



PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM CARANGUEJA



Maceió, AL

Maio/2020

RELATÓRIO DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM CARANGUEJA

VOLUME I

**Caracterização da Segurança da Barragem, Planos e
Procedimentos, Relação da Documentação Técnica do
Empreendimento e Registros e Controles**

Maceió, AL

Maió/2020

PSB DA BARRAGEM:				
Atualização	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado

Sumário

1.	INFORMAÇÕES GERAIS DO PSB E DA BARRAGEM.....	8
1.1	APRESENTAÇÃO DO PSB E DECLARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM..	8
1.1.1	MAPA DA MANCHA DO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA.....	9
1.2	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	10
1.3	ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM ...	11
1.4	DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS.....	13
1.4.1	IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM.....	13
1.4.2	DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	14
1.4.3	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICA.....	20
1.4.4	RESERVATÓRIO.....	26
1.4.5	ÓRGÃOS EXTRAVASSORES.....	28
1.4.6	ACESSO A BARRAGEM	32
1.4.7	VISTORIAS POSTERIORES A OPERAÇÃO	33
1.4.8	ESTUDOS SÍSMICOS	35
1.4.9	SUSCETIBILIDADE AO FRATURAMENTO DOS SOLOS DA BARRAGEM	35
1.5	DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO.....	35
1.6	USOS DA BARRAGEM.....	36
1.7	REGRA OPERACIONAL DO RESERVATÓRIO	36
1.8	DECLARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM	36
1.9	FORMULÁRIO TÉCNICO DA BARRAGEM	36
2.	PLANOS E PROCEDIMENTOS:.....	37
2.1	CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	37
2.2	PLANO DE OPERAÇÃO	38
2.2.1.	ÓRGÃOS EXTRAVASSORES	38
2.2.2	EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA.....	41
2.2.3	MEDIDAS DE PROTEÇÃO PÚBLICA.....	41
2.3	PLANO DE MANUTENÇÃO	42
2.3.1.	MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS	42
2.3.2	MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS DE ATERRO.....	44
2.3.3	MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	50
2.3.4	MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS E ELETROMECAÑICOS	52
2.3.5	FICHA DE EXECUÇÃO DE MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS:.....	53
2.3.6	FICHA PARA AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES CIVIS.....	54

2.3.7 CRONOGRAMA DE TESTES DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS.....	55
2.3.8 SEGURANÇA NO TRABALHO.....	56
2.4 PLANO DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO	58
2.4.1 ATUALIZAÇÕES	60
2.4.2 LEITURAS E PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	60
2.4.3 REGISTROS DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO	61
2.4.4 INSTRUÇÕES DE SERVIÇO – Instalação, Operação, Aferição e Manutenção da INSTRUMENTAÇÃO.	62
2.5 PLANEJAMENTO DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DA BARRAGEM	68
2.5.1 PERIODICIDADE	68
2.5.2 RECURSOS NECESSÁRIOS (EQUIPAMENTOS)	69
2.5.3 ANOMALIAS A VERIFICAR NAS INSPEÇÕES	70
2.5.4 FICHA DE INSPEÇÃO DA BARRAGEM.....	74
2.6 CRONOGRAMA DE TESTES DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS	75
3. RELAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO	76
3.1 PROJETOS.....	76
3.1.1 PROJETO BÁSICO.....	76
3.1.2 PROJETO EXECUTIVO.....	76
3.2 PROJETO FINAL (as built)	77
3.3 LICENÇAS AMBIENTAIS E OUTORGAS.....	77
4. REGISTROS E CONTROLES	78
4.1 REGISTROS DE OPERAÇÃO	78
4.2 REGISTROS DE MANUTENÇÃO	79
4.3 REGISTROS DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO	79
4.4 FICHAS E RELATÓRIOS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE BARRAGENS	80
4.4.1 RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM:.....	93
4.5 REGISTROS DOS TESTES DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS	94

Lista de Tabelas

Tabela 1- Dados de Identificação do Empreendedor.....	10
Tabela 2 – Estrutura da equipe de profissionais de segurança de barragens.	12
Tabela 3 - Principais características da Barragem Carangueja.	18
Tabela 4 - Dados meteorológicos da unidade de análise da Bacia do rio Paraíba.	21
Tabela 5 - Variável reduzida e probabilidade para diferentes tempos de retorno.	24
Tabela 6 - Média da variável reduzida e desvio padrão para diferentes anos de observação.	24
Tabela 7 - Chuva de projeto para diferentes períodos de retorno.....	25
Tabela 8 - Cotas características do reservatório.	26
Tabela 9 - Dados da curva do vertedouro.....	29
Tabela 10 – Estudo do encaminhamento da enchente	30
Tabela 11 - Documentação da Barragem.	35
Tabela 12 - Uso da Barragem.	36
Tabela 13 - Principais características do reservatório.....	38
Tabela 14 – Estudo do encaminhamento da enchente.	40
Tabela 15 – Manutenção das estruturas e dos equipamentos.....	43
Tabela 16 – Manutenção do Reservatório	47
Tabela 17 – Cronograma de Manutenção Preventiva	48
Tabela 18 – Ficha de Manutenção dos Equipamentos	53
Tabela 19 – Ficha de Avaliação das Instalações Cíveis	54
Tabela 20 – Cronograma de Testes de Equipamentos.....	55
Tabela 21 – Frequências Mínimas de Leitura	60
Tabela 22 – Recomendações de Manutenção de Instrumentação em Barragens de Aterro	61
Tabela 23 – Ficha de Inspeção de Segurança da Barragem	74
Tabela 24 – Cronograma de testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e Mecânicos.....	75

Lista de Figuras

Figura 1 - Matriz de Localização da Barragem.....	8
Figura 2 – Mapa da Mancha do Dano Potencial Associado - DPA	9
Figura 3 – Organograma do Plano de Segurança de Barragens.	11
Figura 4 - Localização da Barragem.	13
Figura 5 - Planta Geral da Barragem.	15
Figura 6 - Seção Principal da Barragem.	16
Figura 7 – Planta Geral Identificada	17
Figura 8 – Delimitação da Bacia Hidrográfica.	22
Figura 9 - Curva.....	26
Figura 10 - Curva cota x área	27
Figura 11 – Cota x Volume.	27
Figura 12 – Detalhes da Tomada D'água e Descarga de Fundo.....	28
Figura 13 – Corte "B" do Vertedouro – Perfil Creager e Bacia de Dissipação	30
Figura 14 – Amortecimento de cheias.....	31
Figura 15 - Planta de acesso a Barragem Carangueja.....	32
Figuras 16 – Fotos da Seca – Talude de Montante.	33
Figuras 17 – Vista do Reservatório (pelo Passadiço) / Vista do Vertedouro	34
Figuras 18 – Limpeza dos Componentes da Barragem.....	34
Figura 20 - Planta de acesso a Barragem Carangueja.....	37
Figura 21 – Hidrogramas de cheia de afluente e efluente.....	39
Figura 22 – Plano de Manutenção	42

1. INFORMAÇÕES GERAIS DO PSB E DA BARRAGEM

1.1 APRESENTAÇÃO DO PSB E DECLARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem CARANGUEJA foi classificada com base na categoria de risco MÉDIO e de dano potencial associado ALTO, como classe A. Assim, o presente PSB é um documento formal em que estão estabelecidas as ações a serem executadas visando à manutenção da integridade física da barragem, bem como em caso de situação de emergência.

A Figura 1 apresenta a matriz de classificação da barragem quanto à categoria de risco e dano potencial associado. E a Figura 2, sua mancha de dano potencial associado (DPA).

NOME DA BARRAGEM	CARANGUEJA	
NOME DO EMPREENDEDOR	CASAL - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS	
DATA:	01/08/2018	

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	15
2	Estado de Conservação (EC)	0
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	21
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		36
EC máximo		0

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	= 60 ou EC ^(*) = 8
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	< = 35

(*) Pontuação (8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.

II.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO		Pontos
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		17

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	= > = 15
	MÉDIO	10 < DP < 15
	BAIXO	< = 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:	
CATEGORIA DE RISCO	MÉDIO
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	ALTO
CLASSE	A

Figura 1 - Matriz de Localização da Barragem.

Fonte: Autor.

1.1.1 MAPA DA MANCHA DO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA

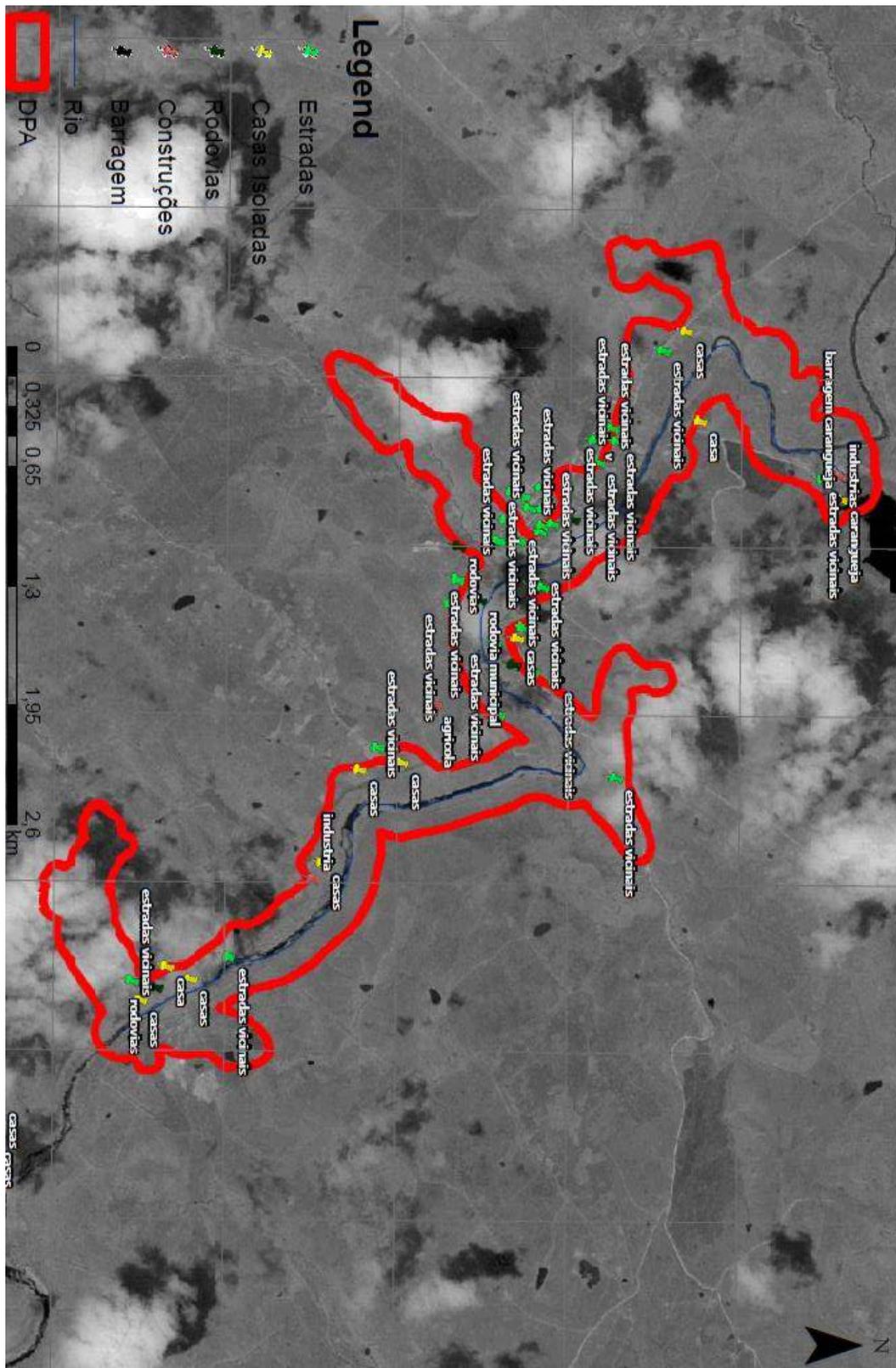


Figura 2 – Mapa da Mancha do Dano Potencial Associado - DPA

1.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Tabela 1- Dados de Identificação do Empreendedor

Empreendedor: COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS - CASAL	
CPF/CNPJ: 12.294.708.0001-81	
Figura Jurídica:	
<input type="checkbox"/>	Pessoa Física
<input type="checkbox"/>	Empresa Privada
<input type="checkbox"/>	Empresa Pública
<input checked="" type="checkbox"/>	Sociedade de economia
<input type="checkbox"/>	Autarquia
<input type="checkbox"/>	Administração direta
<input type="checkbox"/>	Outros: _____
Endereço: R. Barão de Atalaia, n.200.	
Telefone: 3315-3055	E-mail: casal@casal.al.gov.br
Quantidade de barragens de propriedade do empreendedor: 02 (duas)	
Responsável legal:	
Nome: Wilde Clécio Falcão de Alencar	
Cargo: Diretor Presidente	
Telefone: (82) 3315-3055	E-mail: dp@casal.al.gov.br

Fonte: Autor.

1.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

Na estrutura organizacional do Relatório do Plano de Segurança de Barragem (PSB) consideramos os níveis hierárquicos, a relação entre os colaboradores e a identificação das funções e responsabilidades de cada um dentro do processo.

Dentro do organograma da CASAL, 03 (três) vice-presidências estão diretamente ligadas as ações do PSB, são elas: VGC (Vice-presidência de Gestão Corporativa); VGO (Vice-presidência de Gestão Operacional) e VGE (Vice-presidência de Gestão de serviços de Engenharia).

Para o levantamento das informações e elaboração dos estudos e planos técnicos de segurança das barragens de responsabilidade da Companhia, inicialmente, foi designada uma comissão através da Ordem de Serviço nº 015/2019-GP/CASAL, com funcionários das seguintes áreas: Assessoria da VGE, Superintendência de Engenharia – SUENG, Gerência de Obras – GEOBS, Superintendência de Meio Ambiente e Qualidade do Produto – SUMAQ e Unidade de Negócio Serrana (vinculada a VGO). Com o advento da nova Estrutura Organizacional, alterada através da Resolução de Diretoria (RD) nº 35/2019, foi criada a Supervisão de Monitoramento de Barragens – SUPMOB, para auxiliar os trabalhos e estudos vinculados as Barragens.

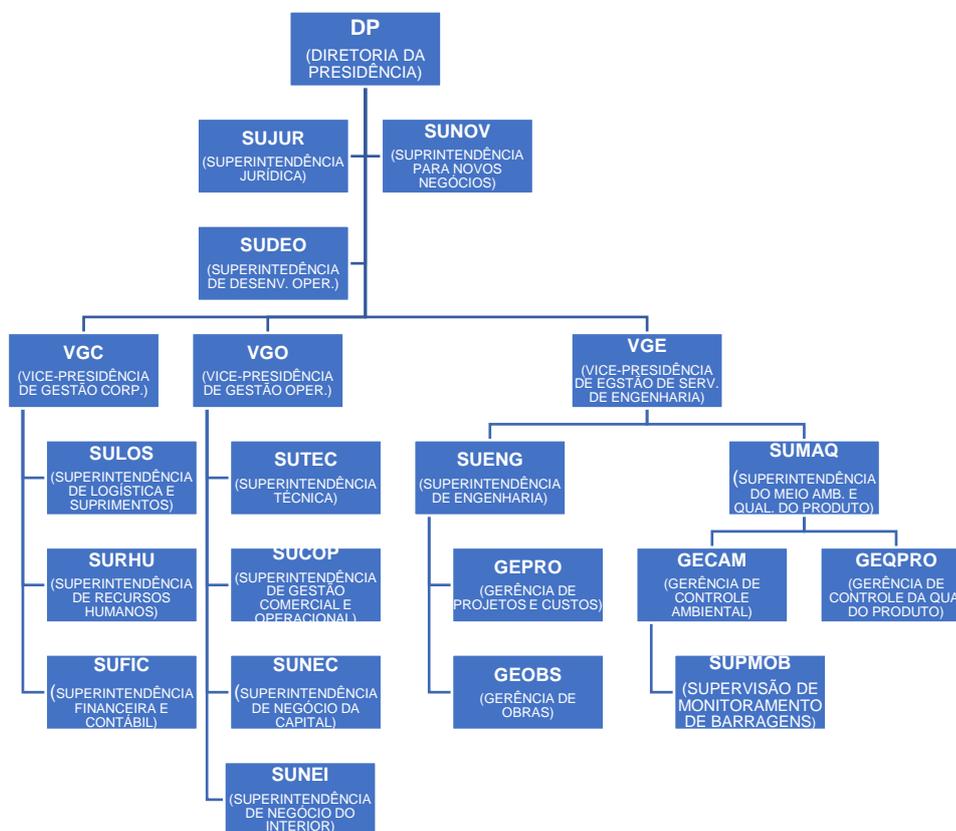


Figura 3 – Organograma do Plano de Segurança de Barragens.

Tabela 2 – Estrutura da equipe de profissionais de segurança de barragens.

ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	
Equipe de Plano de Segurança de Barragens (EPSB)	
Assessor da VGE	
Superintendente de Engenharia – SUENG	
Supervisor de Acompanhamento de Obras - SUPPAC	
Coordenador Técnico – Unidade de negócio Serrana (UN SERRANA)	Thiago Diógenes Santos da Silva
Superintendente de Meio Ambiente e Qualidade do Produto - SUMAQ	Valeska Cavalcante da Costa
Supervisor de Monitoramento de Barragens - SUPMOB	Lucas Sarmento de Souza
Equipe de Engenharia de Barragem (EEB):	
EQUIPE DE APOIO - Outras áreas da empresa	
Gerência de Obras – GEOBS	
Unidade de negócio Serrana – UNSERR	
Superintendência de Logística – SULOS	
Superintendência Financeira – SUPFIN	

1.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

1.4.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem CARANGUEJA, do empreendedor COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS – CASAL, está localizada no rio Carangueja, pertencente a bacia hidrográfica do Rio Paraíba, no município de Quebrangulo, Alagoas. As respectivas coordenadas são: 9°18'10.60" Sul e 36°28'40.95" Oeste (DATUM WGS 84).

A montante da barragem CARANGUEJA existe a barragem CARANGUEJINHA, a qual responde pelo abastecimento de água da cidade de Quebrangulo/AL.

A jusante da barragem CARANGUEJA não existe barragens.

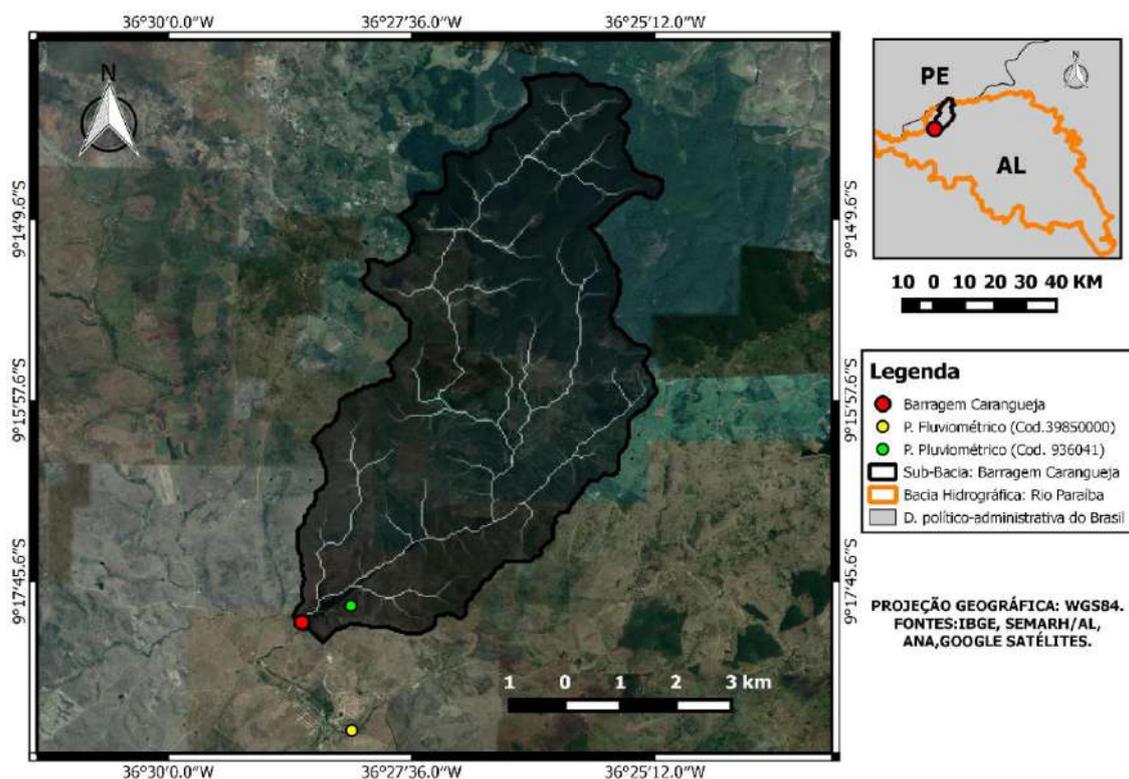


Figura 4 - Localização da Barragem.

Fonte: Autor/IBGE/SEMARH/ANA/Google Satélites.

1.4.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

A barragem da CARANGUEJA foi projetada em 1970 pela empresa Geotécnica S.A e construída entre 1974 e 1977 pela empresa EBISA Ltda, a mesma destina-se para o abastecimento da cidade de Palmeira dos Índios/AL e regiões adjacentes. Está entre as vertentes da Serra da Pedra Talhada, reserva biológica nacional, abastecida pela bacia hidrográfica do paraíba do meio, através do afluente do Rio Carangueja. Localiza-se na Cidade de Quebrangulo/AL, onde essa desde 1962 é abastecida pela Barragem do Caranguejinha, através de uma captação a fio d'água, presente à montante da Barragem da Carangueja em uma cota bem mais alta.

O Barramento da CARANGUEJA consiste de um maciço de terra homogêneo, com drenagem interna constituída por dreno de pé, filtro vertical e horizontal de areia, 02 *cut offs* (Trincheiras) à montante em suas ombreiras (esquerda e direita) responsáveis pelo controle da percolação da água, ao centro dos mesmos foi adicionado um tapete argiloso impermeável para impedir essa percolação no centro da fundação. Talude de montante protegido por rip-rap de pedras jogadas, e de jusante por um sistema de calhas de concreto. Possui sangradouro lateral (ombreira esquerda) tipo livre, com soleira fixa em perfil Creager e bacia de dissipação elaborada em concreto armado. Possui duas Tomadas D'água (D=400mm) e uma Descarga de Fundo (D=600mm) localizadas em um passadiço (plataforma) à montante, com controle manual (Válvulas Hidromecânicas) para suas aberturas.

Pela falta, à época, de dados geológicos e hidrológicos, optou-se por uma estratégia intensamente conservadora nos dimensionamentos geotécnicos/geológicos avaliados nos seguintes materiais: argila, rocha e areia.

Em 1985, foi realizado um alteamento na Barragem, onde um muro de contenção em concreto de 1,60m foi construído em sua crista, elevando assim o perfil Creager do vertedouro, aumentando assim sua capacidade (Volume) para 4.711.040 m³ e sua altura da fundação a crista ficando em 19,60m. Projeto e construção pela mesma empresa Geotécnica S.A. Com isso, seu reservatório possui uma área de contribuição de 39,82km² e sua área de inundação é de 69,02 ha (km²).

Em dias atuais, sua captação é realizada de forma superficial, através de plataforma flutuante, com duas (02) moto bombas, tipo anfíbias, que retiram uma vazão de aproximadamente 174 L/s (626 m³/h).

A seguir, apresentam-se imagens da planta geral e planta da seção principal da barragem.

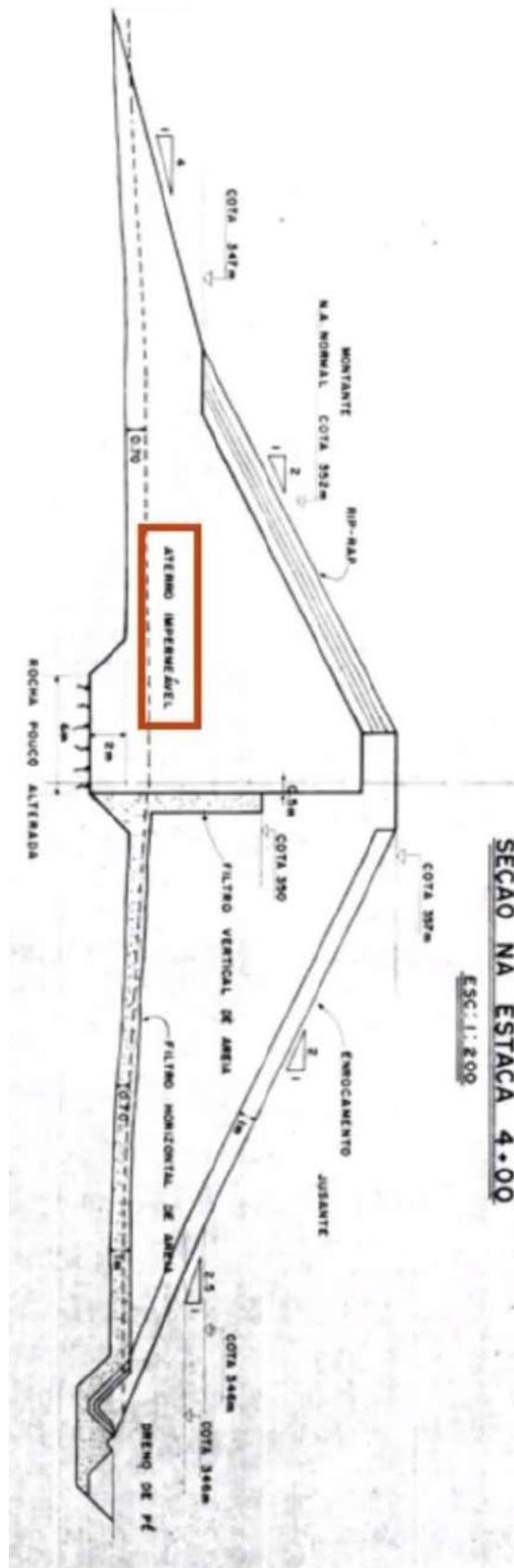


Figura 6 - Seção Principal da Barragem.

Fonte: GEOTÉCNICA S.A.

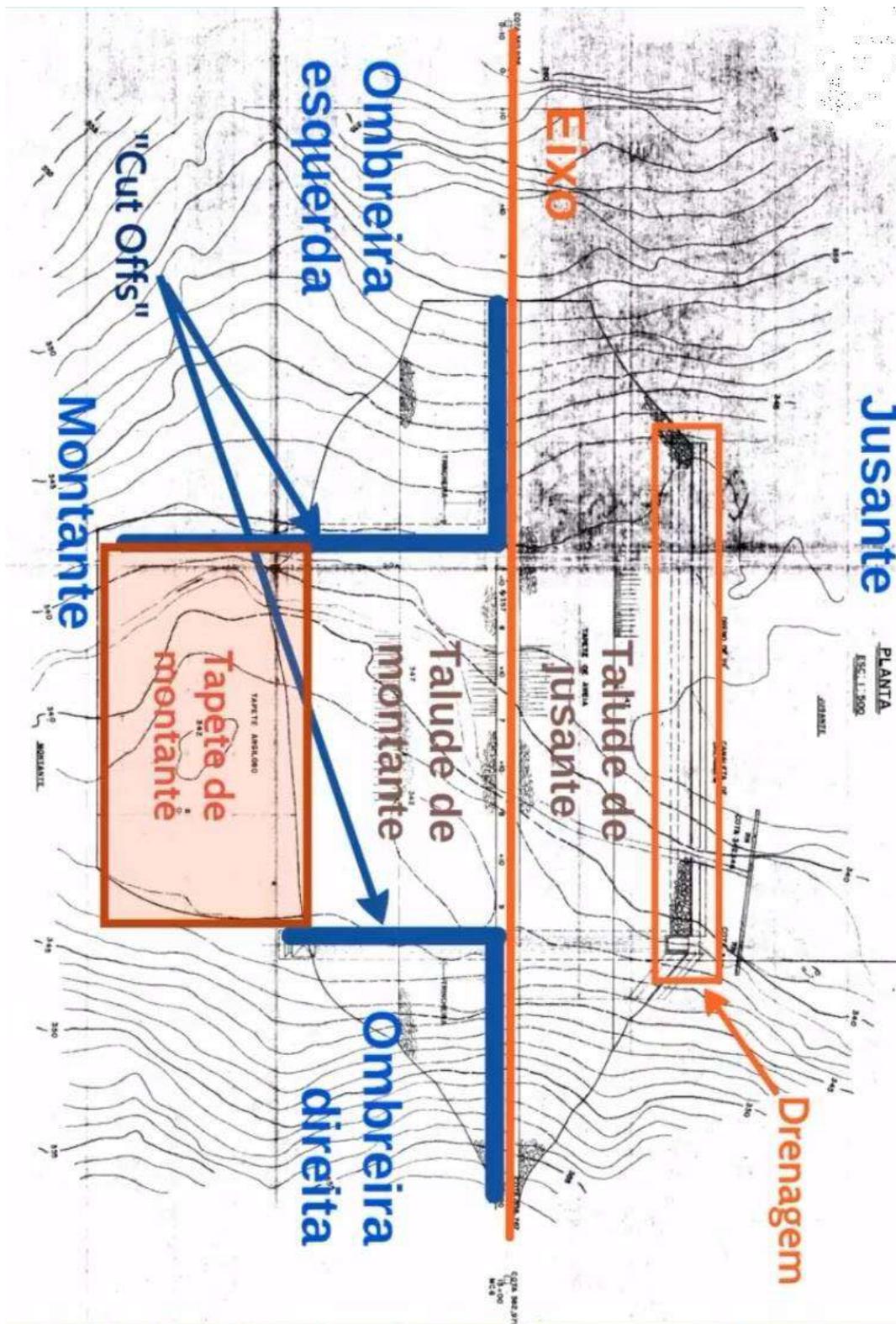


Figura 7 – Planta Geral Identificada

Fonte: Autor

Tabela 3 - Principais características da Barragem Carangueja.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	
Denominação oficial	Barragem Carangueja
Empreendedor	CASAL
Entidade fiscalizadora	SEMARH/AL
LOCALIZAÇÃO	
Rio	Carangueja
Município	Quebrangulo
Unidade da Federação	Alagoas
Coordenadas Norte e Leste	9°18'10.60"S; 36°28'40.95"O (WGS84)
Existência de barragens a montante e a jusante	Barragem Caranguejinha à Montante, cota bem mais alta. Responsável para abastecer a cidade de Quebrangulo/AL.
BARRAGEM	
Tipo	Barragem de Terra Homogênea, assente diretamente sobre um substrato rochoso. Com tapete argiloso em seu centro. Drenagem interna por filtros verticais e horizontais de areia e dreno de pé. Com alteamento em um muro de 1,60m feito de concreto sobre sua Crista, para aumentar sua capacidade.
Altura máxima da fundação	18 + 1,60 = 19,6m
Cota do coroamento	357m
Comprimento do coroamento	212,94m
Largura do coroamento	5m
Inclinação do paramento de montante	1:2 ; 1:4
Inclinação do paramento de jusante	1:2 ; 1:5
BACIA HIDROGRÁFICA	
Área	39,82 km ²
Precipitação média na bacia	175 mm/ano
Volume afluente mensal (médio)	Jan = 0,013 m ³ /s Fev = 0,038 m ³ /s Mar= 1,050 m ³ /s Abril= 2,701 m ³ /s Maio= 6,629 m ³ /s Jun= 6,519 m ³ /s Jul= 6,305 m ³ /s Ago= 2,961 m ³ /s Set= 0,861 m ³ /s

	Out= 0,001 m ³ /s Nov= - Dez= 0,00 m ³ /s
Vazões máximas:	141 m ³ /s (Milenar)
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS REGIONAIS	
Fundação	Composta por um substrato rochoso, com dois cut offs (trincheiras) para impedimento da percolação direta em seu centro. Composta também por um tapete argiloso bastante impermeável em seu centro. Barramento de Terra Homogênea. Com Dreno de pé e filtros verticais e horizontais em seu corpo.
Suscetibilidade a escorregamento de taludes do Reservatório.	Não possui.
Sismicidade potencial	Não possui.
RESERVATÓRIO	
Nível Mínimo Operacional (NMO)	340m
Nível Máximo Normal (NMN)	355m
Nível Máximo <i>Maximorum</i> (NMM)	357,3m
Capacidade total	4.711.040 m ³
Área inundada (NMN)	69,02 km ²
EXTRAVASOR DE CHEIAS	
Localização	Est. 0 + 5m
Tipo	Soleira fixa em perfil Creager
Descrição da entrada	Canal de aproximação e canal de restituição de piso em concreto armado.
Descrição do canal	Canal de aproximação e canal de restituição em piso de concreto armado.
Comprimento	26,22m
Largura (na seção constante)	21m
Modalidade de dissipação de energia	Bacia de amortecimento de enrocamento.
DESCARREGADOR DE FUNDO	
Solução	Descarga de Fundo localizada ao fundo da torre de Tomada D'água, com controle manual com abertura por válvulas.
Localização	Plataforma da antiga Tomada D'água (Passadiço).
Vazão	--
Cota da soleira à entrada	343m
Comprimento da conduta	84,1m

Tipos de comporta	Manual, por válvulas.
Comprimento da bacia de dissipação	Não se Aplica.
Fonte alternativa de energia	Não
Possibilidade de manobra manual	Sim
Comando a distância	Não
TOMADA DE ÁGUA	
Solução	Captação flutuante a partir de estrutura metálica composta por 02 conjuntos motor-bomba.
Localização - Latitude	09°18'10.60"S
Localização - Longitude	36°28'40.95"O
Comprimento	Não se Aplica
Cotas das tomadas de água à entrada	Não se aplica.
Fonte alternativa de energia	Não possui.
Possibilidade de manobra manual	Não possui.
Comando a distância	Não possui

Fonte: Autor.

1.4.3 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICA

Em decorrência do ano de sua construção, década de 70, os estudos hidrológicos, geológicos e sísmicos referentes a Barragem Carangueja não foram encontrados em nossos arquivos. Todavia, tendo em vista ser pertencente a Bacia do Rio Paraíba do Meio, utilizaremos os dados obtidos nos estudos dos Projetos da Barragem do Caçamba, abastecida pela mesma bacia hidrográfica, com os mesmos pontos pluviométricos, barragem essa também de propriedade da SEINFRA/CASAL.

a) Caracterização da Área de Estudo

A Barragem Carangueja recebe contribuição do rio Carangueja e situa-se na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio. Essa bacia hidrográfica está localizada entre as coordenadas extremas 09° 18' e 09°41' de latitude sul, e 36°28' e 35°56' de longitude Oeste (segundo o datum WGS84).

O Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Meio dividiu a bacia hidrográfica em 3 unidades de análise que totalizam uma área de 3157.61 km²: UA1, UA2 e UA3.

O município de Quebrangulo está contido na UA 2 que possui 1.364,99 km² e está situada nas Mesorregiões do Agreste e do Leste alagoano. Essa unidade encontra-se numa zona de transição entre as regiões fisiográficas do Agreste e da Mata, iniciando-se na primeira e terminando na segunda e estende-se desde o limite entre os estados de Pernambuco e Alagoas até as proximidades dos municípios de Capela e Viçosa.

O Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Meio ainda avalia as condições climatológicas da região, utilizando dados da estação meteorológica de Palmeira dos Índios para a UA2. Em resumo, esses dados estão dispostos na Tabela 3 e, em seguida, os dados de evapotranspiração, umidade, precipitação e temperatura são melhor descritos.

Tabela 4 - Dados meteorológicos da unidade de análise da Bacia do rio Paraíba.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temp. Média (°C)	26,6	25,9	25,8	24,8	23,8	22,5	21,8	22,0	23,1	24,5	25,8	26,4
Temp. Máx (°C)	33,3	32,1	31,8	30,1	28,5	26,9	26,4	27,1	28,5	31,1	33,0	33,2
Temp. Mín (°C)	21,3	21,4	21,3	20,9	20,2	19,1	18,4	18,2	18,9	19,7	20,6	21,3
Precipitação (mm)	32,0	65,2	77,9	108,1	151,5	141,7	134,6	62,4	49,0	19,7	8,0	19,1
Prec.Máx.Diária (mm)	50,2	56,5	54,8	71,6	110,8	77,0	61,5	42,8	37,9	30,0	19,5	47,5
Evaporação (mm)	217,5	159,7	154,2	103,1	76,9	63,4	66,7	87,0	112,1	179,9	221,1	232,6
Umid. Relat. (%)	66,1	70,4	73,2	79,5	83,6	85,6	85,8	83,0	79,0	69,9	65,5	65,9
Insolação (horas)	239,1	186,1	218,8	183,6	170,4	149,8	147,8	185,3	213,6	266,6	275,9	253,5
ETP (mm)	178,0	154,0	161,0	141,0	125,0	109,0	113,0	124,0	139,0	164,0	167,0	173,0

Fonte: Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba.

- Temperatura: Constata-se que as temperaturas médias mensais da região apresentam uma amplitude de apenas 4,8°C. As menores temperaturas são observadas no trimestre julho a setembro, em torno de 19°C.

- Evaporação: Essa característica acompanha as tendências de variação das temperaturas e das precipitações. Assim, observam-se os menores valores no mês de junho.

- Umidade Relativa: A umidade relativa se mantém alta na região nos meses chuvosos, em torno de 80%, enquanto no período de estiagem fica acima de 65%.

A Figura 8 apresenta a delimitação da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio a partir do shapefile da SEMARH/AL, a delimitação da sub-bacia da Barragem Carangueja e os postos fluviométrico e pluviométrico situados no município de Quebrangulo.

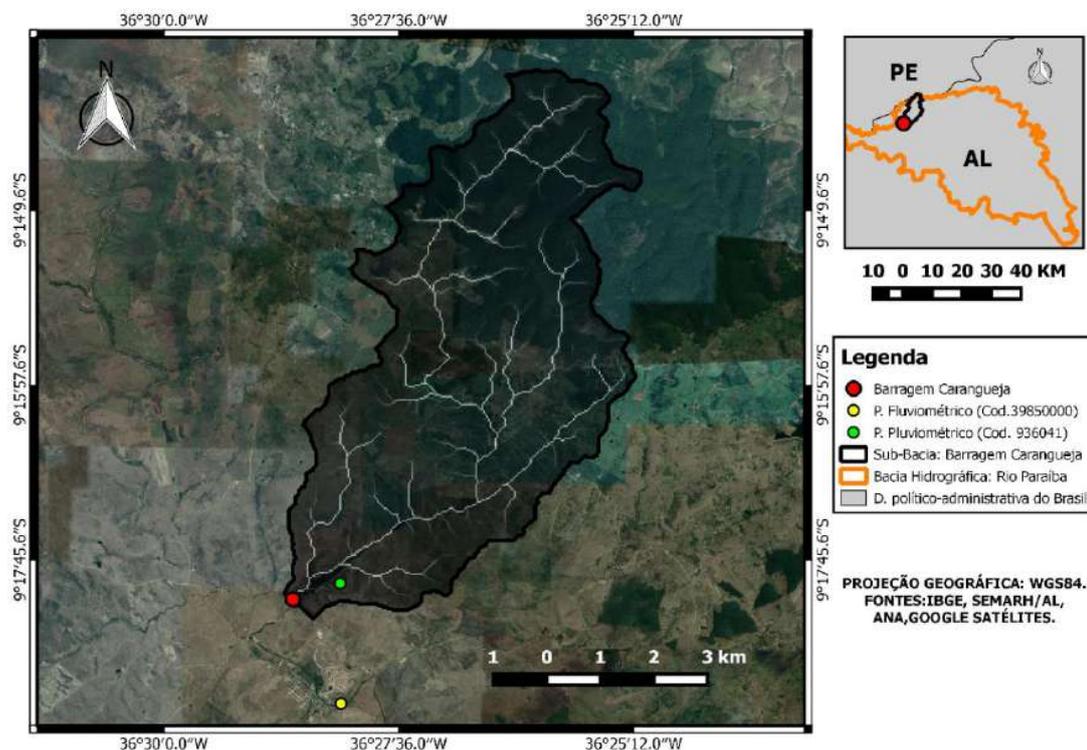


Figura 8 – Delimitação da Bacia Hidrográfica.

Fonte: Autor/IBGE/SEMARH/ANA/Google Satélites.

Do ponto de vista de monitoramento hidrológico, existe uma série de postos na região. No entanto, a maioria dos postos encontra-se inoperantes ou com início de monitoramento recente. Assim, destacam-se a série histórica de dados pluviométricos do posto Cód. 936041 operado pelo DNOCS que possui dados de 1912 a 1994 e a série de dados fluviométricos do posto Cód. 39850000 operado pela CPRM com dados de 1990 a 2011.

b) Aspectos Fisiográficos

Com relação aos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica, foi realizada a seguinte caracterização:

- Relevo: Na área da bacia hidrográfica domina um relevo jovem com interflúvios relativamente estreitos ondulados com vertentes íngremes e com vales em forma de "U". São frequentes à presença de cachoeiras e rápidos ao longo do curso do Carangueja denotando seu estágio jovem.

- Cobertura Vegetal: Domínio de pastagens e testemunhos da mata atlântica.

- Solos: Dominam 3 (três) grupos de solos:

Grupo-A: Ocorrem em áreas elevadas, são solos de textura areno siltosa com pouca argila e de espessura < 1,0 m, sem impedimentos.

Grupo-B: São solos de textura areno siltosa e areno argilosa que ocorrem nos taludes

Grupo-C: São solos predominantemente argilosos que ocupam o fundo dos vales e possuem nível d'água sazonal elevado, sua espessura é extremamente variável (0,0 a 1,50 m).

- Rede de Drenagem: A rede de drenagem é do sistema dendrítico retangular e encontra-se em estágio jovem ou matura precoce, caracterizando-se por: - interflúvios estreitos e ondulados, vertentes íngremes, rápidos e pequenas cachoeiras, grande incidência de rochas na calha menor.]

- Forma da Bacia:

A forma superficial de uma bacia hidrográfica é uma característica importante por sua relação com o tempo de concentração. Assim, vários índices são utilizados para caracterizar a forma da bacia com base em relações com figuras geométricas conhecidas como o círculo e o retângulo. (VILLELA E MATOS, 1975).

O coeficiente de compacidade (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. O coeficiente de compacidade é calculado a partir da seguinte equação:

$$Kc = 0,208 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

Kc = Coeficiente de Compacidade, adimensional;

P = Perímetro da bacia hidrográfica (km);

A = Área da bacia hidrográfica (km²);

Quanto mais próximo de 1 for este coeficiente, mais a bacia se assemelha a um círculo, e maior será a tendência para maiores enchentes. Para a bacia da barragem Carangueja, o coeficiente de compacidade (Kc) encontrado é igual a 1,2.

O fator de forma (Kf) é outro índice usado para caracterizar a forma da bacia e representa a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. O fator de forma é calculado a partir da seguinte equação:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Onde:

L = Comprimento da desembocadura até a cabeceira mais distante da bacia (km);

O fator de forma também é relacionado com a tendência para enchentes em uma bacia. Uma bacia com fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes, pois numa bacia estreita e longa há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão. Para a bacia da barragem Carangueja, o fator de forma (K_f) encontrado é igual a 0,385.

c) Parâmetros Estatísticos

A Tabela 6 apresenta os valores da variável reduzida (Y) para diferentes períodos de retorno.

Tabela 5 - Variável reduzida e probabilidade para diferentes tempos de retorno.

Período de Retorno	Probabilidade (P)	Variável reduzida (Y)
100	0,99	4600
500	0,998	6214
1000	0,999	6907
10000	0,9999	9210

Fonte: GAMA ENGENHARIA/GEOTECH ENGENHARIA (2005).

A partir disso, obteve-se a média da variável reduzida (Y_n) considerando uma série de 65 anos de dados observados, obtendo-se um valor de desvio padrão de 1,16 e média da variável reduzida de 0,55 com base na Tabela 7.

Tabela 6 - Média da variável reduzida e desvio padrão para diferentes anos de observação.

N	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	∞
Y_n	0,52	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57
S_n	1,06	1,11	1,14	1,16	1,17	1,19	1,19	1,2	1,21	1,23	1,24	1,28

Fonte: GAMA ENGENHARIA/GEOTECH ENGENHARIA (2005).

A moda dos valores extremos (X_f) foi determinada considerando a série de 65 anos de dados observados, os valores de média e desvio padrão da precipitação máxima diária anual que foram de 87,5mm e 23,6 respectivamente. Assim, determinou-se X_f equivalente a 76,46.

Por fim, para determinar as precipitações máximas diárias referente a cada um dos períodos de retorno utilizou-se os valores da variável reduzida (Y_n) da Tabela 2, a moda dos valores extremos (X_f) calculada anteriormente, o desvio padrão adotado (S_n) e aplicou-se a seguinte equação:

$$X = \frac{(Y \cdot S_n + S_n \cdot X_f)}{S_n}$$

Onde:

X = Precipitação máxima diária (mm)

Y = Variável reduzida

Xf = Moda dos valores extremos

S_n = Desvio padrão

A chuva de projeto foi determinada considerando fator de correção (P_a/P_o) igual a 0,78 e a fórmula de Paulhus:

$$P_a = P_o \left(1 - \frac{W \log A}{A_b}\right)$$

Onde:

P_a = Precipitação médio (mm);

P_o = Precipitação pontual (km²);

W = tangente da curva que relaciona altura de chuva/área da bacia/tempo de duração;

A = Área da bacia contribuinte (km²);

A_b = Área da bacia padrão.

Assim, os valores de precipitação calculados são apresentados na Tabela 8.

Tabela 7 - Chuva de projeto para diferentes períodos de retorno.

Período de retorno (anos)	Chuva real 1 dia distr. na bacia - A _b (mm)	Virtual de 24 horas - P24H (mm)	Valores de R para Isozona (F)	Altura de Chuva P1H (mm)
100	132,63	145,89	0,385	56,02
500	158,24	174,06	0,38	65,96
1000	169,12	186,03	0,372	69,2
10000	205,78	226,36	0,362	81,94

Fonte: GAMA ENGENHARIA/GEOTECH ENGENHARIA (2005).

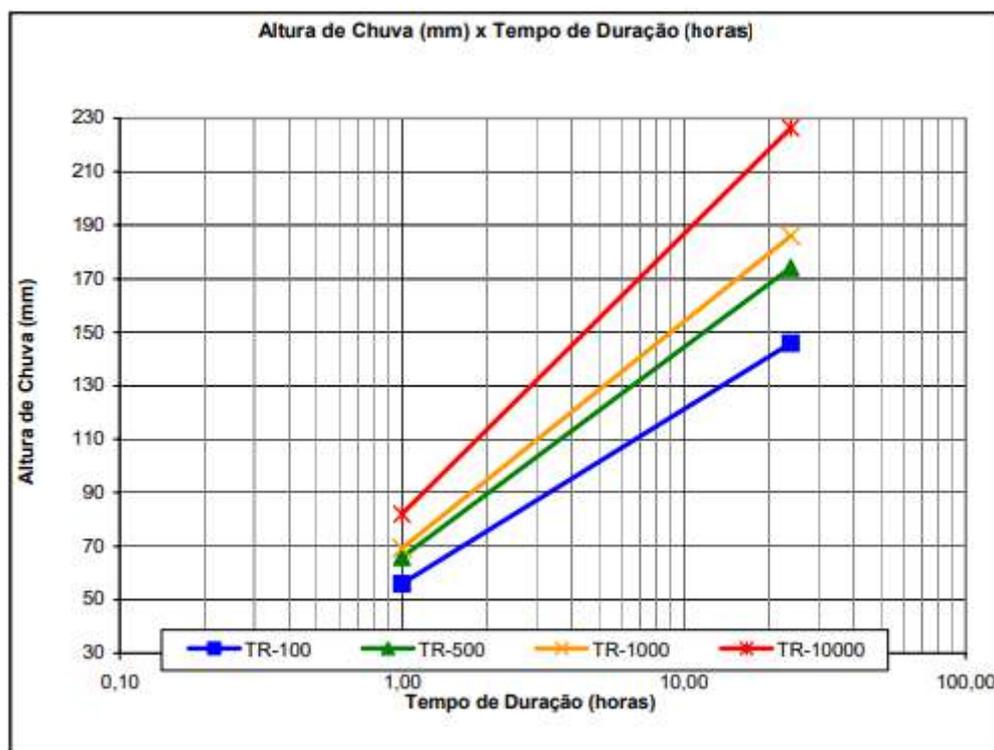


Figura 9 - Curva.

Fonte: GAMA ENGENHARIA/GEOTECH ENGENHARIA (2005).

1.4.4 RESERVATÓRIO

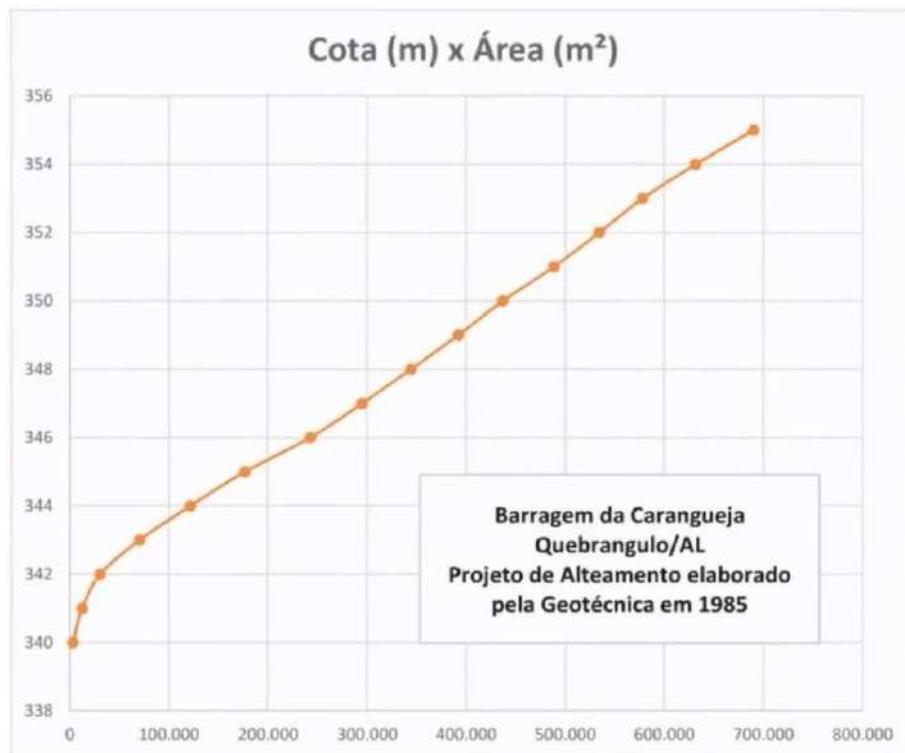
O reservatório foi dimensionado de acordo com os estudos da Geotécnica S.A – Ampliação do Abastecimento de Água de Palmeira dos Índios pela Transposição das Águas do Riacho Carangueja – 1970; o reservatório acumulará um volume de 4.711.040 m³ na cota 355 m, com uma área de inundação de 69,02 km².

As cotas características de exploração são apresentadas na Tabela 11 e as curvas cota x área, e, cota x volume, estão dispostas nas Figuras 12 e 13.

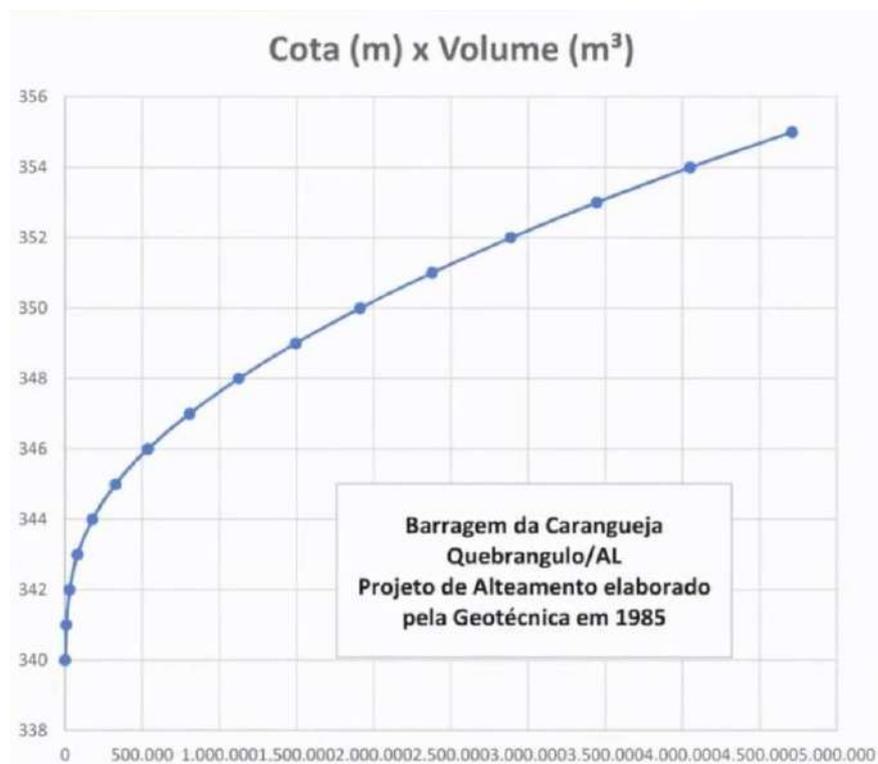
Tabela 8 - Cotas características do reservatório.

Cotas Características	
Nível Máximo Normal (NMN)	355 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	357,3m
Área Alagada (NMN)	690.240m ²
Capacidade Total (NMN)	4.711.040m ³
Área da Bacia Hidrográfica	39,82 km ²

Fonte: GEOTÉCNICA S.A.

**Figura 10 - Curva cota x área**

Fonte: GEOTÉCNICA S.A.

**Figura 11 – Cota x Volume.**

Fonte: GEOTÉCNICA S.A.

1.4.5 ÓRGÃOS EXTRAVASSORES

Os órgãos extravasores da Barragem Carangueja são: um vertedor de superfície em perfil creager, duas tomadas d'água e uma descarga de fundo, esses dois últimos, ambos, localizados em uma plataforma (passadiço) à montante, com abertura manual por válvulas. A descarga de fundo leva o afluyente a uma galeria interna na barragem e o descarrega logo à jusante, no rio carangueja.

1.4.5.1 TOMADA D'ÁGUA E DESCARGA DE FUNDO:

Possui 02 (duas) tubulações para as tomadas d'água com cotas mais acima, ambas com diâmetro de 400mm, e, 01 (uma) única tubulação para descarga de fundo bem abaixo, com diâmetro de 600mm. A Figura abaixo, do projeto à época, demonstra as Tomadas d'água e a descarga de fundo.

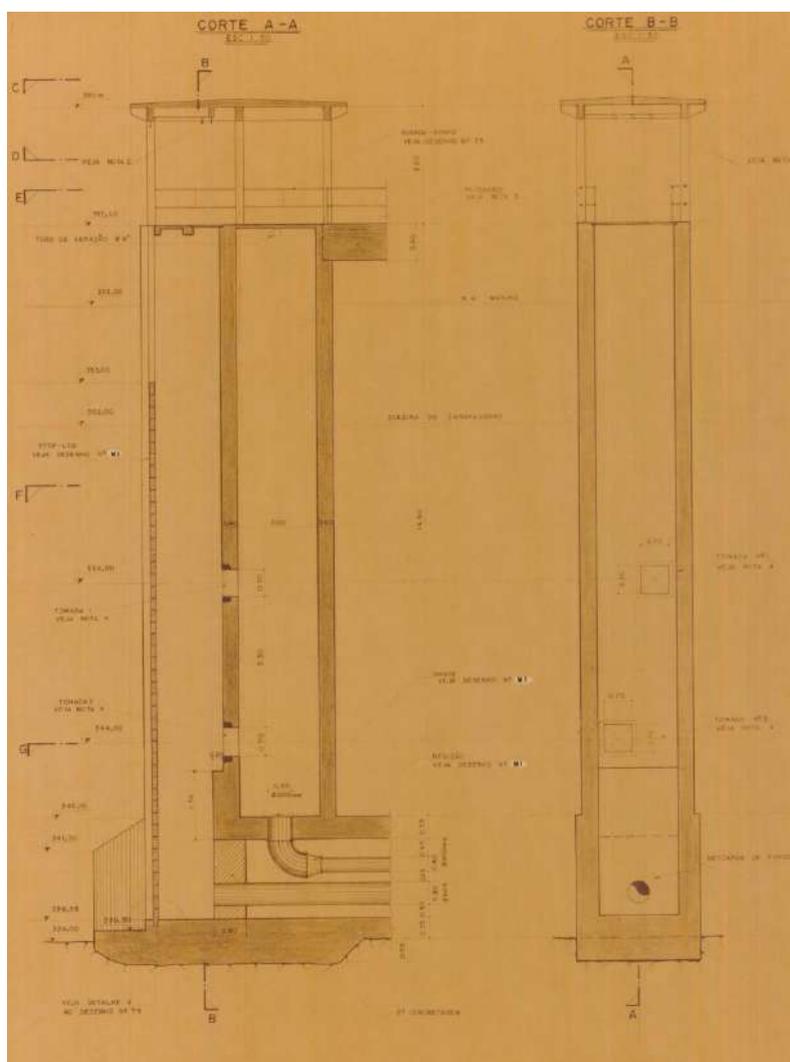


Figura 12 – Detalhes da Tomada D'água e Descarga de Fundo.

Fonte: GEOTÉCNICA S.A.

Nos dias atuais, as tomadas d'água projetadas acima estão em desuso. Atualmente, é feita a captação da água de forma superficial por meio de uma estrutura flutuante, utilizando 02 (duas) moto bombas do tipo anfíbias que dão uma vazão total de 626,20 m³/h (174 l/s).

A descarga de fundo da Barragem Carangueja é feita por meio de uma tubulação de ferro fundido com diâmetro de 600mm, extensão de 84.10m, cota do eixo de 343m e localização no pé de sua plataforma (passadiço).

1.4.5.2 VERTEDOURO:

O vertedouro adotado é do tipo Creager com largura de 21m, canal de concreto armado, muros laterais, bacia de dissipação canal de restituição. O estudo de cheias realizado considerou um Tempo de Retorno de 1000 anos, dando uma vazão de 141m³/s e a cota do sangradouro de 355m. A seguir, é apresentada a curva de vazão do vertedouro na Tabela 12.

Tabela 9 - Dados da curva do vertedouro.

Ho(m)	P/Ho	Co	Q(m ³ /s)
1,80	2,89	2,18	110,56
1,90	2,74	2,18	119,30
2,00	2,60	2,17	128,89
2,10	2,48	2,17	138,68
2,15	2,42	2,17	143,66

Fonte: GEOTECNICA S.A.

Compondo o vertedouro tem-se: um canal de aproximação, os muros laterais de proteção, a bacia de dissipação e o canal de restituição que desagua, por fim, no rio Carangueja. Todos esses componentes são de concreto armado.

A figura 13, abaixo, demonstra o em corte o Perfil Creager e a bacia de Dissipação do Vertedouro da Barragem Carangueja.

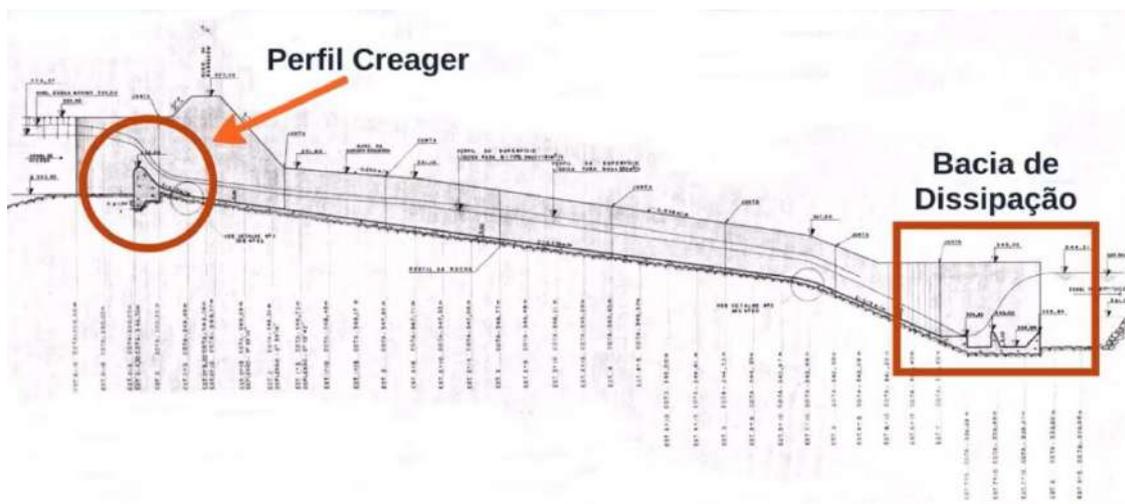


Figura 13 – Corte "B" do Vertedouro – Perfil Creager e Bacia de Dissipação

Com isso, os dados demonstram que o estudo do encaminhamento da enchente de projeto pelo reservatório foi realizado por meio da seguinte equação:

$$QA(N) \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot (QE(N) + QE(N - 1)) \cdot t + (QR(N) - QR(N - 1))$$

Onde:

QA (N) = Descarga afluyente (m³/s);

QE (N) = Descarga efluente (m³/s);

QR (N) = Volume reservado (m³);

Δt = Intervalo de tempo (segundos);

N = Número de ordem.

Onde, a tabela 10 e a Figura 14, abaixo, apresentam o estudo de encaminhamento da enchente que apontam vazão máxima efluente do vertedor igual a 141,17 m³/s e a cota máxima maximorum igual a 357,12m. Para uma TR = 1000 anos.

Tabela 10 – Estudo do encaminhamento da enchente

Tempo (horas)	N.A (m)	QA(m ³ /s)	QE(m ³ /s)
0,50	355,00	5,00	0,000
1,00	355,02	10,00	0,182
1,50	355,27	100,00	6,653

2,00	355,70	185,00	26,949
2,50	356,30	290,00	67,766
3,00	356,73	265,00	103,413
3,50	357,00	230,00	128,967
4,00	357,12	190,00	141,177
4,50	357,10	130,00	138,706
5,00	356,95	70,00	124,185
5,50	356,77	45,00	107,921
6,00	356,58	15,00	93,274
6,50	356,38	0,00	73,693
7,00	356,23	0,00	62,005
7,50	356,10	0,00	52,786
8,00	355,98	0,00	44,115
8,50	355,87	0,00	37,562
9,00	355,77	0,00	31,358
9,50	355,70	0,00	26,949
10,00	355,62	0,00	22,762
10,50	355,58	0,00	20,101
11,00	355,52	0,00	17,549
11,50	355,48	0,00	15,102
14,00	355,33	0,00	8,547
16,50	355,24	0,00	5,340
19,00	355,19	0,00	3,745
21,00	355,14	0,00	2,352
24,00	355,11	0,00	1,741
26,50	355,09	0,00	1,194

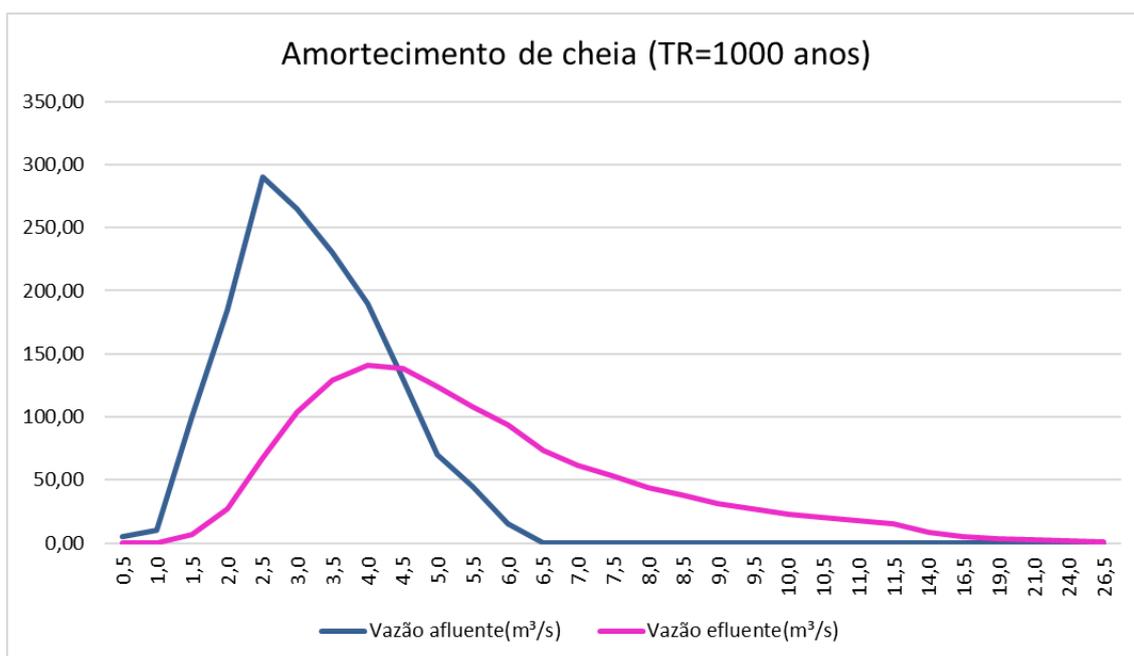


Figura 14 – Amortecimento de cheias

1.4.6 ACESSO A BARRAGEM

A Barragem Carangueja se localiza na zona rural do município de Quebrangulo, cerca de 4km de distância da cidade. O acesso ao local se dá através da rodovia BR 316 (asfaltada) no sentido Palmeira dos Índios/Maceió até o entroncamento com a rodovia AL 210 (asfaltada) e por ela segue-se até Quebrangulo. Em seguida, toma-se uma estrada vicinal do município (de barro e piçara) por cerca de 4km.

A Figura 14 apresenta um mapa de acesso ao local do Barramento.

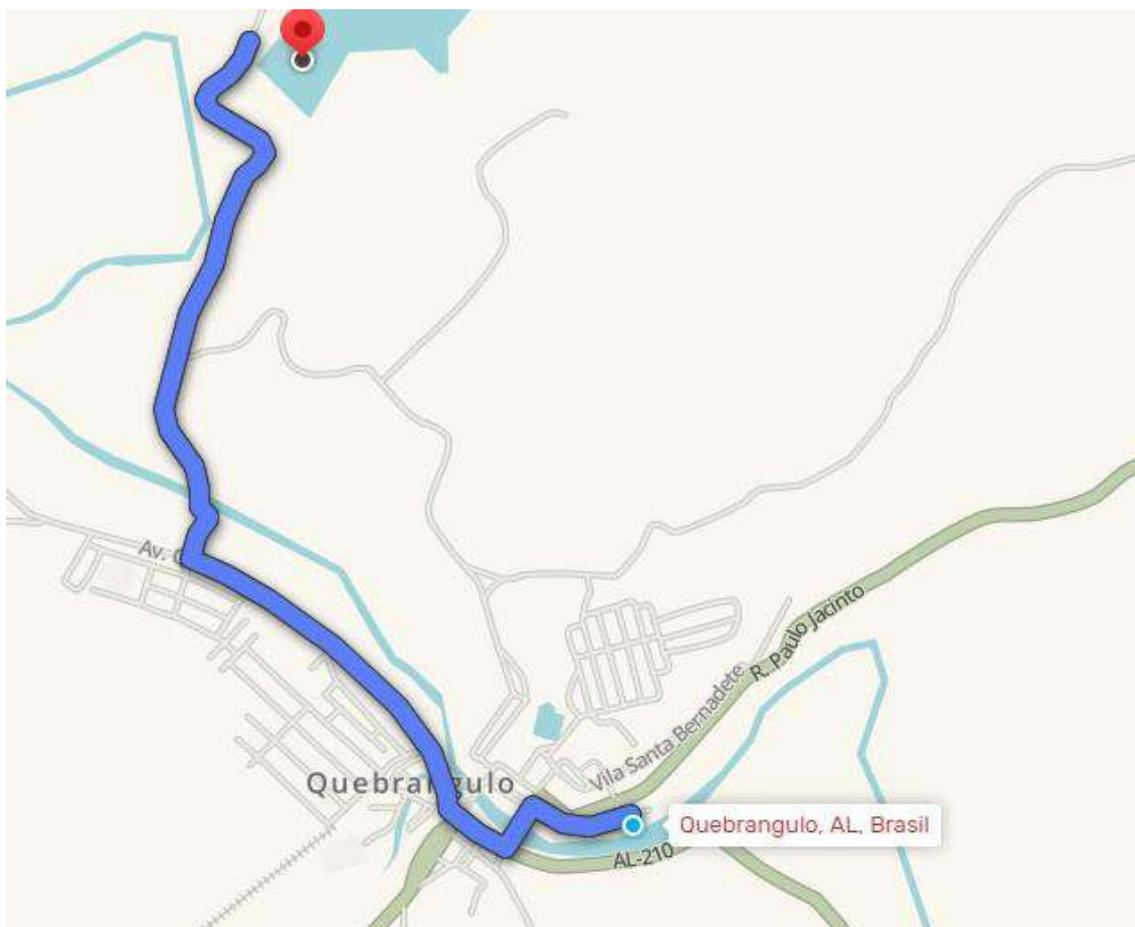


Figura 15 - Planta de acesso a Barragem Carangueja.

Fonte: Autor/ Waze.

1.4.7 VISTORIAS POSTERIORES A OPERAÇÃO

A obra em questão foi projetada na década de 70. Entre os anos de 1974 e 1977 a obra foi construída. Em 1985, havendo uma grande demanda de água na cidade de Palmeira dos Índios e regiões adjacentes, a mesma foi alteada em sua crista com a adição de um muro feito em concreto com altura de 1,60m, com isso, sua altura que era de 18m passou a ser 19,60m. Da mesma forma, seu vertedouro (Perfil Creager) também foi elevado. Vale ressaltar que tanto o seu projeto de construção, como seu alteamento, foi realizado pela GEOTÉCNICA S.A.

No final do ano de 2016 e início do ano de 2017, depois de 40 anos de operação, houve uma grande crise hídrica na bacia que abastece a região (Bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Meio) e a barragem atingiu o seu volume morto. Todo o seu reservatório secou. Conforme as fotos abaixo:



Figuras 16 – Fotos da Seca – Talude de Montante.



Figuras 17 – Vista do Reservatório (pelo Passadiço) / Vista do Vertedouro

Prontamente a CASAL realizou com sua equipe de engenharia, uma inspeção visual na barragem para verificar as condições do talude de montante, do reservatório e dos órgãos extravassores. E, conforme recomenda os manuais de inspeção de segurança da ANA, realizou a toda a limpeza dos componentes da Barragem. Conforme as fotos abaixo:



Figuras 18 – Limpeza dos Componentes da Barragem

Vale ressaltar que no período de cheia daquele mesmo ano (Abril-Agosto / 2017) todo o seu volume foi recuperado, normalizando o abastecimento de água de toda a região contemplada.

1.4.8 ESTUDOS SÍSMICOS

Em virtude da Barragem ter sido construída e projetada na década de 70, em nossos arquivos não foram encontrados os estudos sísmicos realizados na época de sua concepção.

Pela falta, à época, de dados geológicos e hidrológicos, optou-se por uma estratégia intensamente conservadora nos dimensionamentos geotécnicos/geológicos avaliados nos seguintes materiais: argila, rocha e areia.

1.4.9 SUSCETIBILIDADE AO FRATURAMENTO DOS SOLOS DA BARRAGEM

Em virtude da Barragem ter sido construída e projetada na década de 70, em nossos arquivos não foram encontrados os estudos referentes a sua suscetibilidade ao faturamento dos solos, realizados na época de sua concepção.

1.5 DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO

Tabela 11 - Documentação da Barragem.

Tem relatório de estudos hidrológicos?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Tem relatório de projeto do dimensionamento hidráulico?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Tem relatório do projeto estrutural?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Tem relatório "como construído" (<i>as built</i>)?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Tem curva cota x área x volume?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Tem manuais de instrução dos equipamentos hidromecânicos?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Tem manuais de procedimentos de operação?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Tem manuais de procedimentos de manutenção?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Há regra de operação do reservatório estabelecida?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Há procedimento escrito de teste das comportas do vertedouro?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
Há procedimento escrito de teste das comportas da tomada de água?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não

Fonte: Autor.

1.6 USOS DA BARRAGEM

Tabela 12 - Uso da Barragem.

<input type="checkbox"/> Regularização de vazões	<input type="checkbox"/> Navegação	
<input type="checkbox"/> Combate às secas	<input type="checkbox"/> Contenção de rejeitos	
<input type="checkbox"/> Defesa contra inundações	<input type="checkbox"/> Recreação	
<input type="checkbox"/> Hidrelétrica	<input checked="" type="checkbox"/> Abastecimento de água	
<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Piscicultura	
<input type="checkbox"/> Proteção do meio ambiente	<input type="checkbox"/> Outros:	
Tem geração de energia? Potência instalada (MW):	<input type="checkbox"/> Sim _____ (MW)	<input checked="" type="checkbox"/> Não

Fonte: Autor.

1.7 REGRA OPERACIONAL DO RESERVATÓRIO

A Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL, utiliza a Barragem Carangueja para captação de água. O reservatório da Barragem Carangueja opera alimentando a ETA Palmeira dos Índios, em sistema de captação por estrutura metálica flutuante, através de 02 Conjuntos Moto Bomba, funcionando 24h/dia, com vazão de 626,20 m³/h. Onde, a partir de seu devido tratamento, abastece a Cidade de Palmeira dos Índios/AL e regiões adjacentes.

1.8 DECLARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM

A barragem Carangueja foi classificada com base na categoria de risco médio e de dano potencial associado (DPA) alto, como classe A. Assim, o presente PSB é um documento formal em que estão estabelecidas as ações a serem executadas visando à manutenção da integridade física da barragem, bem como em caso de situação de emergência. (Conforme Figura 01, devidamente preenchida na pág. 07).

1.9 FORMULÁRIO TÉCNICO DA BARRAGEM

Conforme solicita o artigo 16, da Portaria nº 492, de 09 de setembro de 2015, da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH/AL, o formulário técnico da barragem segue anexo devidamente preenchido.

2. PLANOS E PROCEDIMENTOS:

2.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

A Barragem Carangueja é operada pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) e está localizada no riacho Carangueja, pertencente a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Meio, na cidade de Quebrangulo/AL. O Barramento do reservatório está localizado no entorno das coordenadas 9°18'10.60" Sul e 36°28'40.95"Oeste (DATUM WGS 84), possuindo área de contribuição de 39,82 ha.

Atualmente a Barragem possui uma capacidade de acumulação de água de 4.711.000m³, uma extensão de 212,94m, coroamento com 5m de largura, com uma altura da fundação até a sua crista de 19,60m.

Detém uma captação de água fluante por estrutura metálica, com 02 conjunto moto bomba, tipo anfíbios, com uma vazão de 173,94 L/s (626,20 m³/h), 24h / dia, para abastecimento da cidade de Palmeira dos Índios/AL e regiões adjacentes. Localização conforme a figura a seguir.

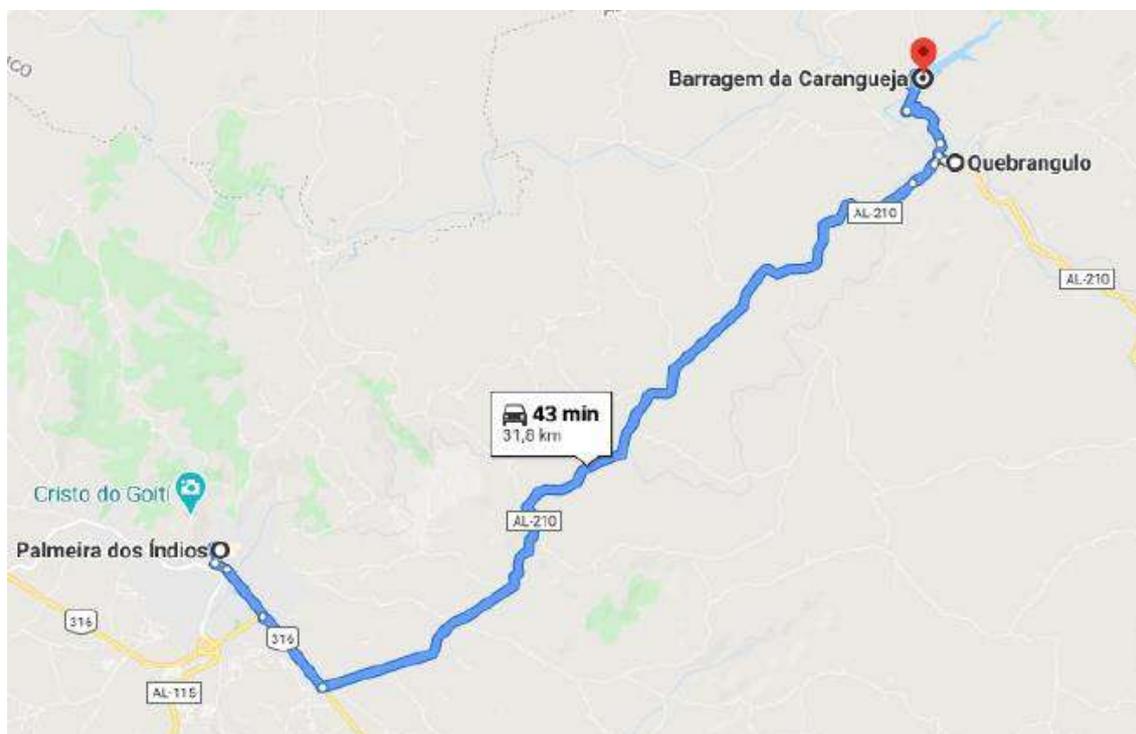


Figura 19 - Planta de acesso a Barragem Carangueja.

Fonte: Autor/ Google Maps.

O Regime de operação do reservatório é feito por controle manual. As principais características do reservatório estão contidas na tabela abaixo.

Tabela 13 - Principais características do reservatório

Cotas Características	
Nível Máximo Normal (NMN)	355 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	357,3m
Área Alagada (NMN)	690.240m ²
Capacidade Total (NMN)	4.711.040m ³
Área da Bacia Hidrográfica	39,82 km ²

Fonte: GEOTECNICA S.A.

2.2 PLANO DE OPERAÇÃO

O Plano de Operação da barragem Carangueja estabelece os procedimentos a adotar na operação do reservatório, em especial na operação dos órgãos extravasores ou de descarga, de modo a garantir as condições de segurança das estruturas.

Deve ser mantido um Registro de Operação, contendo, entre outros elementos:

- Dados de níveis no reservatório e fluxos afluentes e efluentes, bem como manobras dos órgãos extravasores;
- Ocorrências significativas do ponto de vista da operação dos órgãos extravasores;
- Relatórios de operação, incluindo, principalmente, a análise dos aspectos referidos nos itens anteriores.

Também são apresentados o plano de Manutenção, o Plano de Monitoramento e Instrumentação, O planejamento das Inspeções de Segurança da Barragem e o Cronograma de Testes de Equipamentos Hidráulicos, Elétricos e Mecânicos.

2.2.1. ÓRGÃOS EXTRAVASORES

A Barragem Carangueja possui como órgãos extravasores: descarregador de fundo, extravasor de cheias (vertedouro superficial) e, atualmente, uma tomada d'água por captação flutuante.

2.2.1.1 DESCARREGADOR DE FUNDO

O Descarregador de fundo da Barragem Carangueja, consiste em um Vertedor Tubular, localizado ao fundo da torre do passadiço (Plataforma), produzido em ferro fundido (fofo) com diâmetro de 600mm, extensão de 84,1m, na cota do eixo de 343m.

2.2.1.2 O EXTRAVASOR DE CHEIAS (VERTEDOR DE SUPERFÍCIE)

- Vertedouro de Superfície – Sistemas de Drenagem das Estruturas

Se o objetivo da análise de cheias for à concepção do descarregador de cheias de uma barragem que promova o amortecimento de ondas de cheias, será necessário conhecer, não só o caudal de ponta da cheia afluente, mas também o volume da respectiva onda de cheia. De fato, o amortecimento de ondas de cheia numa barragem tem por objetivo diminuir o máximo caudal efluente através do descarregador de cheias relativamente ao máximo caudal afluente à barragem.

Tal diminuição só é possível se parte do volume afluente à barragem for armazenado nesta e descarregado para jusante de um modo mais gradual do que aquele como aflui, ou seja, com diferimento no tempo. No caso de uma barragem munida de um descarregador de superfície com descarga livre, isto é, não controlada por comportas, o amortecimento de ondas de cheia conduz a hidrogramas afluentes e efluentes do tipo esquematizado na figura 16 a seguir.

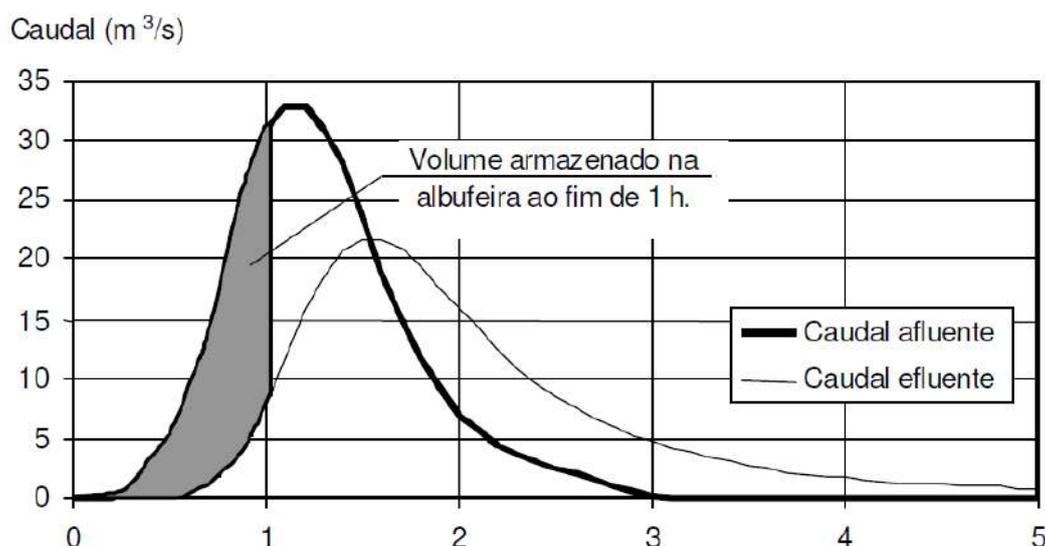


Figura 20 – Hidrogramas de cheia de afluente e efluente

Fonte: Modelação Hidrológica – Maria Manoela Portela, 2007-2008.

O Vertedor de Superfície (extravador de cheias) da Barragem Carangueja está localizado no corpo da mesma, em sua ombreira esquerda. É do tipo gravidade e consiste em um maciço de concreto armado em perfil Creager, soleira fixa e largura de 21m. Composto-o tem uma bacia de dissipação em concreto armado, um canal de restituição de piso de concreto armado e muros laterais de proteção em concreto simples. Com capacidade para uma vazão máxima de 141 m³/s, para Tr = 1000.

Levando-se em consideração as premissas relatadas anteriormente, para a barragem da Carangueja, o Volume Afluente total para a mesma é de 4.711.000m³, com uma vazão máxima afluente de 141 m³/s (Tr: 1000). Conforme os dados abaixo.

Tabela 14 – Estudo do encaminhamento da enchente.

Tempo (horas)	N.A (m)	QA(m ³ /s)	QE(m ³ /s)
0,50	355,00	5,00	0,000
1,00	355,02	10,00	0,182
1,50	355,27	100,00	6,653
2,00	355,70	185,00	26,949
2,50	356,30	290,00	67,766
3,00	356,73	265,00	103,413
3,50	357,00	230,00	128,967
4,00	357,12	190,00	141,177
4,50	357,10	130,00	138,706
5,00	356,95	70,00	124,185
5,50	356,77	45,00	107,921
6,00	356,58	15,00	93,274
6,50	356,38	0,00	73,693
7,00	356,23	0,00	62,005
7,50	356,10	0,00	52,786
8,00	355,98	0,00	44,115
8,50	355,87	0,00	37,562
9,00	355,77	0,00	31,358
9,50	355,70	0,00	26,949
10,00	355,62	0,00	22,762
10,50	355,58	0,00	20,101
11,00	355,52	0,00	17,549
11,50	355,48	0,00	15,102
14,00	355,33	0,00	8,547
16,50	355,24	0,00	5,340
19,00	355,19	0,00	3,745
21,00	355,14	0,00	2,352
24,00	355,11	0,00	1,741
26,50	355,09	0,00	1,194

Fonte: GEOTÉCNICA S.A

2.2.1.3 TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água da barragem Carangueja é feita por uma estrutura metálica flutuante, composta por 02 moto bomba que capta cerca de 173,94 L/s (626,20 m³/h), no regime de 24h/dia.

2.2.2 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA

Não foi identificada iluminação na crista, no paramento de jusante, no vertedouro, no registro de descarga, nem nos encontros laterais da barragem, de tal sorte, que se recomenda à instalação de iluminação em todas às áreas citadas e no acesso principal da barragem. Deve ser previsto no ponto de entrada de energia elétrica, dispositivo que permita a ligação do gerador de emergência. O quadro auxiliar deve possuir sistema de comutação normal/recurso, permitindo selecionar a alimentação elétrica a partir da rede ou do gerador de emergência. Prever base de concreto ou em chapas metálicas para serem utilizadas como bases para os grupos geradores.

2.2.3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO PÚBLICA

A Casal deve delimitar e sinalizar as áreas que possam ser influenciadas pelo funcionamento das tomadas de água, dos vertedouros e órgãos extravasores, nas quais não devem ser permitidas atividades, tais como pesca, banhos ou outras, além das relativas à operação do aproveitamento. Além disso, devem ser instalados dispositivos que impeçam o acesso de pessoas alheias ao serviço em todas as áreas da barragem, da área de entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos em que se considere aconselhável, seja por razões de operação, de segurança pessoal ou de precaução contra atos de vandalismo. As placas de medidas de proteção pública necessitam ser verificadas todos os meses.

2.3 PLANO DE MANUTENÇÃO

Segundo Slack et. al. (2008) a literatura enfatiza que o termo manutenção “é usado para abordar a forma pela qual, as organizações tentam evitar as falhas, cuidando de suas instalações físicas”. Por isso, é primordial em todas as atividades de operação e produção, por estar vinculada diretamente a todos os tipos de máquina, equipamentos, veículos e instalações físicas, além de prezar pela integridade física de seus usuários.



Figura 212 – Plano de Manutenção

2.3.1. MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS E DOS EQUIPAMENTOS

A Agência Nacional de Águas (ANA), regulamenta a manutenção das estruturas e equipamentos, incluindo regras, procedimentos, registros e responsabilidades, com o objetivo de assegurar que a barragem, suas estruturas e equipamentos sejam mantidos em condições totalmente operacionais e seguras. Com isso, devem ser organizados planos de manutenção, procurando-se, minimizar condicionamentos a operação.

Os equipamentos devem ser inspecionados e verificados a intervalos regulares, devendo ser adotado um tipo de manutenção adequado à sua quantidade e complexidade, bem como à sua importância operacional.

A manutenção dos equipamentos pode ser do tipo preventivo, com as vistorias e operações de rotina, ou em intervenções após diagnóstico, do tipo melhorativo ou do tipo corretivo.

O Plano de Manutenção inclui:

- Procedimentos e requisitos de manutenção das diversas estruturas, incluindo a barragem, órgãos extravasores e de operação, casa de força e outras estruturas, inclusive em madeira e condutos;
- Procedimentos de manutenção dos equipamentos, incluindo a respectiva instrumentação;
- Regras de manutenção das estruturas e dos equipamentos.

Os Registros de Manutenção das estruturas e dos equipamentos incluem:

- Relatórios das ações de manutenção das estruturas;
- Relatórios sucintos das modificações efetuadas no âmbito de ações de manutenção;
- Relatórios de comportamento dos equipamentos, incluindo relato de avarias;
- Relatórios de alterações e modernização de equipamentos;
- Registros dos testes de equipamentos

No quadro abaixo, resume-se o conteúdo dos Planos e Registros de Manutenção das Estruturas e Equipamentos.

Tabela 15 – Manutenção das estruturas e dos equipamentos

Planos de Manutenção:
Procedimentos e requisitos de manutenção da barragem, órgãos extravasores e de operação, outras estruturas e condutos.
Procedimentos de manutenção dos equipamentos, incluindo a respectiva instrumentação.
Regras de manutenção das estruturas e dos equipamentos.
Registros de Manutenção:
Relatórios das ações de manutenção das estruturas.
Relatórios sucintos das modificações efetuadas no âmbito de ações de manutenção.
Relatórios de comportamento dos equipamentos, incluindo relato de avarias.
Relatórios de alterações e modernização de equipamentos.
Registros dos testes de equipamentos.

As equipes de manutenção, inspeção e reparação são responsáveis por conhecer às instruções de manutenção e propor melhorias dos procedimentos e instruções de trabalho. Assim, devem ter acesso, em meio físico, aos manuais das máquinas e equipamentos, fichas de registro de manutenção, aos livros de registros, instruções de trabalho e normativos de segurança no trabalho. É dever da equipe de manutenção estudar as instruções de trabalho e colaborar com o calendário das manutenções das tubulações, máquinas e equipamentos.

2.3.2 MANUTENÇÃO DAS BARRAGENS DE ATERRO

Tratando-se de barragens de aterro, como se enquadra a Carangueja, deve ser observado preventivamente para ser feita manutenção corrente, as seguintes estruturas da barragem:

- Crista do Barramento (Coroamento);
- Talude de Montante (Rip-Rap);
- Talude de Jusante e áreas adjacentes;
- Drenagem das Ombreiras (Escoamento Superficial);
- Órgãos Extravasores (vertedouro, descarga de fundo, bacia de dissipação);
- Reservatório (Presença de materiais flutuantes, plantas aquáticas, etc.)

Destaca-se a importância de se manter o controle do assoreamento junto às entradas dos órgãos extravasores, assim como, o controle de materiais flutuantes no reservatório e a retirada da vegetação excessiva no entorno do barramento. Isto se dá, em virtude dos períodos de cheias, onde podem ocorrer sérios problemas quanto à percolação dos fluidos e a força de arrasto nos setores de escoamento das águas.

A tabela 19 do Item 2.3.2.3, demonstra um cronograma com as estruturas importantes e seus principais tópicos os quais devem ser analisados, juntamente com o período (meses) que cada item deve ter sua manutenção realizada, se necessário.

2.3.2.1 PRINCIPAIS ANOMALIAS BARRAGEM CARANGUEJA

Tratando-se da Barragem Carangueja desde seu primeiro enchimento em meados da década de 70, até a presente data, uma das anomalias que foi presente em seu reservatório foi a presença de “baronezas” – Nome científico: Eichhornia Crassipes - são plantas aquáticas flutuantes que têm preferência por rios de fluxo lento, reproduzem-se rapidamente por meios vegetativos e possuem grande capacidade de tolerância e absorção de poluentes como, por exemplo, águas contaminadas por esgoto e rejeitos industriais, incluindo metais pesados.

No ano de 1985, foi estudada e comprovada a necessidade de alteamento da barragem, tendo em vista o potencial hídrico da bacia hidrográfica do rio paraíba do meio, bem como, o aumento da demanda da cidade de Palmeira dos Índios e regiões adjacentes. Dessa forma, a mesma foi alteada em sua crista e vertedouro em 1,60m, passando de 18m para 19,60m de altura de sua fundação até sua crista.

No final do ano de 2016, ocorreu a maior crise hídrica registrada em seus 40 anos de funcionamento, chegando a atingir o volume morto em seu reservatório. Todavia, conforme recomenda os manuais da Agência Nacional de Águas, a CASAL providenciou uma inspeção visual dos órgãos internos e externos da barragem com seu corpo técnico de engenheiros, bem como, foi realizada a limpeza de seu reservatório, entorno e órgãos extravasores.

A barragem ao decorrer dos anos até a presente data, não possui registros de inspeções de segurança com relatórios técnicos e fotográficos, assim como, registros de controle, manutenção, alterações e anomalias nos arquivos e acervos da Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL.

2.3.2.2 ANOMALIAS FREQUENTEMENTE PRESENTES EM BARRAGENS DE ATERRO

Entre as anomalias que mais frequentemente se verificam, quer na fundação quer no corpo das barragens de aterro, que poderão exigir trabalhos de reparação (ICOLD, 1994), podem referir-se a:

- a) Erosão interna ou superficial, originando surgências, galgamentos, etc.;
- b) Perda de resistência dos solos e das rochas, com o desenvolvimento de fissuras;
- c) Instabilidade dos taludes dos paramentos;
- d) Deformação excessiva produzindo depressões, nomeadamente, recalques e afundamentos;
- e) Deficiências nas proteções dos taludes de montante e de jusante;
- f) Crescimento excessivo da vegetação;
- g) Buracos abertos por animais.

De salientar que muitas anomalias verificadas nas barragens de aterro e sua fundação são consequências de fenômenos de erosão interna, que são uma das causas principais de incidentes e rupturas, em especial, nas barragens mais antigas (ICOLD, 2013).

Deverá ser necessário **intervenções de emergência** em situações, tais como:

- O aterro está prestes a ser galgado ou está galgando;
- O aterro está prestes a abrir uma brecha por erosão progressiva, por ruptura do talude, ou por outras circunstâncias;
- O aterro mostra sinais de "piping" evidenciados por águas de infiltração cada vez mais turvas ou outros sintomas;
- O aterro apresenta evidências de percolação excessiva, aparecendo água, ou o aterro está cada vez mais saturado, a água começa a sair cada vez em maior quantidade no talude de jusante;
- O vertedouro está bloqueado, existem restrições ao escoamento ou está inoperante.

Para o **reservatório**, os principais cenários de deterioração estão associados a problemas geológicos e geotécnicos e a problemas hidráulicos, nomeadamente:

- A estabilidade dos taludes, a sedimentação e assoreamento, a queda de grandes massas de rochas, a sismicidade induzida e, em alguns casos, a permeabilidade;
- O assoreamento e a qualidade da água, designadamente, associada a problemas de eutrofização e de salinização.

Tabela 16 – Manutenção do Reservatório

1. Principais anomalias:
Instabilidade dos taludes, quedas de grandes massas de rochas das margens
Perda excessiva de água do reservatório
Assoreamento e má qualidade da água
2. Ações de manutenção corrente:
Controle do assoreamento junto às entradas dos órgãos de operação (extravadores)
Controle de materiais flutuantes, em especial junto às entradas dos órgãos extravadores e de operação
Medidas de controle do uso do solo nos casos de risco de salinização
Revegetação ou corte de vegetação excessiva no entorno do reservatório

2.3.2.3 CRONOGRAMA E AÇÕES DE MANUTENÇÃO CORRENTE EM BARRAGENS DE TERRA

Tabela 17 – Cronograma de Manutenção Preventiva

Atividade de Manutenção Preventiva	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A – Crista da barragem												
A.1 - Reparação corrente de trincas devido à secagem			X						X			
A.2 - Regularização geométrica (correção do nivelamento).			X						X			
A.3 - Garantia da integridade da vedação (cercas)			X			X			X			X
A.4 - Preenchimento de sulcos ligeiros e buracos pequenos			X			X			X			X
A.5 - Reparação do pavimento			X						X			
A.6 - Reparação do sistema de drenagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A.7 - Corte de Vegetação	X		X		X		X		X		X	
B – Talude de montante (rip-rap)												
B.1 - Arranque ou remoção de vegetação	X		X		X		X		X		X	
B.2 - Recargas e regularização de material de proteção									X			
B.3 - Substituição de material degradado									X			
B.4 - Manutenção da proteção vegetal (se existente) ou do rip rap									X			
B.5 - Garantia da integridade da vedação (cercas)			X			X			X			X

C – Talude de jusante e área adjacente												
C.1 - Corte de vegetação excessiva			X						X			
C.2 – Reparação do sistema de drenagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C.3 – Colmatação de tocas e túneis de animais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C.4 – Vedação à passagem ou pastagem de animais		X			X			X			X	
C.5 – Reparação dos acessos aos equipamentos e à instrumentação da barragem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
D – Inserção do aterro nas ombreiras												
D.1 – Drenagem de escoamento superficial nas ombreiras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E – Contato do aterro com estruturas rígidas												
E.1 – Reparação de sulcos e aberturas		X		X		X		X		X		X
F – Canal de Aproximação												
F.1 – Limpeza de detritos e outros obstáculos	X		X						X		X	
F.2 – Regularização geométrica			X						X			
F.3 – Corte de vegetação arbustiva e de árvores na proximidade	X		X						X		X	
G – Canal do Vertedouro												
G.1 – Limpeza de detritos e outros obstáculos	X		X							X	X	
G.2 – Regularização geométrica (soleira e taludes)			X							X		
G.3 – Reparação de trincas e ravinamentos (soleira e taludes)			X							X		X
G.4 – Reparação de trincas e deformações no contato com o terreno natural			X							X		

G.5 – Corte de vegetação arbustiva e de árvores na proximidade			X							X		X
H – Bacia de Dissipação												
H.1 – Reparação de deterioração no concreto		X								X		
H.2 – Garantia de integridade da vedação (cerca)		X			X			X			X	
I – Descarga de fundo e tomada d'água												
I.1 – Manuseio da comporta ou válvula de jusante		X							X			
I.2 – Reparo e/ou Manutenção das estruturas civis existentes (Válvulas, registros, etc.)			X							X		
I.3 – Reparo e/ou recuperação das estruturas civis existentes			X							X		
J – Reservatório												
J.1 – Remoção das plantas aquáticas			X			X			X			X

2.3.3 MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A manutenção dos equipamentos hidromecânicos destina-se a garantir as suas condições de operacionalidade e segurança. Esta garantia é essencial para a segurança da barragem, nomeadamente, no que respeita ao equipamento dos seus órgãos de segurança, como é o caso dos órgãos extravasores (vertedouros).

2.3.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA:

É a correção da falha de maneira aleatória, afirma Pinto & Xavier (2001:37), ou seja, é a manutenção atuando no momento da falha do equipamento, agindo de forma impulsiva. Caracteriza-se pela ação, sempre após a ocorrência da falha, que é aleatória, e sua adoção leva em conta fatores técnicos e econômicos.

2.3.3.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA:

É a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função do acompanhamento da manutenção preditiva ou pela decisão de operar até a quebra da máquina, afirma Pinto & Xavier (2001:38). A manutenção corretiva planejada possibilita o planejamento dos recursos necessários para a operação, uma vez que a falha é esperada.

2.3.3.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA:

É a atividade que atua antecipadamente para que NÃO haja a reparação. Ela possui a intenção de reduzir a probabilidade de falha de uma máquina ou equipamento, ou ainda a degradação de um serviço prestado. É uma intervenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha, ou seja, é o conjunto de serviços de inspeções sistemáticas, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando evitar falhas.

2.3.3.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA:

É a atividade que visa ao estudo de sistemas e equipamentos com análises de desempenho, a fim de PREDIZER e apontar eventuais anomalias, além de direcionar e implementar a manutenção preventiva. Esta manutenção prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições necessárias para que este tempo seja aproveitado. As técnicas mais utilizadas para manutenção preditiva são: Análise de vibração; Ultrassom; Inspeção Visual; Técnicas de análise não destrutivas (termografia, etc.).

2.3.4 MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E ELETROMECÂNICOS

- Equipamentos Hidromecânicos:

Os Equipamentos hidromecânicos são aqueles utilizados em barragens como elementos de fechamento para controle de passagem de água, em nosso caso, é utilizado para a Manutenção do nível de água.

Os Equipamentos hidromecânicos podem realizar as seguintes operações:

- a) Abrir e fechar em condições normais ou em emergência;
- b) Regular Vazão.

Podemos dividir esses equipamentos em grupos:

- a) Comportas;
- b) Grades;
- c) Válvulas;
- d) Bombas.

- Manutenção de bombas:

Nas barragens, de maneira similar às turbinas, as bombas têm função operativa, ou seja, não tem relação com a segurança da estrutura. Normalmente, seu emprego está ligado ao abastecimento de água advindo do reservatório, ou no esgotamento de estrutura como casa de força e galerias. Na barragem da Carangueja seu fito é de abastecimento de água.

Sua falha pode ocasionar transtornos severos como o desabastecimento de populações.

- Manutenção de Comportas e Válvulas

Em comportas e válvulas, deve-se procurar por superfícies danificadas, incluindo:

- a) Fissuras;
- b) Soldas quebradas;
- c) Peças faltando, com folgas ou quebradas;
- d) Perde de revestimento de proteção;
- e) Corrosão e ferrugem de metais;
- f) Cavitação

2.3.6 FICHA PARA AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES CIVIS

Abaixo, segue modelo de Ficha para Avaliação das instalações civis presentes no entorno da Barragem.

Tabela 19 – Ficha de Avaliação das Instalações Cíveis

FICHA PARA AVALIAÇÃO – INSTALAÇÕES CIVIS		Data:				
GERÊNCIA REGIONAL:						
BARRAGEM:						
ESTRUTURA / PRÉDIO:						
ITEM:	DESCRIÇÃO:	PONTUAÇÃO:				
		1	2	3	4	5
1	PINTURA					
2	COBERTA					
3	PISO					
4	INSTALAÇÃO HIDRO-SANITÁRIA					
5	INSTALAÇÃO ELÉTRICA PREDIAL					
6	ESQUADRIAS					
7	ÁREA BRITADA					
8	ACESSOS					
9	CERCA					
10	ALAMBRADO					
11	DRENAGEM					
12	BASE DE EQUIPAMENTOS					
13	ILUMINAÇÃO					
14	CANALETAS					
PARECER:						

Legenda:

- Grau 05 – Perfeito Estado de Conservação (76 - 100%)
- Grau 04 – Bom Estado de Conservação (51 - 75%)
- Grau 03 – Mediano Estado de Conservação (26 - 50%)
- Grau 02 – Baixo Estado de Conservação (11 - 25%)
- Grau 01 – Péssimo Estado de Conservação (0 - 10%).

2.3.7 CRONOGRAMA DE TESTES DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS

Segue abaixo, Cronograma de Testes nos equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos da barragem Carangueja.

Tabela 20 – Cronograma de Testes de Equipamentos

Programação Básica de Segurança			
Método Utilizado	Equipamentos Vigiadados	Equipamentos Necessários	Periodicidade da Verificação
Método de Vibração	Motores	Medidor de Vibração e/ou Analisador e/ou Sistema de Vigilância Permanente	3000 a 5000 horas e/ou duas vezes ao ano
	Redutores		
	Compressores		
	Bombas		
	Ventiladores		
Medição das falhas de rolamentos	Todos os rolamentos	Medidor especial ou analisador	500 horas e/ou duas vezes ao ano
Análise Estreboscópica	Todos os lugares onde se quiser estudar um movimento, controlar a velocidade ou medir os planos	Estreboscópio Especial ou analisador	Segundo a necessidade
Análise dos óleos	Redutores e circuitos hidráulicos	Feita pelo fabricante	6 meses
	Motores		
Termografia	Equipamentos de alta tensão	Subcontratação	12 meses
	Distribuição de baixa tensão		
	Componentes Eletrônicos		
	Equipamentos com componentes refratários		
	Válvulas, registros e tubulações		
Exame Endoscópico	Cilindros de Compressores	Endoscopia + fotos	Segundo a necessidade
	Aletas		
	Engrenagem danificadas		

2.3.8 SEGURANÇA NO TRABALHO

A área de Segurança do Trabalho é de extrema importância no dia a dia das empresas e dos trabalhadores. Medidas preventivas essenciais para a redução, controle e eliminação de riscos de acidentes e de doenças ocupacionais.

Trabalhadores seguros, sadios e bem informados, contribuem para o alcance de um ambiente de trabalho seguro e agradável. Consequentemente há maior motivação, crescente desenvolvimento pessoal e organizacional, maior produtividade e qualidade das atividades exercidas. Cabe ao empregado e ao empregador cumprir às normas regulamentadoras (NR). Para os serviços de manutenção deve-se atender a **NR-06 – Equipamento de Proteção Individual (EPI)**, a **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**, a **NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**, a **NR-24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**, e a **NR-26 – Sinalização de Segurança**.

Destaque-se, os seguintes itens da NR-06:

“6.3 – A empresa é obrigada a fornecer, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) Sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;
- e,
- c) Para atender as situações de emergência.”

“6.6 – Responsabilidades do empregador. 6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI:

- a) Adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) Exigir seu uso;
- c) Fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) Substituir imediatamente quando danificado ou extraviado;

- f) Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,
- g) Comunicar ao TEM qualquer irregularidade observada;
- h) Registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.”

“6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI:

- a) Usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) Responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) Comunicar ao empregador qualquer alteração que torne impróprio para uso; e,
- d) Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.”

Ainda na NR-06, os EPIs importantes consistem em: Capacete, Capuz ou Balaclava, Óculos, Protetor Auditivo, Respirador purificador de ar não motorizado, Vestimentas, Luvas, Calçado, Calça, Macacão, Cinturão de segurança com talabarte.

Tratando-se da NR-10, que regulamenta a segurança em instalações e serviços em eletricidade, estabelece as medidas de controle que devem ser adotadas como forma de prevenir o risco elétrico e outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, como forma de garantir a segurança e a saúde no local de trabalho.

Também, importante conhecer A NR-12, que define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos.

A NR-24 estabelece as condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho, onde determina ser satisfatória a metragem de 1m² para cada sanitário, por 20 operários em atividade. Assim como, deverá ter 01 chuveiro para cada 10 operários em atividade ou operações insalubres, ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, ou nos casos em que estejam expostos a calor intenso. Entre outros itens.

A importância da NR-26 se dar por determina as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando as canalizações empregadas nas indústrias para a condução de líquidos e gases e advertindo contra riscos.

2.4 PLANO DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

O monitoramento dos deslocamentos ocorridos ao longo de seções críticas do conjunto barragem/fundação é particularmente importante em termos da quantificação e distinção dos recalques oriundos do próprio maciço compactado e da fundação, da locação de superfícies críticas de ruptura em profundidade e da avaliação do potencial de desenvolvimento de trincas de tração na barragem por recalques diferenciais ou de trincas de cisalhamento induzidas por deslocamentos horizontais diferenciais.

Os deslocamentos verticais são verificados ao longo de uma seção paralela ou longitudinal ao eixo da barragem, uma vez que a variação da forma destas curvas de recalques, após a construção da barragem, permite a extrapolação do comportamento observado, em termos da definição da magnitude dos recalques finais e dos tempos de estabilização.

As grandezas, cuja medição é recomendada para qualquer tipo de barragem, são:

- Os níveis da água no reservatório, a montante e a jusante;
- As temperaturas do ar e da água do reservatório;
- As precipitações.

As duas principais causas de ruptura de barragens de terra são:

- Erosão interna ou entubamento (em inglês, *piping*) e
- Galgamento (em inglês, *overtopping*).

A ruptura por piping ocorre quando há uma erosão interna de jusante para montante, formando um tubo (em inglês, *pipe*), com carreamento de partículas de solo pelo maciço, devido ao fluxo de água excessivo de montante para jusante. O deslocamento de partículas do barramento desestabiliza o equilíbrio de forças na matriz do solo e o estado de tensões no maciço por onde ocorre esse fluxo. O fenômeno é progressivo até a formação de uma brecha e o colapso da estrutura. O piping ocorre com mais frequência no primeiro enchimento e nos cinco primeiros anos de operação. É mais comum de ocorrer no barramento, mas ocorre também na fundação.

Grandezas a se monitorar nas barragens de aterro:

- Deslocamentos superficiais, por métodos geodésicos;
- Recalques, na barragem e na fundação, por intermédio de medidores e placas;
- Deslocamentos da barragem e na fundação, por intermédio de inclinômetros;
- Pressões da água, na barragem e fundação, por intermédio de piezômetros de tubo aberto ou hidráulicos com ponteira, piezômetros pneumáticos e células piezométricas;
- Tensões totais, na barragem, por intermédio de células de pressão total.

Tipos de Equipamentos:

Medidores de Deslocamentos Verticais:

- Marcos de Deslocamento Superficial;
- Placas de Recalque com Tubos Telescópicos;
- Medidores de Recalque tipo KM;
- Medidores de Recalque Magnéticos;
- Medidores de Recalque tipo USBR;
- Medidores de Recalques Tipo Caixa Sueca;
- Medidores Pneumáticos Tipo Hall;
- Perfilômetro de Recalques;
- Inclinômetros de Recalques;
- Eletrônicos.

Medidores de Deslocamentos Horizontais:

- Extensômetros de Hastes;
- Medidores Magnéticos;
- Inclinômetros Horizontais.

Outros Instrumentos Necessários:

- Instrumentos para a Medição do Nível D'água;
- Instrumentos para a Medição de Tensões;
- Piezômetros de Tubo Aberto (Tipo Casagrande);
- Piezômetros Pneumáticos;
- Piezômetros Hidráulicos;
- Piezômetros Elétricos.

2.4.1 ATUALIZAÇÕES

Deve-se realizar as atualizações dos planos de monitoramento e instrumentação pelo menos nas revisões nos planos de segurança de barragens, na execução de *as built* ou quando houver necessidade.

2.4.2 LEITURAS E PROCESSAMENTO DOS DADOS

As leituras dos instrumentos de uma barragem deverão ser realizadas por equipes de bom nível técnico e treinada para tal, visto que a precisão dos dados obtidos estará diretamente condicionada à qualidade e cuidado dos leituristas. Estes deverão receber treinamento apropriado, e serem periodicamente motivados através de palestras e conferências; além disso, é importante que as medições sejam realizadas sempre pelos mesmos leituristas, para manter-se os erros sistemáticos sob controle e, também, para que os mesmos atuem como os primeiros inspetores visuais, informando imediatamente aos seus superiores quaisquer observações encontradas que possam ser indícios de comportamento anômalo das estruturas.

A seguir, têm-se a tabela com as **frequências mínimas de leitura** recomendadas para instrumentação de barragens de terra.

Tabela 21 – Frequências Mínimas de Leitura

GRANDEZA MEDIDA	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO			
	CONSTRUTIVO	PRIMEIRO ENCHIMENTO	INÍCIO DE OPERAÇÃO	OPERAÇÃO NORMAL
Deslocamentos Superficiais	Mensal	Semanal	Mensal	Semestral
Deslocamentos Internos	Semanal	Semanal	Quinzenal	Mensal
Deformação	Semanal	Semanal	Quinzenal	Mensal
Pressão total / efetiva	Semanal	2x Semana	Semanal	Mensal
Poropressão	Semanal	2x Semana	Semanal	Quinzenal
Subpressão	Semanal	3x Semana	2x Semana	Quinzenal
Nível d'água	Semanal	3x Semana	2x Semana	Quinzenal
Vazão de infiltração	Semanal	Diárias	3x Semana	Semanal

Fonte: Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas

A seguir, têm-se às recomendações de **manutenção de instrumentação** de barragens de aterro, segundo a Agência Nacional de Águas.

Tabela 22 – Recomendações de Manutenção de Instrumentação em Barragens de Aterro

MARCOS TOPOGRÁFICOS E DE REFERÊNCIA	Pintura e identificação periódica
	Limpeza da vegetação em torno do equipamento
	Conservação dos acessos
PLACAS DE RECALQUE	Verificação do estado de conservação das tampas após cada leitura
	Pintura e identificação periódica
	Identificação e pintura
	Pintura e identificação periódica
PIEZÔMETROS DE TUBO ABERTO	Pintura e identificação periódica da cabeça exterior
PIEZÔMETROS PNEUMÁTICOS E ELÉTRICOS, E CÉLULAS DE PRESSÃO TOTAL	Ações de conservação das estruturas das centrais de leitura (drenagem, desumidificação, pinturas) e do acesso.
	Verificação ou identificação dos cabos ou tubos
MEDIDORES DE VAZÃO	Limpeza de sedimentos e de vegetação
	Identificação e pintura

2.4.3 REGISTROS DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

As leituras dos vários instrumentos de auscultação de uma barragem, após devidamente processadas e representadas em tabelas e gráficos, deverão ser reunidas em um relatório completo de dados, cuja frequência de emissão poderá ser a seguinte:

- Período construtivo: mensal
- Fase de enchimento: semanal
- Primeiro ano de operação: trimestral
- **Operação: Semestral.**

A CASAL, quando da implantação dos instrumentos de auscultação na barragem, terá às leituras armazenadas e acompanhadas em seus centros de controle operacionais existentes.

2.4.4 INSTRUÇÕES DE SERVIÇO – Instalação, Operação, Aferição e Manutenção da INSTRUMENTAÇÃO.

- **Objetivo:**
Estabelecer critérios e procedimentos para a instalação, operação, aferição e manutenção dos instrumentos de auscultação civil em Barragens da CASAL.
- **Conceituação:**
Entende-se pôr instrumento de auscultação civil, todo e qualquer aparelho, eletrônico ou não, que venha a acompanhar e informar as anomalias das estruturas civis, durante a construção e operação das mesmas.
- **Abrangência:**
Este instrumento normativo abrangerá a execução dos serviços de instalação, operação, aferição e manutenção da instrumentação no processo de manutenção das instalações civis das barragens da CASAL.
- **Periodicidade:**
Semestralmente

2.4.4.1 PIEZÔMETROS DE TUBO ABERTO

Empregado na observação de subpressão em maciços rochosos e pressões neutras em solos. Constitui-se de tubulação de PVC, instalada no interior de um furo de sondagem, até o local onde se deseja medir a subpressão.

- **Grandeza de medida:**
Pressão
- **Sensibilidade:**
0,01m (depende da graduação da trena acoplada ao cabo ou a do próprio cabo).

- Equipamentos de leituras:
 - a) Cabo elétrico, graduado de metro em metro;
 - b) Ponteira também conhecida por sonda ou pio elétrico;
 - c) Micro-amperímetro;
 - d) Escala métrica constituída por régua de um metro ou trena;
 - e) Lanterna, prancheta com material apropriado para anotações, etc.

- Roteiro de operação/leitura:
 - a) Ligar o cabo elétrico ao amperímetro (caso em que o pio seja elétrico).
Verificar o seu funcionamento antes de executar a leitura.
 - b) Introduzir a ponteira(pio) no interior do tubo piezométrico lentamente até que o ponteiro do micro-amperímetro se mova.
 - c) Erguer, lentamente o cabo até que o micro-amperímetro indique não haver corrente elétrica e em seguida descer lentamente até restabelecer novamente a corrente elétrica, segurando firmemente o cabo junto à boca do tubo.
 - d) O número de marcas, constantes no cabo elétrico, que foi introduzido no tubo, mais os centímetros lidos com a escala, que foram medidos entre a última marca enfiada no tubo e aquele ponto segurado pela mão do operador, representa a leitura no nível d'água dentro do piezômetro.
 - e) No caso de transbordamento d'água pela boca do piezômetro, instala-se uma mangueira transparente no terminal, acoplada a uma régua graduada, coincidindo o zero com o nível da boca do tubo. Desse modo a leitura é feita diretamente pela posição do menisco na régua.
 - f) No caso de leitura efetuada com micro amperímetro, cabo elétrico o ponteiro, o cálculo da cota piezométrica será efetuado pela seguinte fórmula: $Cota\ piezométrica = cota\ do\ topo - leitura$.
 - g) No caso de leitura efetuada com régua e mangueira, acopladas ao piezômetro, o cálculo da cota piezométrica será da seguinte forma: $Cota\ piezométrica = cota\ do\ topo + leitura$.
 - h) Quando o piezômetro for instalado formando ângulo com a vertical, usa-se a fórmula: $Cota\ piezométrica = cota\ do\ topo - leitura \times \cos(\theta)$.
 - i) Quando as cotas piezométricas obtidas forem iguais ou superiores àquelas estabelecidas como limites pela projetista da obra, as leituras

deverão ser refeitas. Permanecendo a mesma leitura, comunicar imediatamente ao órgão normativo.

- j) Quando o piezômetro se apresentar obstruído não deve ser suspensa a leitura pois a pressão aumentando pode ocorrer que o nível d'água ultrapasse a obstrução, passando a fornecer leituras.
- k) O piezômetro pode não registrar nível d'água tendo porém, no seu fundo, lama ou lodo que, em contato com a ponteira, feche o circuito e erroneamente forneça leitura. Nesse caso, o leiturista percebe a existência de lama na ponteira e anota na coluna para observações como "seco".
- l) Ao introduzir o cabo no tubo, contar corretamente, o número de marcas que penetraram. Recontar as marcas na subida do cabo para efeito de confirmação de quantidades.

- **INSTALAÇÃO**

- a) Executa-se um furo de sondagem, até a cota onde se deseja medir a pressão.
- b) Instala-se um tubo de PVC rígido com o diâmetro de 1" perfurado na extremidade numa extensão de 1,00 (4 linhas de 3/16 com espaçamento entre eles de 20mm).
- c) Envolve-se a parte perfurada com manta de bedim ou filtro de areia e/ou pedriscos, sendo o restante do furo de sondagem preenchido com calda de cimento, bentonita ou argila plástica.
- d) A extremidade inferior do tubo deve ser vedada deixando-se, porém, um orifício para saída da água no caso de um rebaixamento do N.A.
- e) Para a proteção, colocar um tampão rosqueável na boca do tubo e construir uma caixa protetora em concreto simples com tampa metálica e cadeado.

- **MANUTENÇÃO**

- a) Limpeza e roço da área em torno do aparelho.
- b) Ensaio de perda d'água.
- c) Pintura da tampa da caixa de proteção e dos elementos de visualização do aparelho.

- AFERIÇÃO

- a) Considerando que o cabo elétrico se alonga com o uso, sua aferição deve ser feita, pelo menos, uma vez por mês. Quando o estiramento ultrapassar 20cm, o cabo deverá ser substituído.

2.4.4.2 EXTENSÔMETROS DE HASTES

O instrumento é composto de hastes, chumbadores, mangueiras plásticas, cabeça de medição e relógio comparador. Destina-se a medir deformações em maciços rochosos e estruturas de concreto.

- Grandeza Medida

Variação de distância entre dois pontos, de uma massa de concreto ou rocha, alinhados em uma mesma direção.

- Sensibilidade

0,01mm (Centésimo de milímetros)

- Tipos de Extensômetros

- a) Extensômetro Simples de Hastes
- b) Extensômetro Múltiplo de Hastes

- Equipamento de leitura

- a) Relógio comparador
- b) Aferidor para o relógio

- Roteiro de operação/aferição

- a) Remover os elementos de proteção da cabeça das hastes ou a cabeça de leitura;
- b) Limpar cuidadosamente, com pincel de pelo macio, antes da leitura, os pontos de apoios do relógio comparador;
- c) Aplicar o relógio comparador no ponto de referência correspondente a haste que se quer medir;
- d) Anotar os valores, lidos no relógio para cada haste, no boletim de leitura;
- e) Repor os elementos de proteção da cabeça das hastes.

- **Instalação**
 - a) Executar furo no diâmetro de 2" para os extensômetros simples de haste, e de 3" para os extensômetros múltiplos de hastes, sendo estas envolvidas por mangueiras de 3/4" de diâmetro;
 - b) Executar a ancoragem com vergalhão de aço especial com ranhura e comprimento aproximado de 30cm, tendo a extremidade livre rosqueada para acoplamento das hastes devendo ser fixadas cimentando-se de que o rosqueamento foi até o último curso, aplicando-se, antes, cola epóxi;
 - c) Entre uma ancoragem e outra (caso de extensômetros múltiplos), deverá ser preenchido com pedriscos;
 - d) Efetuar a fixação da cabeça do extensômetro, através de chumbadores;
 - e) Colocar sistema de drenagem da cabeça do extensômetro;
 - f) Forjar na cabeça do extensômetro a numeração das hastes, partindo da mais profunda (no1), para a menos profunda;
 - g) Colocar tampa de proteção da cabeça;
 - h) Executar pintura de identificação conforme instrução específica.

- **Manutenção**
 - a) Combater infiltrações na região da cabeça de leitura;
 - b) Combater a carbonatação;
 - c) Desobstrução do sistema de drenagem;
 - d) Recuperar, quando necessário, a pintura de visualização e identificação do instrumento.

2.4.4.3 BASES DE ALONGÂMETRO

Pinos ou pastilhas de referência que, aplicados às estruturas de concreto ou rocha, servem de base ao alongâmetro para medir deslocamentos relativos de juntas de contração, de fissuras e deformações em um plano.

- **Grandeza medida**

Variação da distância entre dois pontos.
- **Tipos de bases de alongâmetro**
 - a) Base de Alongâmetro Simples - quando os pinos ou pastilhas são em números de dois;

- b) Base de Alongâmetro Dupla - quando os pinos ou pastilhas são em números de três, dispostos segundo duas retas que formam um ângulo de 90°;
 - c) Base de Alongâmetro Tripla - quando os pinos ou pastilhas são em números de três e dispostos segundo um triângulo equilátero (lados iguais).
- **Instalação**
 - a) Os pinos são chumbados à estrutura através de pasta de cimento ou massa epóxica, em um furo feito com broca de vídea.
 - b) Para aplicação dos pinos ou pastilhas, deverá ser usado um gabarito compatível com o comprimento ou faixa de trabalho do alongâmetro.
- **Aparelho de Leitura**

É constituído de uma base metálica articulada, acoplada a um relógio comparador.
- **Sensibilidade**

0,01mm
- **Roteiro de Operação/Leitura**
 - a) Após remoção dos dispositivos de proteção, aplicar o Alongâmetro nos encaixes dos pinos ou pastilhas de cada base e proceder a leitura no relógio comparador (micrômetro);
 - b) Repetir a leitura e confrontar com os valores de leituras anteriores e, caso constatada variação significativa (ex: 1,00mm), repetir a leitura. Caso persista a mesma leitura, pesquisar o motivo e registrar;
 - c) Anotar a medida em boletim apropriado;
 - d) Terminada a leitura, repor os dispositivos de proteção dos pinos ou pastilhas.
- **Manutenção**
 - a) O Alongâmetro deverá estar sempre limpo e lubrificado e colocado em seu estojo, após cada uso;

- b) Limpar frequentemente os pinos ou pastilhas com flanela ou pincel, e lubrificá-los com óleo anti-ferrugem;
 - c) Combater/eliminar infiltrações na área dos pinos ou pastilhas.
- Calibração
 - a) A calibração do Alongâmetro é efetuada com a utilização de barra de ínvar onde contém as medidas de ajuste da base do alongâmetro;
 - b) Deve ser realizada antes de cada campanha de leitura.

2.5 PLANEJAMENTO DAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

2.5.1 PERIODICIDADE

Em virtude de a Barragem Carangueja ser classificada na categoria de risco MÉDIO e de Dano Potencial Associado ALTO, em instância federal, a Resolução nº 236/2017 da Agência Nacional de Águas (ANA), em seu Art. 13º, **determina** que suas inspeções de segurança regular sejam **realizadas, no mínimo, uma vez a cada 12 meses.**

Em instância estadual, a Portaria nº 491/2015 da Secretária Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH/AL), em seu Art. 4º, I, **determina** que suas inspeções de segurança regular sejam **realizadas a cada 06 meses.**

2.5.1.1 DETECÇÃO DE ANOMALIA

Na ocasião de uma inspeção regular, se for constatada alguma anomalia ou ainda se houver alguma informação de anomalia, a equipe de segurança do empreendedor deve ser informada e analisar do ponto de vista técnico qual o grau de risco da ocorrência.

Compete a equipe classificar o nível de perigo da barragem em quatro instâncias à saber:

Normal – Não há anormalidade ou deformação, ou quando as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem;

Atenção – As anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem em curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas ao longo do tempo;

Alerta 01 – As anomalias encontradas representam risco à segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema. Comunicar às autoridades de Defesa Civil.

Emergência 01 – As anomalias encontradas representam risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para a prevenção e redução dos danos materiais e a humanos decorrentes de uma eventual ruptura da barragem. Comunicar às autoridades de Defesa Civil.

2.5.2 RECURSOS NECESSÁRIOS (EQUIPAMENTOS)

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) em seu Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, no item 3.2 do Volume II (Planos e Procedimentos), a equipe deve ser portadora dos seguintes equipamentos na inspeção de segurança regular:

- Nível;
- Martelo de Geólogo;
- Canivete;
- Corda;
- Binóculo;
- Lanterna;
- Trado para colher amostras;
- Sacos para amostras;
- Medidor de nível de água nos piezômetros;
- Câmara de vídeo;

- Trena (2 a 5 metros);
- Máquina Fotográfica;
- Caderno de apontamentos e caneta;
- Aparelho de Global Positioning System (GPS);
- Caixa de primeiros socorros;
- Fissurômetro (inserção: contribuição 53);
- Equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletivo (EPCs);
- Ficha de todos os componentes da barragem para preenchimento em campo.

2.5.3 ANOMALIAS A VERIFICAR NAS INSPEÇÕES

Objetiva, por itens que compõem a barragem, identificar as situações que podem afetar sua segurança.

2.5.3.1 BARRAGEM (BARRAMENTO):

- **Talude de montante:** erosão, escorregamento, Rachaduras/afundamento, Rip-Rap incompleto, destruído ou deslocado, afundamentos e buracos, árvores e arbustos, erosão nos encontros das ombreiras, canaletas quebradas ou obstruídas, formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais, sinais de movimento

- **Coroamento:** erosão, rachaduras, falta de revestimento, falha no revestimento, afundamento e buracos, árvores e arbustos, defeitos na drenagem, defeitos no meio-fio, formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais, sinais de movimento, desalinhamento de meio-fio, ameaça de transbordamento da barragem

- **Talude de jusante:** erosões, escorregamentos, rachaduras/afundamentos, falha na proteção granular, falha na proteção vegetal, afundamento e buracos, árvores e arbustos, erosão nos encontros das ombreiras, cavernas e buracos nas ombreiras, canaletas quebradas ou obstruídas, formigueiros

cupinzeiros ou tocas de animais, sinais de movimento, sinais de fuga d'água ou áreas úmidas, carreamento de material na água dos drenos;

- **Região a jusante da barragem:** construções irregulares próximas ao leito do rio, fuga d'água, erosão nas ombreiras, cavernas e buracos nas ombreiras, árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem;

- **Instrumentação:** acesso precário aos instrumentos, piezômetros entupidos ou defeituosos, marcos de recalque defeituosos, medidores de vazão de percolação defeituosos, falta de instrumentação, falta de registro de leituras da instrumentação

2.5.3.2 SANGRADOURO/VERTEDOIRO

- **Canais de aproximação e restituição:** árvores e arbustos, obstrução ou entulhos, desalinhamento dos taludes e muros laterais, erosão ou escorregamento nos taludes, erosão na base dos canais escavados, erosão na área à jusante (erosão regressiva), construções irregulares (aterro, casa, cerca);

- **Estrutura de fixação da soleira:** rachaduras ou trincas no concreto, ferrugem do concreto exposta, deterioração da superfície do concreto, descalçamento da estrutura, juntas danificadas, sinais de deslocamentos das estruturas;

- **Rápido/Bacia amortecedora:** rachaduras ou trincas no concreto, ferrugem do concreto exposta, deterioração da superfície de concreto, ocorrência de buracos na soleira, erosão, presença de entulhos na bacia, presença de vegetação na bacia, falha no enrocamento da proteção;

- **Muros laterais:** erosão na fundação, erosão nos contatos dos muros, rachaduras ou trincas no concreto, ferrugem do concreto exposta, deterioração da superfície do concreto;

- **Comportas do vertedouro (Se possuir):** peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura), estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura), defeito das vedações (vazamento), defeito das rodas (comporta vagão), defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores, defeito no ponto de içamento.

2.5.3.3 RESERVATÓRIO

- Réguas danificadas ou faltando, construções em áreas de proteção, poluição por esgoto, lixo, entulho e entre outros, indícios de má qualidade da água, erosão, assoreamento, desmoronamento das margens, existência de vegetação aquática excessiva, desmatamento na área de proteção, presença de animais e peixes mortos, animais pastando.

2.5.3.4 TOMADA D'ÁGUA

- **Entrada:** assoreamento, obstrução e entulhos, tubulação danificada, registros defeituosos, falta de grade de proteção, defeitos na grade;

- **Acionamento:** hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento), base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores), falta de mancais, falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura de pedestal, falta de indicador de abertura, falta de volante;

- **Comportas:** peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura), estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura), defeito das vedações (vazamento), defeito das rodas (comporta vagão), defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores, defeito no ponto de içamento;

- **Estrutura (Se houver):** Ferragem exposta da torre, falta de guarda corpo na escada de acesso, deterioração do guarda corpo na escada de acesso, ferragem exposta na plataforma (passadiço), falta de guarda corpo no passadiço, deterioração do guarda corpo no passadiço, deterioração do portão do abrigo de manobra, deterioração do tubo de aeração de "by-pass", deterioração da instalação de controle.

2.5.3.5 CAIXA DE MONTANTE (boca de entrada e "stop-log")

- Assoreamento, obstrução e entulhos, ferragem exposta na estrutura de concreto, deterioração no concreto, falta de grade de proteção, defeito na grade, peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura), estrutura do "stop-log" (Corrosão, amassamento e falha na pintura), defeito no acionamento do "stop-log", defeito no ponto de içamento.

2.5.3.6 GALERIA DE DRENAGEM

- Corrosão e vazamento na tubulação, sinais de abrasão ou cavitação, sinais de fadiga ou perda de resistência, defeitos nas juntas, deformação do conduto, desalinhamento do conduto, surgências de água no concreto, precariedade de acesso, vazamento nos dispositivos de controle, surgências de água junto à galeria, falta de manutenção, presença de pedras e lixo dentro da galeria, defeito no concreto.

2.5.3.7 ESTRUTURA DE SAÍDA

- Corrosão e vazamento na tubulação, sinais de abrasão ou cavitação, sinais de fadiga ou perda de resistência, ruídos estranhos, defeitos no dispositivos de controle, falta ou deficiência nas instruções de operação, surgências de água no concreto, precariedade de acesso (árvores e arbustos), vazamento nos dispositivos de controle, falta de manutenção, construções irregulares, falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas, presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvula, defeitos no concreto, defeitos na cerca de proteção.

2.5.3.8 MEDIDOR DE VAZÃO

- Ausência de placa medidora de vazão, corrosão de placa, defeitos no concreto, falta de escada de leitura de vazão, assoreamento da câmara de medição, erosão à jusante do medidor.

2.5.4 FICHA DE INSPEÇÃO DA BARRAGEM

Segue abaixo, primeira página da ficha de inspeção de segurança da Barragem.

Seu modelo completo encontra-se no item 4.4.

Tabela 23 – Ficha de Inspeção de Segurança da Barragem

FICHA DE INSPEÇÃO					
Barragem: _____			Município: _____		
Coordenadas: _____			Vistoriado por: _____		
Data da Inspeção: ____/____/____			_____		
Vistoria nº: ____/____			Cargo / Matrícula: _____		
Cota atual do Nível d'água: _____ m			Instituição: _____		
Rio: _____			Proprietário / Adm Regional: _____		
TIPO DE INSPEÇÃO:					
() Primeira Inspeção () Inspeção Rotina () Inspeção Regular () Inspeção Especial					
LEGENDA					
SITUAÇÃO		MAGNITUDE		NÍVEL DE PERIGO (NP)	
NA	Não Aplicável	I	Insignificante	0	Nenhum
NE	Não Existe	P	Pequena	1	Atenção
PV	Primeira Vez	M	Média	2	Alerta
DS	Desapareceu	G	Grande	3	Emergência
DI	Diminuiu				
PC	Permaneceu Constante				
AU	Aumentou				
NI	Não foi Inspecionado				
MAGNITUDE:					
I – Insignificante: Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela Administração Regional.					
P – Pequena: Quando a anomalia pode ser resolvida pela própria Administração Regional.					
M – Média: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Regional com apoio da Administração Central					
G – Grande: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Central.					
NÍVEL DE PERIGO:					
0 – Nenhum: Não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação.					
1 – Atenção: Não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada.					
2 – Alerta: Risco a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema.					
3 – Emergência: Risco de ruptura iminente, situação fora de controle.					

2.6 CRONOGRAMA DE TESTES DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS

Segue abaixo, cronograma de testes dos equipamentos:

Tabela 24 – Cronograma de testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e Mecânicos.

Programação Básica de Segurança			
Método Utilizado	Equipamentos Vigiadados	Equipamentos Necessários	Periodicidade da Verificação
Método de Vibração	Motores	Medidor de Vibração e/ou Analisador e/ou Sistema de Vigilância Permanente	3000 a 5000 horas e/ou duas vezes ao ano
	Redutores		
	Compressores		
	Bombas		
	Ventiladores		
Medição das falhas de rolamentos	Todos os rolamentos	Medidor especial ou analisador	500 horas e/ou duas vezes ao ano
Análise Estreboscópica	Todos os lugares onde se quiser estudar um movimento, controlar a velocidade ou medir os planos	Estreboscópio Especial ou analisador	Segundo a necessidade
Análise dos óleos	Redutores e circuitos hidráulicos	Feita pelo fabricante	6 meses
	Motores		
Termografia	Equipamentos de alta tensão	Subcontratação	12 meses
	Distribuição de baixa tensão		
	Componentes Eletrônicos		
	Equipamentos com componentes refratários		
	Válvulas, registros e tubulações		
Exame Endoscópico	Cilindros de Compressores	Endoscopia + fotos	Segundo a necessidade
	Aletas		
	Engrenagem danificadas		

3. RELAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

3.1 PROJETOS

3.1.1 PROJETO BÁSICO

Com base na Resolução nº 236/2017, Anexo II – Conteúdo Mínimo e Nível de Detalhamento do Plano de Segurança de Barragem, da Agência Nacional de Águas (ANA): “Para barragens construídas antes de 21/09/2010: Projetos em nível básico e/ou executivo. **Na inexistência desses projetos, estudos simplificados no que se refere a caracterização geotécnica do maciço, fundações e estruturas associadas, levantamento geométrico (topografia) e estudo hidrológico/hidráulico das estruturas de descarga.**”

Desta forma, com a elaboração deste PSB já estamos providenciando esses estudos para anexar ao seu Vol. II.

3.1.2 PROJETO EXECUTIVO

Com base na Resolução nº 236/2017, Anexo II – Conteúdo Mínimo e Nível de Detalhamento do Plano de Segurança de Barragem, da Agência Nacional de Águas (ANA): “Para barragens construídas antes de 21/09/2010: Projetos em nível básico e/ou executivo. **Na inexistência desses projetos, estudos simplificados no que se refere a caracterização geotécnica do maciço, fundações e estruturas associadas, levantamento geométrico (topografia) e estudo hidrológico/hidráulico das estruturas de descarga.**”

Desta forma, com a elaboração deste PSB já estamos providenciando esses estudos para anexar ao seu Vol. II.

3.2 PROJETO FINAL (AS BUILT)

Com base na Resolução nº 236/2017, Anexo II – Conteúdo Mínimo e Nível de Detalhamento do Plano de Segurança de Barragem, da Agência Nacional de Águas (ANA): “Para barragens construídas antes de 21/09/2010: Projetos em nível básico e/ou executivo. **Na inexistência desses projetos, estudos simplificados no que se refere a caracterização geotécnica do maciço, fundações e estruturas associadas, levantamento geométrico (topografia) e estudo hidrológico/hidráulico das estruturas de descarga.”**

Desta forma, com a elaboração deste PSB já estamos providenciando esses estudos para anexar ao seu Vol. II.

3.3 LICENÇAS AMBIENTAIS E OUTORGAS

Estão sendo devidamente providenciadas as licenças ambientais e consequentemente suas outorgas de uso, após a elaboração deste Plano de Segurança da Barragem da Carangueja.

4.2 REGISTROS DE MANUTENÇÃO

Não foram encontrados registros de manutenção na Barragem até a presente data de conclusão deste Plano de Segurança da Barragem da Carangueja.

Todavia, os novos registros de Manutenção aqui serão devidamente adicionados ao longo do período de sua vida útil.

4.3 REGISTROS DE MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

Em virtude de a barragem não possuir monitoramento e instrumentação, não há registros de instrumentação. Todavia, a CASAL providenciará a aquisição dos equipamentos, capacitação de servidores para a realização das leituras e instalação deles no corpo do barramento.

4.4 FICHAS E RELATÓRIOS DE INSPEÇÕES DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

FICHA DE INSPEÇÃO					
Barragem: _____			Município: _____		
Coordenadas: _____			Vistoriado por: _____		
Data da Inspeção: ____/____/____			_____		
Vistoria nº: ____/____			Cargo / Matrícula: _____		
Cota atual do Nível d'água: _____ m			Instituição: _____		
Rio: _____			Proprietário / Adm Regional: _____		
TIPO DE INSPEÇÃO:					
() Primeira Inspeção () Inspeção Rotina () Inspeção Regular () Inspeção Especial					
LEGENDA					
SITUAÇÃO		MAGNITUDE		NÍVEL DE PERIGO (NP)	
NA	Não Aplicável	I	Insignificante	0	Nenhum
NE	Não Existe	P	Pequena	1	Atenção
PV	Primeira Vez	M	Média	2	Alerta
DS	Desapareceu	G	Grande	3	Emergência
DI	Diminuiu				
PC	Permaneceu Constante				
AU	Aumentou				
NI	Não foi Inspeccionado				
MAGNITUDE:					
I – Insignificante: Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela Administração Regional.					
P – Pequena: Quando a anomalia pode ser resolvida pela própria Administração Regional.					
M – Média: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Regional com apoio da Administração Central					
G – Grande: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Central.					
NÍVEL DE PERIGO:					
0 – Nenhum: Não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação.					
1 – Atenção: Não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada.					
2 – Alerta: Risco a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema.					
3 – Emergência: Risco de ruptura iminente, situação fora de controle.					

A – INFRAESTRUTURA OPERACIONAL														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Falta de documentação da barragem.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Falta de material para manutenção.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de treinamento do pessoal.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Precriedade no acesso de veículos.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de energia elétrica.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falta de sistema de comunicação eficiente.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falta ou deficiência de cercas de proteção.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Falta ou deficiência nas placas de aviso.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Falta de acompanhamento da Administração Regional.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Falta de manual de operação dos equip. Hidromecânicos e eletromecânicos.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

B – BARRAGEM														
B.1 – PARAMETRO DE MONTANTE														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão no encontro das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Abertura de juntas de dilatação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

B.2 – CRISTA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Movimentos diferenciais entre blocos (nas juntas)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração da superfície de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Desalinhamento e corrosão no parapeito (guarda-corpo)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Corrosão nos postes de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Corrosão no pórtico	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														
B.3 – PARAMETRO DE JUSANTE														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Sinais de percolação ou áreas danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

B.4 – ESTRUTURA VERTENTE														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deslocamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Erosão nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
13	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Presença de entulho na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
15	Presença de vegetação na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
16	Erosão na base dos canais (área de restituição)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

B.5 – GALERIA DE DRENAGEM E INJEÇÃO															
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
1	Deslocamento diferencial pronunciado entre blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Desplacamento do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Deterioração do portão de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Drenos obstruídos na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Precariedade de acesso à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
9	Precariedade de acesso à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
10	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
11	Falta de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
12	Falta de ventilação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
13	Presença de pedras e lixo dentro da galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
14	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
15	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
16	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
17	Vazão elevada nos drenos de alívio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
Comentários:															

B.6 – INSTRUMENTAÇÃO															
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
1	Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Marcos de Referência danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Medidores de vazão defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Outros instrumentos danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Falta de registro de leituras de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
Comentários:															

C - VERTEDOR															
C.1 – CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO															
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
1	Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Obstrução ou entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Erosão ou escorregamento nos taludes laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Erosão na base dos canais escavados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Erosão na área a jusante do vertedouro	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
Comentários:															

C.2 – ESTRUTURA VERTENTE														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Fissuras (trincas ou rachaduras) no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Sinais de deslocamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Fissuras (trincas ou rachaduras) nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
11	Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														
C.3 – MUROS LATERAIS														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

C.4 – RÁPIDO / BACIA AMORTECEDORA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Fissuras no concreto (muro)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Presença de entulho na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Falha no enrocamento de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Presença de vegetação na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

D – TOMADA D'ÁGUA														
D.1 - COMPORTAS														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Estrutura da comporta (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Defeito nas rodas (comporta vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Defeito nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

D.2 – ACIONAMENTO DE COMPORTAS

	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Corrosão nos mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de indicador de abertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Falta de volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

D.3 – POÇO DE ACIONAMENTO

	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Falta de guarda-corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Deterioração do guarda-corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Deterioração da tampa de acesso ao abrigo	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração da tubulação de aeração e by-pass	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Deterioração da instalação de controle (pedestal)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

Comentários:

D.4 – BOCA DE ENTRADA E STOP-LOG														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Obstrução e entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Ferragem exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deterioração na superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Falta de grade de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Defeitos na grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Estrutura da comporta (corrosão, amassamento, pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Defeito no acionamento da comporta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														
D.5 – GALERIA DA TOMADA D'ÁGUA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeitos nas juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Deformação do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Desalinhamento do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

D.6 – ESTRUTURA DE SAÍDA														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Ruídos estranhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeitos nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Fissuras ou surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Construções irregulares a jusante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
8	Falta de drenagem da caixa de válvulas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
9	Presença de entulho dentro da caixa de válvulas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
10	Defeitos na cerca de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

E – MEDIDOR DE VAZÃO														
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Ausência de placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Corrosão da placa	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Defeito no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Falta de escala de leitura de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Assoreamento da câmara de medição	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
6	Erosão a jusante do medidor	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

F – RESERVATÓRIO															
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
1	Réguas danificadas ou faltantes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Construções em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Poluição por esgoto, lixo, pesticidas, etc	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Indícios de má qualidade da água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Desmoronamento nas margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Existência de vegetação aquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
9	Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
10	Presença de animais e peixes mortos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
11	Presença de animais pastando														
Comentários:															

G – REGIÃO A JUSANTE DA BARRAGEM															
	LOCALIZAÇÃO/ANOMALIA:	SITUAÇÃO									MAGNITUDE				NP
1	Sinais de movimentos na rocha de fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
2	Desintegração / decomposição da rocha	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
3	Piping nas juntas rochosas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
4	Construções irregulares próximas ao leito do rio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
5	Vazamento (fuga d'água) nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
6	Arvores e arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
8	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G		
Comentários:															

É NECESSÁRIA UMA PROGRAMAÇÃO PARA INSPEÇÃO ESPECIAL NESTA BARRAGEM?

() SIM () NÃO

Sugestões e Recomendações:

4.4.1 RELATÓRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM:

Neste item serão adicionados os novos relatórios de inspeções de segurança da Barragem Carangueja.

4.5 REGISTROS DOS TESTES DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, ELÉTRICOS E MECÂNICOS

Não foram encontrados registros de Testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos na Barragem, até a presente data de conclusão deste Plano de Segurança da Barragem da Carangueja.

Todavia, os novos realizados, a partir da conclusão deste PSB, aqui serão adicionados até a vida útil da presente barragem.

EMPREENDEDOR

Companhia de Saneamento de Alagoas

RESPONSÁVEL LEGAL

Wilde Clécio Falcão de Alencar
Diretor Presidente

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Geraldo Faustino de Barros Leão
Vice-presidente de Gestão e Serviços de Engenharia – VGE

RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO

Valeska Cavalcante de Costa – SUMAQ

Lucas Sarmento de Souza - SUPMOB

Xxxxx - SUENG

Xxxxx – Assessor VGE

Roberval Lemos – GEOBS

Thiago Diógenes Santos da Silva – Unidade Serrana