execução de galeria



Figura 28-8 – Execução de canal



Figura 28-10 – Frente de trabalho



Figura 28-9 – Exemplo de canteiro de obras

28.2.2 BARRAGEM TAMBOR (WBS 4102)

Em agosto de 2023, a barragem Tambor estava em construção e será a primeira do Trecho IV. Trata-se de uma barragem de terra com proteção de enrocamento.

O reservatório da barragem Tambor terá como função principal a regularização de vazão do sistema adutor dos Trechos III e IV. O Trecho seguinte do sistema adutor será alimentado pela estrutura de controle da barragem Tambor, localizada em continuação da ombreira esquerda da barragem. Essa estrutura corresponde a uma tomada d'água com comportas de segmento, no reservatório da barragem Tambor, e captará a vazão máxima de 40 m³/s, necessária para atender aos Trechos III e IV.

Durante a visita de agosto de 2023, por motivos de logística não foi possível visitar as obras da barragem Tambor.

Com base nas informações contidas no relatório "1388-RAN-4002-00-01-020-R00" de setembro de 2023, foi possível aferir que a Barragem Tambor apresentava avanço físico de 21,49%.



Figura 28-11 – Mapa de Localização (imagem satélite) - Barragem Tambor

Quadro 28.1 - Principais características da Barragem Tambor

CARACTERÍSTICA	
Tipo	Terra Homogênea
Bacia	Bacia hidrográfica do reservatório Tambor
Área inundada	65,5 km ²
Área do Reservatório NA Normal	0,874 km ²
Volume armazenado no reservatório NA Normal	3,25 milhões de m ³
Altura máxima	14,93 m
Cota de coroamento	331,00 m
Comprimento do coroamento	247,60 m
Largura do coroamento	6,0 m
Revestimento dos taludes de montante	Enrocamento
Revestimento dos taludes de jusante	Enrocamento
Denominação oficial	Reservatório Tambor
Empreendedor	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
Entidade fiscalizadora	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cachoeira dos Índios
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	6°57'25.1" S, 38°40'43.3" O

DESCARGA	
Vertedouro (tipo/vazão/comprimento)	Perfil Creager, soleira livre na elevação 329,3 m, 130 m de comprimento.
Obras de restituição do vertedouro	Muros laterais de concreto e canal de restituição
Tomada d'água	Dispõe de Tomada d'Água de Usos Difusos de até 0,44 m ³ /s, com 2 válvulas de controle.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	327,65 m
Nível Máximo Operacional – Normal (NMN)	328,5 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	329,73 m



Figura 28-12 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Reservatório Tambor

28.2.3 BARRAGEM ANGICOS (WBS 4257)

Localizada no Rio Grande do Norte, o Açude de Angicos é uma estrutura já existente que será incorporada ao PISF.

A Barragem Angicos é a última estrutura do Trecho IV, cujo deságue alimenta a Bacia do Apodi com uma vazão de 20 m³/s.

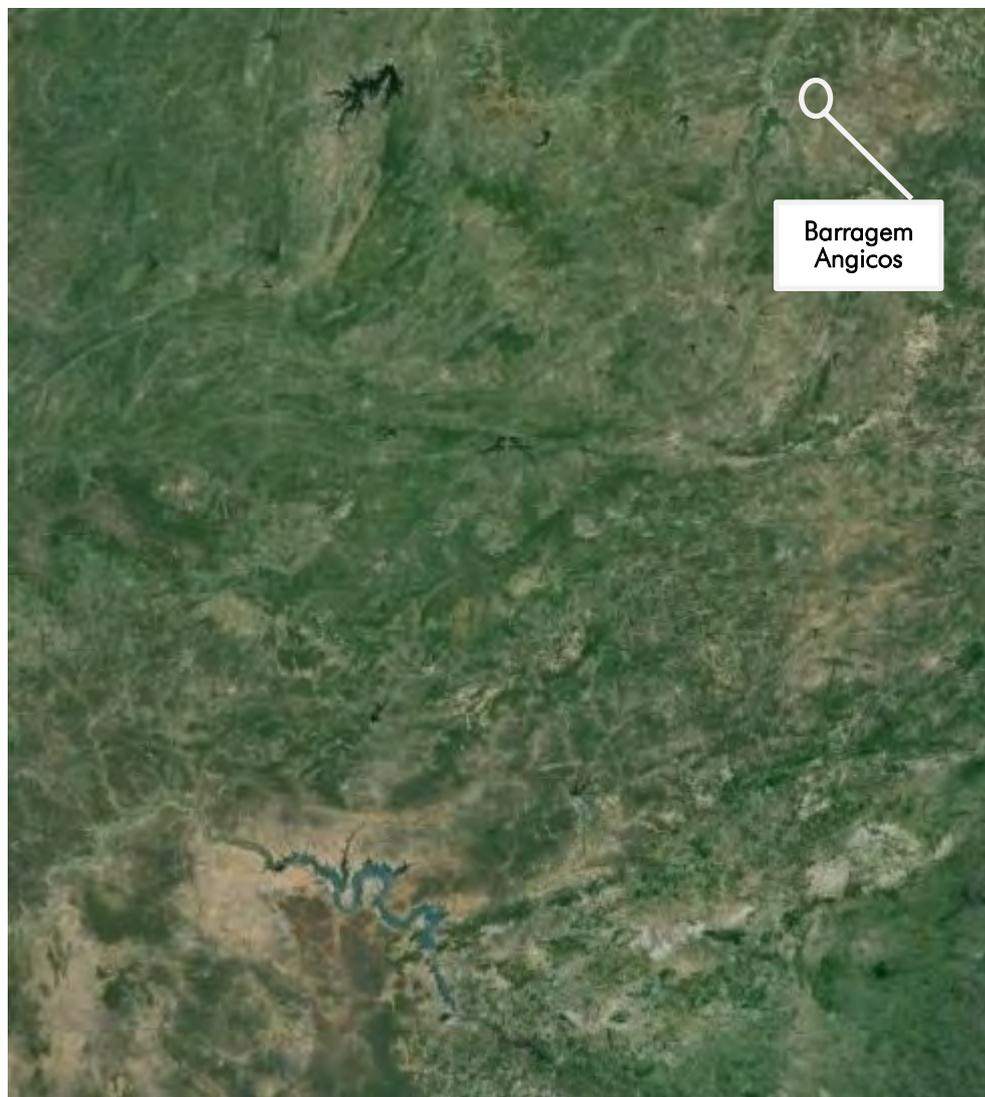


Figura 28-13 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Barragem Angicos.

Quadro 28.2 - Principais características da Barragem Angicos

CARACTERÍSTICA	
Denominação oficial	Reservatório Angicos
LOCALIZAÇÃO	
Município	José da Penha
Unidade da Federação	Rio Grande do Norte
Coordenadas	6° 21' 20.60" S, 38° 16' 43.11" O

Fonte: Google Earth.

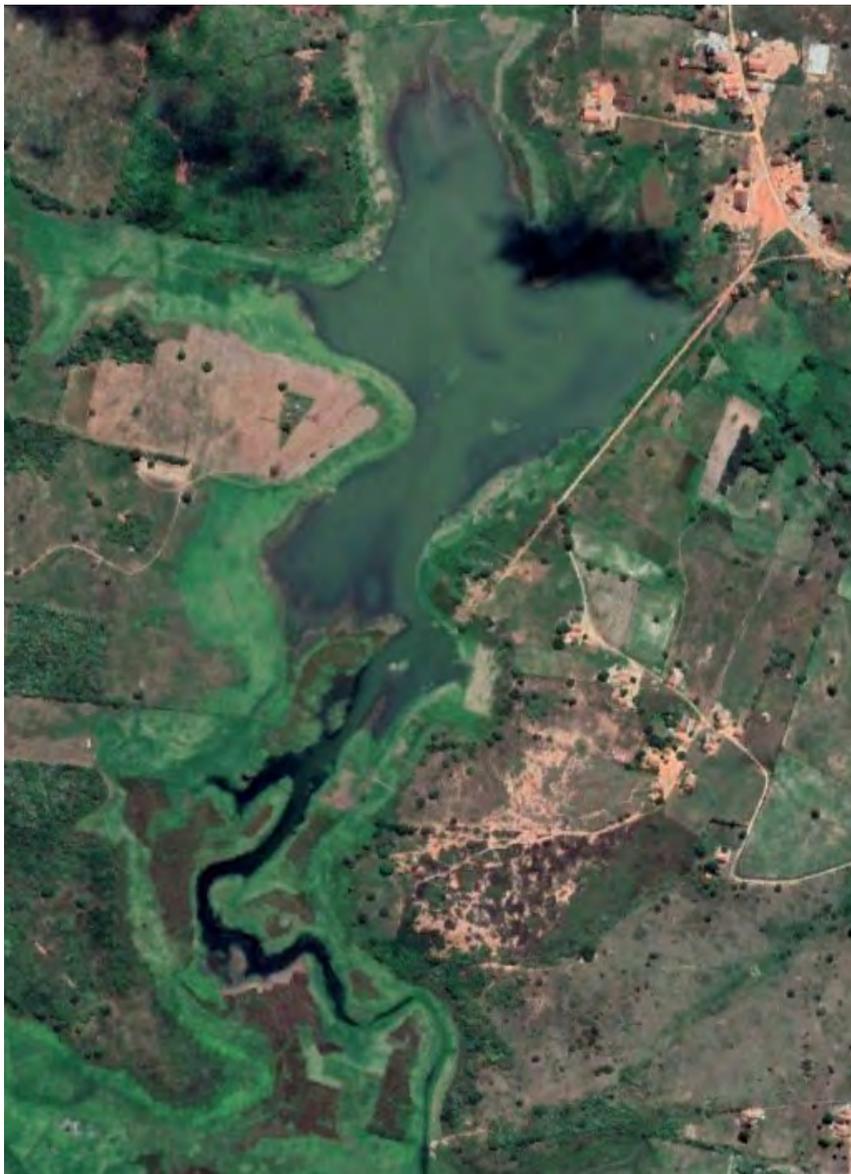


Figura 28-14 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2020) – Reservatório Angicos

28.2.3.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO – VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 28-15 – Reservatório Angicos

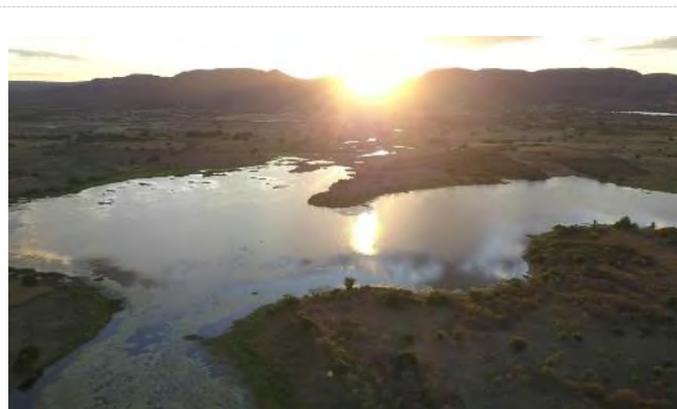


Figura 28-16 – Reservatório Angicos



Figura 28-17 – Reservatório Angicos - Vertedor

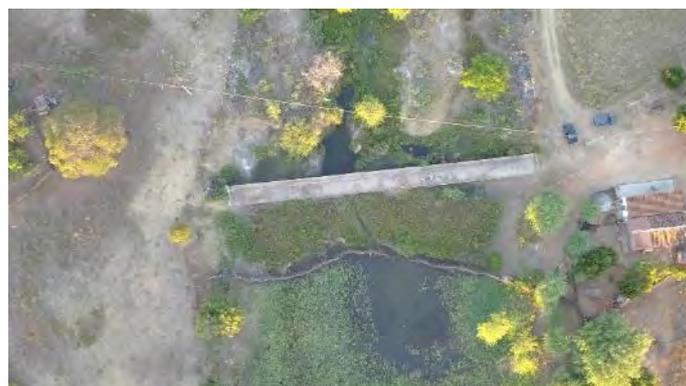


Figura 28-18 – Reservatório Angicos - Vertedor

28.2.4 ESTRUTURA DE CONTROLE DO RESERVATÓRIO CAIÇARA (WBS 4256)

A Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara é a primeira estrutura do Trecho IV, sendo responsável pela sua alimentação. A estrutura conta com 3 comportas com vazão máxima de 40 m³/s.

Com base nas informações contidas no relatório “1388-RAN-4002-00-01-020-R00” de setembro de 2023, foi possível aferir que a Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara apresentava avanço físico de 100%.



Figura 28-19 – Mapa de Localização – Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara

Quadro 28.3 - Principais características da Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara

CARACTERÍSTICA	
Estaca	6.291
Vazão Total	40 m ³ /s
Denominação oficial	Estrutura de Controle - res. Caiçara p/ Trecho IV
GEOMETRIA	
Largura	12,60 m
Altura	7,51 m
Comprimento	19,10 m
Cota de topo	390,00 m
Cota de base	383,49 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Cajazeiras
Unidade da Federação	Paraíba
Coordenadas	7° 2' 5.21" S, 38° 36' 10.53" O



Figura 28-20 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2021) – Estrutura de Controle do Reservatório Caiçara

28.2.4.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO – VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 28-21 – Reservatório Caiçara – Vista aérea



Figura 28-22 – Reservatório Caiçara – Vista aérea



Figura 28-23 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Vista aérea



Figura 28-24 – Execução de canais – Vista aérea



Figura 28-25 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Canal Entrada



Figura 28-26 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Canal Saída



Figura 28-27 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Canal Saída



Figura 28-28 – Estrutura de controle no Res. Caiçara – Comporta

28.2.5 ESTRUTURA DE CONTROLE DERIVAÇÃO PARA O TRECHO III – KM 30 (WBS 4259)

A Estrutura de Controle no km 30 é a primeira estrutura do Trecho III, a qual é responsável pela alimentação desse trecho e controle da alimentação do Trecho IV, composto por quatro comportas para uma vazão total de 40 m³/s, sendo duas para o Trecho III e duas para o Trecho IV, cada uma com vazão de 10 m³/s.

A estrutura de controle WBS 4259 é onde será instalado o portal de entrega CE04N, para alimentar o Ramal Salgado.

Com base nas informações contidas no relatório “1388-RAN-4002-00-01-020-R00” de setembro de 2023, foi possível aferir que a Estrutura de Controle Derivação para o Trecho III apresentava avanço físico de 100%.



Figura 28-29 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Estrutura de Controle – Derivação no Km 30

Quadro 28.4 - Principais características da Estrutura de Controle Derivação no km 30.

CARACTERÍSTICA	
Estaca	30.220
Vazão Total	20 m ³ /s
Denominação oficial	Estrutura de Controle - Derivação no Km 30 para o Trecho III
GEOMETRIA	
GEOMETRIA	6,20 m
Altura	4,20 m
Comprimento	19,10 m
Cota de topo	324,5 m
Cota de base	320,3 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Ipaumirim
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	6° 51' 43.59" S, 38° 40' 43.47" O

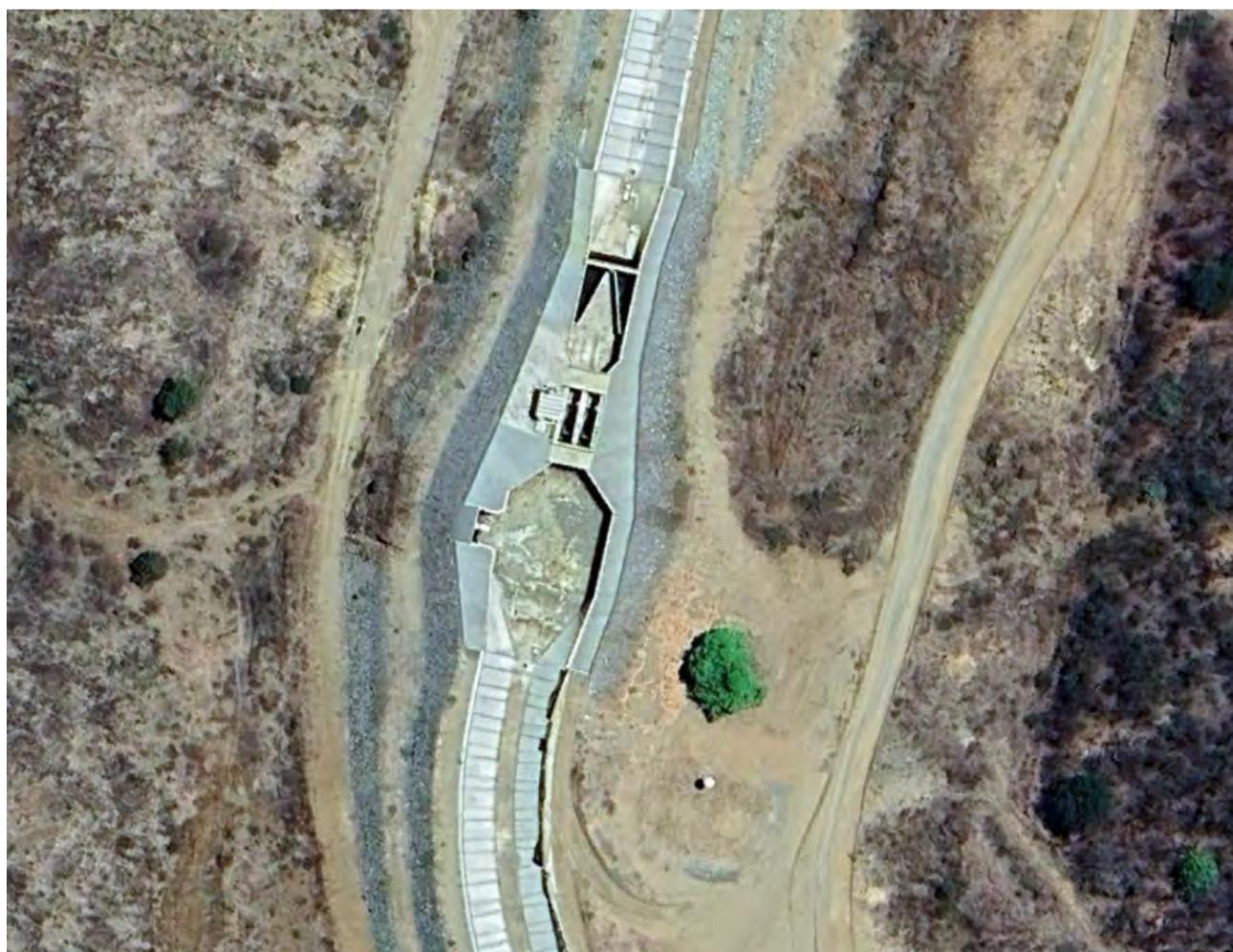


Figura 28-30 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Estrutura de Controle Derivação no km 30

28.2.5.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO – VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 28-31 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea



Figura 28-32 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea



Figura 28-33 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea



Figura 28-34 – Estrutura de Controle KM 30 – Vista Aérea



Figura 28-35 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Entrada



Figura 28-36 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Entrada



Figura 28-37 – Estrutura de Controle KM 30 – Visão Geral



Figura 28-38 – Estrutura de Controle KM 30 – Comporta



Figura 28-39 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Saída



Figura 28-40 – Estrutura de Controle KM 30 – Canal Saída



Figura 28-41 – Estrutura de Controle KM 30 – Viga Pescadora



Figura 28-42 – Estrutura de Controle KM 30 – Visão Geral



Figura 28-43 – Estrutura de Controle KM 30 – Estrutura hidráulica tipo "bico de pato"



Figura 28-44 – Estrutura de Controle KM 30 – Comportas

28.2.6 AQUEDUTO BANANEIRA (WBS 4323)

O Aqueduto Bananeira inicia no km 41+750 e termina no km 42+100, com WBS 4323 tem extensão de 350 m, e está localizado entre o Canal 9 - Segmento entre Escada Cabaceira e Aqueduto Bananeira, com WBS 4234 e o Canal 10 - Segmento entre Aqueduto Bananeira e Escada Timbaúba, com WBS 4235.

O aqueduto Bananeira, por estar localizado após o km 30, conduzirá a vazão de 20 m³/s.

Com base nas informações contidas no relatório "1388-RAN-4002-00-01-020-R00" de setembro de 2023, foi possível aferir que o Aqueduto Bananeira apresentava avanço físico de 30,21%.



Figura 28-45 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Aqueduto Bananeira

Quadro 28.5 - Principais características do Aqueduto Bananeira

CARACTERÍSTICA	
Estaca Início	41.750
Estaca Fim	42.100
Extensão Total	350 m
Vazão Total	20 m ³ /s
Denominação oficial	Aqueduto Bananeira
GEOMETRIA	
Largura	5,75 m
Altura	3,50 m
Nº de células (1º Etapa)	1
Nº de células (2º Etapa)	2
Comprimento	325,00 m
Altura Máxima dos Pilares	19,62 m
LOCALIZAÇÃO	
Município	Ipaumirim
Unidade da Federação	Ceará
Coordenadas	6° 47' 21.13" S, 38° 38' 12.68" O / 6° 47' 10.04" S, 38° 38' 7.38" O



Figura 28-46 – Imagem de satélite (Fonte: Google Earth, 2023) – Aqueduto Bananeira

28.2.6.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO – VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 28-47 – Execução de Aqueduto



Figura 28-48 – Execução de Aqueduto



Figura 28-49 – Execução de Aqueduto



Figura 28-50 – Execução de Aqueduto

28.2.7 TÚNEL MAJOR SALES (WBS 4430)

O túnel está situado entre as estacas 4946+0 e 5276+10 e possui extensão de 6.350 m.

Sua escavação está sendo realizada em maciço de rocha gnáissica e está sendo revestido com concreto projetado. O túnel está se desenvolvendo sob uma cobertura média de 35 m de rocha competente, ao longo da maior parte de sua extensão, apresentando localmente cobertura superior a 90 m.

Com base nas informações contidas no relatório "1388-RAN-4002-00-01-020-R00" de setembro de 2023, foi possível aferir que o Túnel Major Sales, apresentava avanço da estrutura de 6,07%.

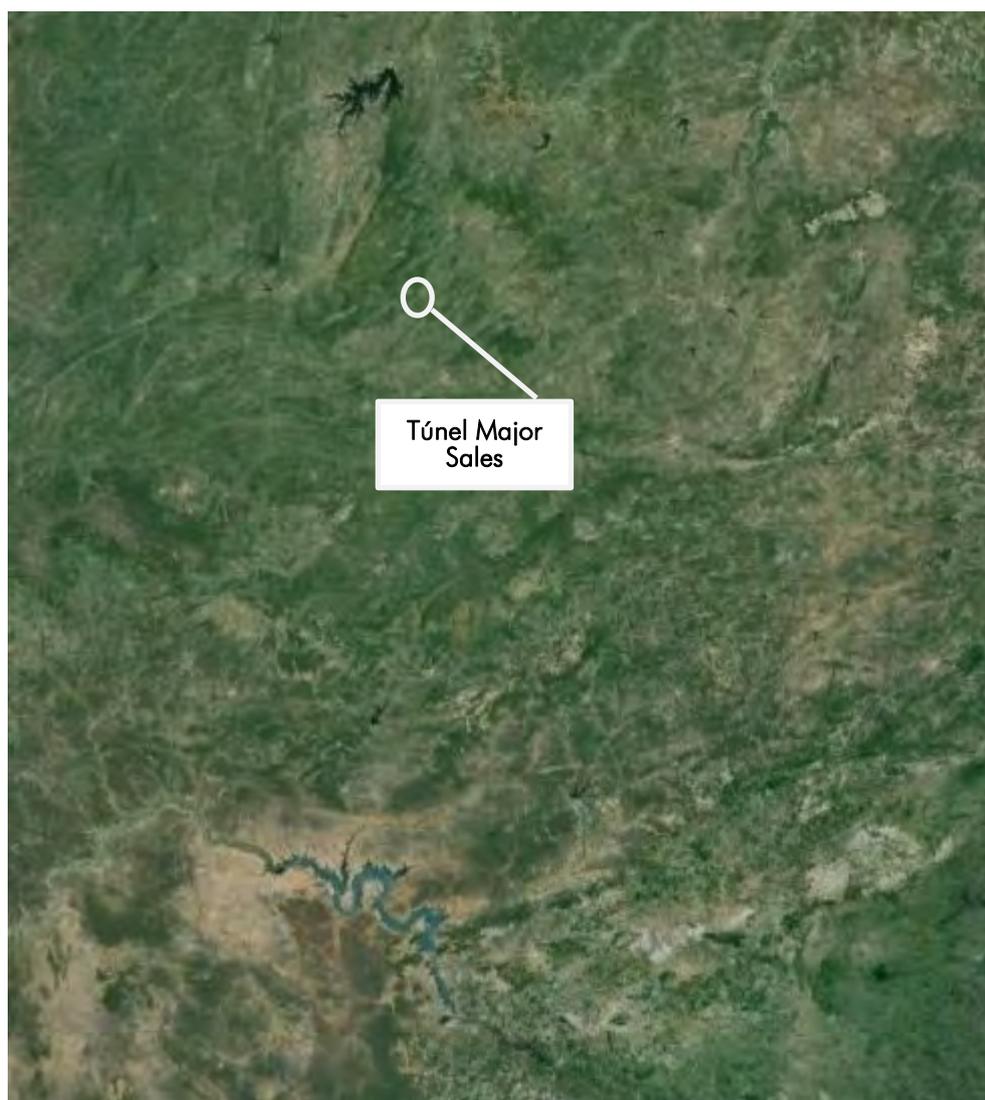


Figura 28-51 – Mapa de Localização (imagem satélite) – Túnel Major Sales.

Quadro 28.6 - Principais características do Túnel Major Sales

CARACTERÍSTICA	
Extensão	6.350 m
Cobertura máxima	90 m
VOLUME ESTIMADO	
1°, 2° e 3° categorias	176.459 m ³
Rocha	1.132.154 m ³
Declividade do fundo	0,0001 m/m
Volume de concreto para a camada de revestimento da base do túnel	20.475 m ³
LOCALIZAÇÃO	
Município	Major Sales
Unidade da Federação	Rio Grande do Norte
Coordenadas	6°27'11.7" S, 38°21'35.9" O

28.2.7.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO – VISITA EM AGOSTO DE 2023



Figura 28-52 – Emboque Túnel Major Sales



Figura 28-53 – Emboque Túnel Major Sales



Figura 28-54 – Túnel Major Sales– Janela Do Túnel



Figura 28-55 – Túnel Major Sales– Janela do Túnel



Figura 28-56 – Túnel Major Sales– Janela do Túnel



Figura 28-57 – Túnel Major Sales– Janela do Túnel



Figura 28-58 – Túnel Major Sales – Janela do Túnel



Figura 28-59 – Túnel Major Sales – Janela do Túnel



Figura 28-60 – Túnel Major Sales – Janela – Visão Geral



Figura 28-61 – Túnel Major Sales- Janela – Visão Geral