



## SALTO MAUÁ

# INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR

SETEMBRO DE 2021

### Parecer Técnico

Cliente



**Klabin**

Produção



**FRACTAL  
ENGENHARIA**

A	Emissão	MEF	FPD	HLR	29/10/2021
Revisão	Descrição	Execução	Verificação	Aprovação	Data
Tipo de Registro: Relatório			Código: 789-SMA-RT-021-ISR		

**SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>6</b>
3.1	INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ATUAL .....	6
3.2	COMPARAÇÃO INSPEÇÃO REGULAR ANTERIOR .....	7
<b>4</b>	<b>RESPONSÁVEL LEGAL.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>10</b>
5.1	LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....	10
5.2	ESTRUTURAS DA PCH SALTO MAUÁ .....	11
5.3	INTRUMENTOS DE AUSCULTAÇÃO .....	12
5.4	CLASSE DA BARRAGEM E PERIODICIDADE DO ISR .....	12
<b>6</b>	<b>INSPEÇÃO DAS ESTRUTURAS CIVIS E INSTRUMENTAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
6.1	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INSPEÇÃO .....	13
6.2	DEFINIÇÃO PADRONIZADA .....	14
6.3	PADRÃO USADO PARA A BARRAGEM SALTO MAUÁ .....	15
6.3.1	DADOS GERAIS .....	16
6.3.2	INFRAESTRUTURA OPERACIONAL .....	16
6.3.3	RESERVATÓRIO .....	17
6.3.4	BARRAGEM DE CONCRETO – MARGEM DIREITA .....	18
6.3.5	TOMADA D'ÁGUA.....	23
6.3.6	BARRAGEM DE CONCRETO - CENTRAL .....	23
6.3.7	VERTEDOURO .....	27
6.3.8	BARRAGEM DE CONCRETO – MARGEM ESQUERDA .....	28
6.3.9	CASA DE FORÇA E ÁREA DE MONTAGEM.....	31
6.3.10	OUTROS.....	38
6.3.11	SUGESTÕES ADICIONAIS.....	38
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS E APÊNDICES .....</b>	<b>41</b>
7.1	ANEXO 1. PROJETOS DO APROVEITAMENTO.....	41
7.2	ANEXO 2. DESENHOS COMPLEMENTARES.....	43
7.3	APÊNDICE 1. ART CREA .....	44
7.4	APÊNDICE 2. FICHA TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO .....	45
7.5	APÊNDICE 3. ÁREA PARA SUPRESSÃO VEGETAL.....	46



## 1 APRESENTAÇÃO

Classificada como uma barragem de Risco Baixo e Dano Potencial Associado Médio, a PCH Salto Mauá enquadra-se na **Classe C<sup>1</sup>** da Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado da ANEEL (**Resolução nº 696 de 2015**). De acordo com a referida resolução, as Inspeções de Segurança Regular deste barramento devem ser realizadas com periodicidade limite de 24 meses.

Neste contexto, para o atendimento ao artigo 9º da Lei nº 12.334/2010, atualizada pela Lei nº 14.066/2020, e Seção II – Da Inspeção de Segurança (artigo 9º) da Resolução 696/2015 – ANEEL, foi desenvolvida a Inspeção Visual Regular em Segurança de Barragens - ISR nas estruturas civis aparentes da PCH Salto Mauá para o segundo semestre do ano 2021

Na condição de empreendedor da PCH Salto Mauá, a Klabin S.A (sob responsabilidade técnica de Luiz Francisco Barbosa de Almeida e responsabilidade legal de Ricardo Cardoso) contratou a empresa Fractal Engenharia e Sistemas S.A. para a elaboração da Inspeção de Segurança Regular de 2021.

Com registro CREA-SC Nº 104413-6/SC, a **Fractal Engenharia e Sistemas S.A.** é uma empresa especializada em atividades de Supervisão de Barragens: Inspeção Visual Regular, Instrumentação de Auscultação, Segurança de Barragens, Plano de Contingência e de Ação Emergencial - PAE, Avaliação de Potencial Risco de Ruptura, etc.

A Inspeção Visual de Segurança Regular (ISR) da Barragem Harmonia para o segundo semestre de 2021 foi realizada no dia **21/09/2021** sob responsabilidade técnica de Felipe Pereira Diniz, Eng.<sup>o</sup> Civil especialista em Segurança de Barragens, CREA Nº 159873/PR, e Maria Eduarda Fonseca, Eng.<sup>a</sup> Civil, da Fractal Engenharia e Sistemas S.A.. Participou também da inspeção o operador José.

---

<sup>1</sup> Classificação de Risco e Dano Potencial Associado obtida mediante Ficha de Segurança de Barragem (FSB) preenchida no dia 26/10/2021.

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.





## 2 CONCLUSÃO

Com base nos resultados da Inspeção de Segurança Regular (ISR), realizada no dia **21/09/2021**, está sendo apresentado este Relatório de Inspeção de Segurança Regular contendo o “PARECER TÉCNICO” sobre a Segurança de Barragem, para as estruturas civis.

Seguindo o estipulado pela legislação, com base nos dados obtidos por ocasião da Inspeção Visual de Segurança - Regular – ISR (Periódica) – 2021 e na experiência dos Engenheiros Consultores, foram efetuadas avaliações das condições atuais das estruturas civis aparentes da PCH Salto Mauá. A seguir estão destacadas as principais constatações da ISR:

- Foram observadas armaduras expostas no barramento e abaixo da casa de força, próximo ao conduto forçado;
- Constatou-se que há movimentação do talude da margem direita, próxima a região da ombreira e escada de acesso à casa de força, e no talude da margem esquerda ao lado da casa de força;
- Há sinais de percolação da água próxima ao conduto forçado, ao lado da casa de força;
- Há presença de vegetação dentro da zona de segurança da barragem, crescendo nos taludes e nas estruturas do barramento.

De acordo com a RES n. 236/2017 ANA, CAPÍTULO III, Seção I, Art. 12, foi diagnosticado que o Nível de Perigo Global da Barragem - NPGB é de ‘**NORMAL**’.

### “NORMAL”

“Quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem.”  
(RES n. 696/2015 ANEEL).

E, de acordo com a Seção IV, Art. 27, há o ‘**Nível de Resposta 0 – VERDE**’, pois não há indicação de que o comportamento e a estabilidade estejam diferentes das condições estabelecidas em projeto.

### “NÍVEL DE RESPOSTA 0 (VERDE)”

“Quando a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem não compromete a sua segurança, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.”  
(RES n. 696/2015 ANEEL).

### 3 RECOMENDAÇÕES

#### 3.1 INSPEÇÃO DE SEGURANÇA ATUAL

Com relação ao observado na **Inspeção Visual Periódica 2021** da PCH Salto Mauá, as recomendações de adequação e melhorias nas estruturas foram realizadas tomando como base os prazos apresentados na TABELA 1. A “*data zero*”, faz referência ao dia **29/10/2021** (Data de emissão deste documento).

TABELA 1. PRIORIZAÇÃO.

PRIORIDADE	CONDIÇÃO	PRAZO	RECOMENDAÇÃO
0	DE IMEDIATO	P < 90 dias	<b>DE IMEDIATO</b>
1	CURTO PRAZO	P < 180 dias	<b>PRIORITÁRIA</b>
2	MÉDIO PRAZO	P < 270 dias	<b>NECESSÁRIA</b>
3	LONGO PRAZO	P < 360 dias	<b>DESEJÁVEL</b>
4	CONSTANTE	Indeterminado	<b>PERMANENTE</b>

Sendo assim, para melhorar e/ou manter as condições de segurança da barragem foram especificadas as recomendações apresentadas a seguir, as quais sugere-se implementar conforme cronograma indicado.

TABELA 2. RECOMENDAÇÕES DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR 2021.

Nº	RECOMENDAÇÕES DA INSPEÇÃO REGULAR (2021)	PRIORIZAÇÃO
1	Deve-se prever a contratação de empresa para avaliação dos taludes laterais ao conduto forçado e casa de força para que seja verificada a confiabilidade e estabilidades destes recortes realizados em rocha. Nesta mesma atividade devem ser previstos os testes de resistências dos cabos e tirantes instalados para contenção do talude da margem direita da casa de força. Adicionalmente, deve-se analisar a movimentação do talude próximo a ombreira direita e escada de acesso à casa de força, em que houve quebra das placas de vidro instaladas por recomendação da ISR 2020.	<b>1</b>
2	Recomenda-se suprimir os formigueiros localizados na margem direita entre o barramento e a escada de acesso à casa de força (Foto 16 e Foto 18).	<b>2</b>
3	Recomenda-se suprimir a vegetação de pequeno porte aflorando na margem direita entre o barramento e a escada de acesso à casa de força (Foto 17).	<b>2</b>
4	Deve-se prever reparação da tubulação da ETA que está apresentando vazamento e observar se irá diminuir as umidades observadas nas laterais ao conduto forçado e próximo da casa de força (Foto 63).	<b>2</b>
5	Ao serem finalizados os estudos de atualização das barragens, os novos documentos devem ser integrados ao Plano de Segurança de Barragens.	<b>2</b>
6	As regiões da barragem que apresentam armaduras expostas devem ser avaliadas por empresa especialista em estruturas de concreto para que sejam dados os devidos encaminhamentos de necessidade ou não de manutenção destas estruturas.	<b>3</b>
7	Recomenda-se fazer a análise de supressão da vegetação no talude a direita da casa de força, na região onde estão instalados os tirantes, para evitar a movimentação dessa região.	<b>3</b>
8	Recomenda-se fazer a análise de supressão da vegetação aflorando na Tomada d'Água, conduto forçado e crista do barramento.	<b>3</b>
9	Recomenda-se a execução de proteção vegetal do talude em solo exposto (Foto 13) lateral à escada de acesso para a casa de força	<b>3</b>



Nº	RECOMENDAÇÕES DA INSPEÇÃO REGULAR (2021)	PRIORIZAÇÃO
10	Recomenda-se a contratação de projeto para avaliar o fechamento da terceira tomada d'água (Foto 19) com concretagem, pois as placas continuam apresentando sinais de percolação mesmo após as injeções recomendadas na ISR 2019.	3
11	Recomenda-se a realização de projeto para aproveitar o furo de sondagem realizado na barragem para a instalação de dois piezômetros (um no fundo do furo e outro no contato barragem/fundação) para monitorar a subpressão na região.	4
12	Solicitar aos órgãos ambientais a permissão para supressão vegetal das árvores dentro da faixa de segurança da barragem (ANEXOS E APÊNDICES), incluindo o muro guia jusante e a barragem da margem esquerda. Para a barragem da margem esquerda recomenda-se que sejam avaliados os períodos de estiagem e que facilitem o acesso dos trabalhadores para realizar estas atividades. Após a supressão deve-se manter a atividade permanente de roçada e limpeza.	4
13	Recomenda-se o monitoramento visual das fissuras e trincas da barragem, bem como dos deslocamentos e exposição da armadura que foram registrados. Em caso de avanço das patologias recomenda-se a contratação de especialista em concreto para análise e devidos encaminhamentos técnicos.	4
14	Deve-se realizar o monitoramento dos efeitos abrasivos sobre a superfície do vertedouro. Em caso do aumento de buracos e aumento dos deslocamentos, deve-se contratar especialista em concreto para propor tratamento adequado para essas patologias.	4
15	Deve-se manter o monitoramento visual das regiões de infiltrações/áreas úmidas na região do conduto forçado e lateral da casa de força.	4
16	Deve-se manter em observação a estrutura em madeira externa a casa de força para acesso ao canal de fuga (Foto 55). Caso a estrutura apresente indícios de perda de integridade, deve-se prever reforço da estrutura.	4
17	Recomenda-se manter monitoramento visual através das inspeções rotineiras das áreas com quebras próximos as juntas de dilatação tanto nos paramentos como na crista. Em caso de avanço, deve-se contratar empresa especialista em concreto para avaliar a situação e propor tratamento adequado.	4
18	As armaduras expostas identificadas na inspeção de 2018 não sofreram tratamento. Com isso recomenda-se o monitoramento visual desta patologia através de inspeção rotineira. Em caso de avanço da ferrugem com a quebra dos pilares, deve-se contratar empresa especialista para tratamento.	4
19	Manter em observação o ponto de infiltração (Foto 62) detectado à direita do conduto forçado da direita, próximo do talude da margem direita. Caso haja evolução, selar com injeção de poliuretano.	4

### 3.2 COMPARAÇÃO INSPEÇÃO REGULAR ANTERIOR

Foi realizada a comparação com a inspeção de segurança regular anterior da Barragem Salto Mauá, realizada em 2020, de modo a avaliar a possibilidade de variação das condições e/ou progresso indesejado de anomalias. Cita-se documento utilizado como referência:

- Barragem Salto Mauá – Inspeção de Segurança Regular. 26MAR21. Parecer Técnico. Fractal Engenharia, código 648-SMA-RT-001-ISR-2.

Como resultado da Inspeção de Segurança Regular - Periódica – 2021, foi verificado que algumas recomendações já tiveram suas atividades desenvolvidas e outras estão aguardando continuidade de algumas providências (administrativas e/ou burocráticas e/ou técnicas). A Tabela 3 apresenta o comparativo das ISR.



TABELA 3. COMPARAÇÃO COM A INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR ANTERIOR.

Nº	RECOMENDAÇÕES DA INSPEÇÃO REGULAR ANTERIOR (2020)	ANÁLISE DOS RESULTADOS NA INSPEÇÃO ATUAL (2021)
1	Deve-se prever a contratação de empresa para avaliação dos taludes laterais ao conduto forçado e casa de força para que seja verificada a confiabilidade e estabilidades destes recortes realizados em rocha. Nesta mesma atividade devem ser previstos os testes de resistências dos cabos e tirantes instalados para contenção do talude da margem direita da casa de força. Adicionalmente, deve-se analisar a movimentação do talude próximo a ombreira direita e escada de acesso à casa de força, em que houve quebra das placas de vidro instaladas por recomendação da ISR 2019.	Permanece a recomendação.
2	Deve-se prever reparação da tubulação da ETA que está apresentando vazamento e observar se irá em diminuir as umidades observadas nas laterais ao conduto forçado e próximo da casa de força.	Permanece a recomendação.
3	Ao serem finalizados os estudos de atualização das barragens, os novos documentos devem ser integrados ao Plano de Segurança de Barragens.	Recomendação atendida.
4	Deve-se prever limpeza e melhoria da drenagem de acesso da barragem para evitar o carreamento de material e fechamentos das canaletas.	Recomendação atendida.
5	Nas juntas de dilatação que estão abertas na área de crista da barragem, devem ser previstas ações para fechamento destas aberturas com material adequado, como mastique ou outro produto similar que possua trabalhabilidade em conjuntos com as movimentações sazonais da junta. Antes da aplicação do produto, devem ser realizadas as limpezas e tratamento das bordas para garantir aderência do material	Recomendação atendida.
6	As regiões da barragem que apresentam armaduras expostas devem ser avaliadas por empresa especialista em estruturas de concreto para que sejam dados os devidos encaminhamentos de necessidade ou não de manutenção destas estruturas.	Permanece a recomendação.
7	Recomenda-se fazer a análise de supressão da vegetação no talude a direita da casa de força, na região onde estão instalados os tirantes, para evitar a movimentação dessa região.	Permanece a recomendação.
8	Recomenda-se a execução de proteção vegetal do talude em solo exposto lateral a escada de acesso a casa de força.	Permanece a recomendação.
9	Recomenda-se a contratação de projeto para avaliar o fechamento da terceira tomada d'água com concretagem, pois as placas continuam apresentando sinais de percolação mesmo após as injeções recomendadas na ISR 2019.	Permanece a recomendação.
10	Recomenda-se a realização de projeto para aproveitar o furo de sondagem realizado na barragem para a instalação de dois piezômetros (um no fundo do furo e outro no contato barragem/fundação) para monitorar a subpressão na região.	Permanece a recomendação.
11	Solicitar aos órgãos ambientais a permissão para supressão vegetal das árvores dentro da faixa de segurança da barragem (ANEXOS E APÊNDICES), incluindo o muro guia jusante e a barragem da margem esquerda. Para a barragem da margem esquerda recomenda-se que sejam avaliados os períodos de	Permanece a recomendação.



Nº	RECOMENDAÇÕES DA INSPEÇÃO REGULAR ANTERIOR (2020)	ANÁLISE DOS RESULTADOS NA INSPEÇÃO ATUAL (2021)
	estiagem e que facilitem o acesso dos trabalhadores para realizar estas atividades. Após a supressão deve-se manter a atividade permanente de roçada e limpeza.	
12	Recomenda-se o monitoramento visual das fissuras e trincas da barragem, bem como dos deslocamentos e exposição da armadura que foram registrados. Em caso de avanço das patologias recomenda-se a contratação de especialista em concreto para análise e devidos encaminhamentos técnicos.	Permanece a recomendação.
13	Deve-se realizar o monitoramento dos efeitos abrasivos sobre a superfície do vertedouro. Em caso do aumento de buracos e aumento dos deslocamentos, deve-se contratar especialista em concreto para propor tratamento adequado para essas patologias.	Permanece a recomendação.
14	Deve-se manter o monitoramento visual das regiões de infiltrações na região do conduto forçado e lateral da casa de força.	Permanece a recomendação.
15	Deve-se manter em observação a estrutura em madeira externa a casa de força para acesso ao canal de fuga. Caso a estrutura apresente indícios de perda de integridade, deve-se prever reforço da estrutura.	Permanece a recomendação.
16	Recomenda-se manter monitoramento visual através das inspeções rotineiras das áreas com quebras próximos as juntas de dilatação tanto nos paramentos como na crista. Em caso de avanço, deve-se contratar empresa especialista em concreto para avaliar a situação e propor tratamento adequado.	Permanece a recomendação.
17	As armaduras expostas identificadas em inspeção de 2018 não sofreram tratamento. Com isso recomenda-se o monitoramento visual desta patologia através de inspeção rotineira. Em caso de avanço da ferrugem com a quebra dos pilares, deve-se contratar empresa especialista para tratamento.	Permanece a recomendação.

Emissão do documento pela Contratada – Fractal Engenharia e Sistemas - e ‘Ciência’, por parte do ‘Contratante’ e ‘Empreendedor – Klabin S.A.

### BARRAGEM SALTO MAUÁ

### RELATÓRIO DE INSPEÇÃO REGULAR DE SEGURANÇA \* 2021 \*

Florianópolis, SC, 29 de outubro de 2021.

--original assinado por--

**Henrique Lucini Rocha**

Especialista em Segurança de Barragens

Eng.º Civil - CREA 103570-9/SC

FRACTAL Engenharia e Sistemas S. A.



Visto do Representante da Contratante – (Klabin S.A):

Local e Data: \_\_\_\_\_, PR. \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / 2021

Assinatura:

Nome: .....

Cargo: ..... / CREA n.: .....

#### 4 RESPONSABILIDADE LEGAL

<b>RESPONSÁVEL LEGAL DO EMPREENDIMENTO:</b>
Ricardo Cardoso Tel.: (42) 99973-1381 E-mail: <a href="mailto:rcardoso@klabin.com.br">rcardoso@klabin.com.br</a>
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO DO EMPREENDIMENTO:</b>
Luiz Francisco Barbosa de Almeida Tel.: (42) 99146-4523 E-mail: <a href="mailto:lfalmeida@klabin.com.br">lfalmeida@klabin.com.br</a>

#### 5 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

##### 5.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A PCH Salto Mauá - SMA, conhecida como Usina Hidrelétrica Presidente Vargas (UHPV), está localizada no rio Tibagi, bacia do rio Paraná. A barragem está instalada no município de Telêmaco Borba, PR, nas coordenadas 24° 03' 23" de latitude sul e 50° 42' 30" de longitude oeste.

A PCH Salto Mauá tem a crista do seu vertedor situada na cota 598,00 manm (metros acima do nível médio do mar), com altura máxima de 20 m. A barragem foi construída em concreto convencional, tendo a capacidade de acumulação de 300.000 m<sup>3</sup>. Possui potência instalada de 16,32 MW.

O acesso para o canteiro da Usina se dá pela estrada PR-160, conforme a FIGURA 1. A partir da ponte que atravessa o rio Tibagi, são aproximadamente 47 km até a estrada que dá acesso ao local da Barragem. Deve-se dirigir até o trevo de acesso à Lagoa, seguindo em estrada de chão por aproximadamente 28 km, onde se terá acesso asfaltado. Entra-se sentido leste percorrendo 2 km ao acesso à Barragem da UHE Mauá (COPEL), devendo-se entrar à direita pelo portão que dará acesso a UHPV.

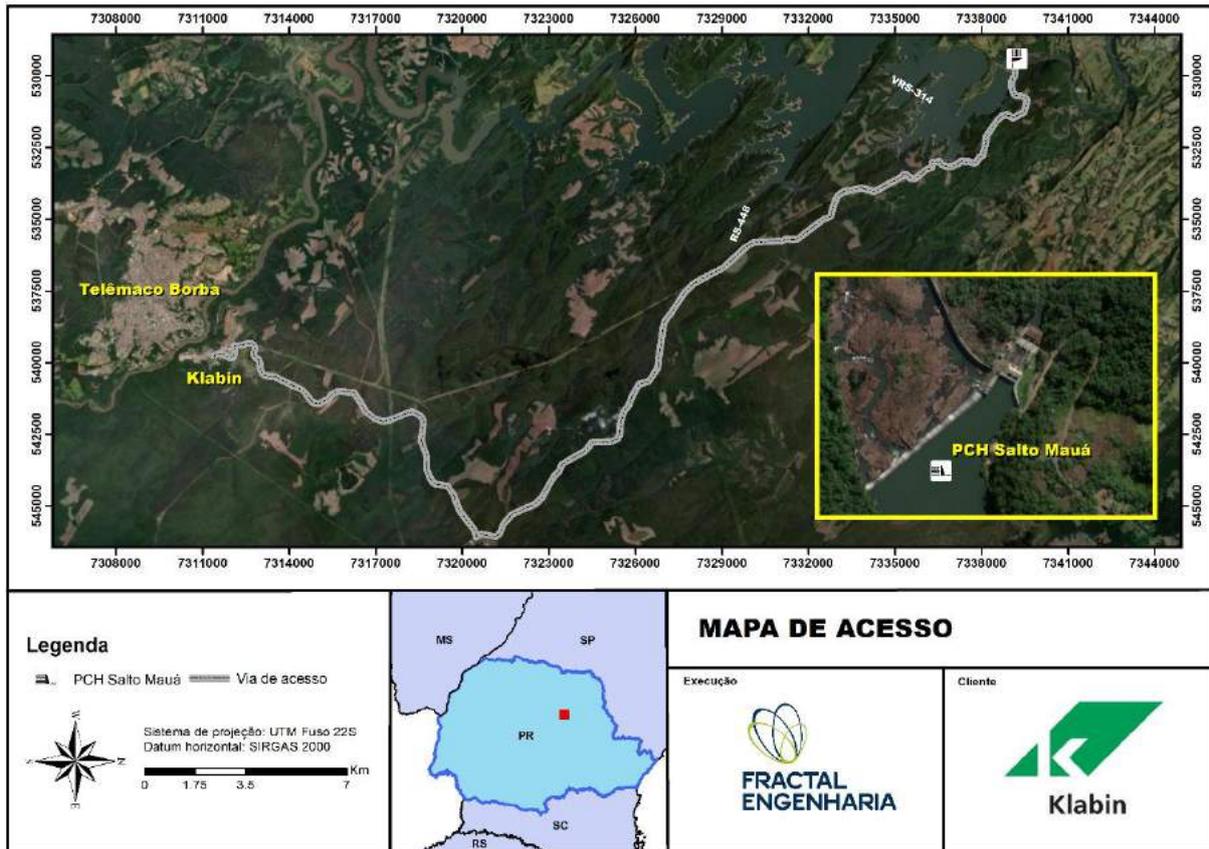


FIGURA 1. ACESSO À BARRAGEM PCH SALTO MAUÁ.

## 5.2 ESTRUTURAS DA PCH SALTO MAUÁ

O barramento da PCH Salto Mauá é composto de:

- Barragem de Gravidade Margem Direita (BGD);
- Câmara de Carga (CC) com Tomada d'água (TA);
- Barragem de Gravidade Central (BGC) em concreto com dispositivos de limpeza e descarga;
- Vertedouro de Superfície Soleira Livre (VL);
- Barragem Gravidade Margem Esquerda (BGE) com Escada de Transposição de Peixes (fechada) (EPEIXE);
- Muro Guia (MG) e de proteção da Casa de Força
- Conduto Forçado ou Tubulação Forçada (TF);
- Casa de Força (CF); e
- Canal de Fuga (FUGA).

A alimentação de água é realizada por Conduto Forçado (TF) a partir da Câmara de Carga (CC). Foram previstos em projeto 3 (três) condutos forçados, sendo instalados apenas 2 (dois), sendo que um vão para o terceiro conduto se encontra selado com placas de concreto. O conduto desce pelo talude em rocha até a Casa de Força (CF) composta por duas

turbinas do tipo Francis de eixo vertical. Ao sair do conjunto gerador a vazão turbinada retorna para o rio Tibagi a partir de um Canal de Fuga. O arranjo é apresentado na planta sob código 3C-260-02-048 e pode ser vista na Figura 2.

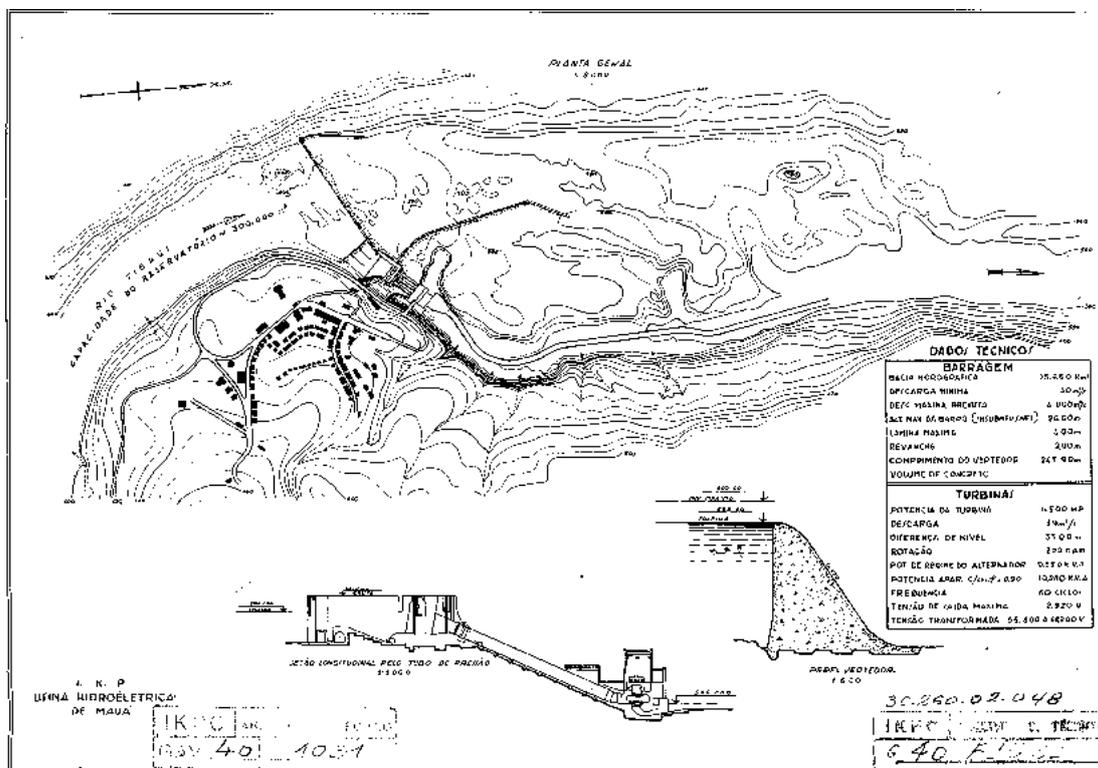


FIGURA 2. ARRANJO PCH SALTO MAUÁ.

### 5.3 INSTRUMENTOS DE AUSCULTAÇÃO

A PCH Salto Mauá conta com uma régua limnimétrica instalada no corpo da barragem de gravidade central para controle de nível. Também possui dois medidores de nível d'água, sendo um a montante da Tomada d'Água (TA) e o outro localizado no Canal de Fuga, a jusante da Casa de Força.

### 5.4 CLASSE DA BARRAGEM E PERIODICIDADE DO ISR

A Lei em Segurança de Barragens nº 12.334/2010, atualizada pela Lei nº 14.066/2020 teve os itens relacionados à Classificação de Barragens regulamentados com a RES nº 696/2015 ANEEL.

Finda a revisão das informações e readequação dos formulários, conforme orientação da RES nº 696/2015 ANEEL, a Categoria de Risco e Dano Potencial Associado da Barragem Salto Mauá foi definida como sendo Risco Baixo e o Dano Potencial Associado Médio, resultando em:

**TABELA 4. CLASSIFICAÇÃO FSB DA BARRAGEM SALTO MAUÁ.**

Categoria de risco (CRI)	ALTO / MÉDIO / <b>BAIXO</b>
Dano potencial associado (DPA)	ALTO / <b>MÉDIO</b> / BAIXO
Matriz de classificação (REN 696/2015 ANEEL)	<b>C</b>
Periodicidade inspeções (REN 696/2015 ANEEL)	<b>A CADA 24 MESES</b>

Além disso, considera-se necessária uma auditoria, quando ocorrer qualquer tipo de evento imprevisto na operação da barragem (sismo ou cheia anormal, etc) ou quando houver alteração programada nas características das estruturas.

## 6 INSPEÇÃO DAS ESTRUTURAS CIVIS E INSTRUMENTAÇÃO

A seguir é apresentado o *checklist* proposto pelo Ministério da Integração (MI) e pela ANA para a inspeção de segurança regular de barragens. Foram suprimidos os itens que não se aplicam à inspeção regular da PCH Salto Mauá por não constarem nas estruturas (ex: galerias de drenagem, eclusas, etc) ou por não serem do escopo dessa inspeção.

### 6.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INSPEÇÃO

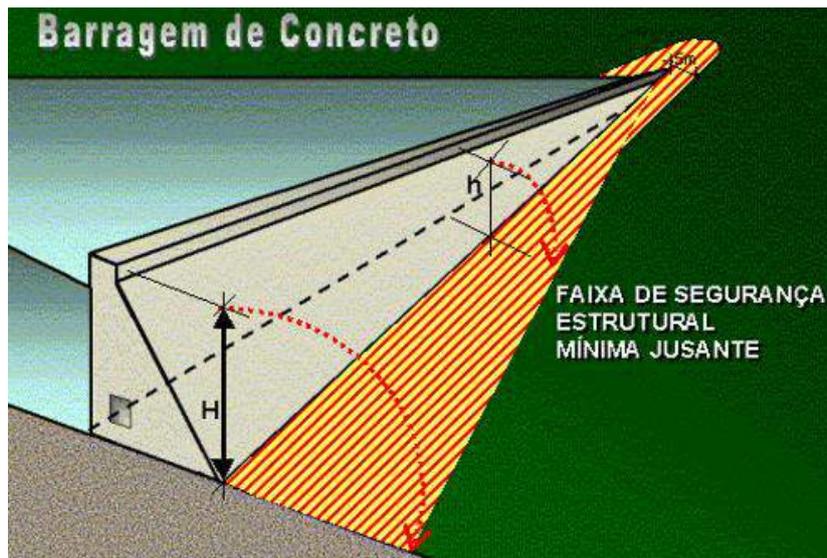
Para facilidade de orientação e delimitação dos locais importantes para Inspeção Regular, normalmente costuma ser preparada uma 'Planta da Área de Segurança' ou Planta Geral – Limpeza e Conservação da Barragem e Área a Jusante'.

Conforme bibliografia internacional (US BoR), considera-se necessário manter em observação a área com extensão (a partir do pé da estrutura de concreto) de **uma vez a altura do monólito**. Eventualmente poderia haver necessidade de se estender, **até aproximadamente duas vezes**, dependendo das condições locais de percolação.

Para maciços de aterro, normalmente tem sido recomendada área com extensão (a partir do pé da estrutura) da ordem de **uma vez a extensão da semi-base (D)**, por aquela seção.

Adicionalmente, como prática nacional, considerava-se como dimensão mínima a extensão de **"20 m"** (normalmente na região próxima à Ombreira, onde a altura do aterro tende a se reduzir a zero). Para estruturas de concreto, essa distância vinha sendo aceita como sendo da ordem de 2 m a 3 m. Adicionalmente, locais importantes com condições especiais tais como: Bacia de Dissipação, Adutoras, Canais, Erosão, Surgência, etc, também poderiam ser demarcados (usando a mesma sistemática), mesmo em distâncias maiores do que aquelas anteriormente citadas, tendo em vista necessidade de garantia de controle da Segurança.

Para a barragem de Salto Mauá, recomenda-se manter uma faixa de segurança equivalente à altura da barragem e que seja, no mínimo, de **10 m** de extensão.



**FIGURA 3. ÁREA DE INSPEÇÃO A JUSANTE DE BARRAGENS DE CONCRETO**  
(FONTE: US BOR)

## 6.2 DEFINIÇÃO PADRONIZADA

Para facilitar a orientação sobre fatos importantes a serem observados durante Inspeção Regular e também padronizar o registro dos fatos, possibilitando avaliação mais ágil de eventuais tendências, foi desenvolvido formulário tipo “**CHECKLIST**”.

Para definir um padrão e conformar o modelo de formulário, a metodologia usada pelo representante de Fractal Engenharia se baseou em Recomendações e Manuais, emitidos por organismos internacionais (*ANCOLD, US BoR, USACE, TVA*, etc), em Especificações e Recomendações de Projetistas, em Bibliografia disponível e principalmente na experiência do autor, na adaptação dessas sistemáticas divulgadas e às necessidades e disponibilidades, nas Usinas Hidrelétricas e na Companhia Proprietária (Empreendedor).

O Formulário Padrão obedece a um critério onde se considera que ele deve ser específico (‘Customizado’ ou montado de forma ajustada) para uma Barragem, apesar de existir um modelo padrão básico de referência de Anomalias. Dessa forma, não se considera adequado o modelo (posteriormente) adotado no Manual de Segurança e Inspeção de Barragens (MI-PROÁGUA, 2002) e Guia da ANA (2017), pois aparentemente foi usado um critério geral.

O Formulário de *Checklist* contém diversas afirmações referentes a problemas e fenômenos adversos passíveis de ocorrência ou situações já observadas nessa ou em outras Barragens, as quais devem ser indicadas por marcação de ‘X’ em alternativa mais representativa das condições encontradas por ocasião das Inspeções Regulares (normalmente, durante as Inspeções Regulares Rotineiras - Mensais):

**OBS:**

1. Notar que ao ser assinalada uma resposta, considera-se que a Inspeção Regular no local do item foi realmente executada. Caso não tenha sido possível efetuá-la (por exemplo, falta de visualização do perfil vertente devido à comporta de Vertedouro estar aberta, etc) deve ser anotada essa informação na linha de “**Comentários**” ao invés de assinalar “[NO]”. Esta alternativa “[NO]” sozinha e sem justificativas, significa que não foi constatada ou não foi visualizada nenhuma anomalia, na Inspeção Regular (realmente) feita.

2. Já foi levantada dúvida quanto ao uso da alternativa “[PV] = **PRIMEIRA VEZ**”, no caso de retorno de ocorrência do problema. Eventualmente poderia ser alterada para “[PV] = **PROBLEMA VIZUALIZADO**”, “[PV] = **PRIMEIRA VEZ/PROBLEMA VOLTOU**” ou outra codificação equivalente, para problema sazonal.

3. Considera-se que o documento tem de ser dinâmico. Assim, com o uso e a experiência das pessoas, podem surgir dúvidas e sugestões, tornando necessária uma revisão na definição e composição do **CHECKLIST** como um todo, após período de no mínimo um ano de uso.

4. Descrições ANA / MI:

O *Checklist* foi preenchido conforme observações realizadas durante a inspeção de segurança realizada no dia **21/09/2021** no empreendimento, e se procura seguir o padrão de preenchimento proposto pela ANA (Tabela 5).

**TABELA 5. LEGENDA PARA PREENCHIMENTO DO CHECK-LIST DA ANA/MI.**

SITUAÇÃO:	MAGNITUDE:	NÍVEL DE PERIGO (NP)
NO – Anomalia <b>N</b> ão <b>O</b> bservado	I - Insignificante	0 - Nenhum
PV – Anomalia <b>C</b> onstatada pela <b>P</b> rimera <b>V</b> ez	P - Pequena	1 - Atenção
DS – Anomalia <b>D</b> esapareceu	M - Média	2 - Alerta
DI – Anomalia <b>D</b> iminuiu	G - Grande	3 - Emergência
PC – Anomalia <b>P</b> ermaneceu <b>C</b> onstante		
AU – Anomalia <b>A</b> umentou		

**MAGNITUDE:**

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

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

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

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

**NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA:**

**0** - Nenhum: não compromete a segurança da barragem, mas que pode ser entendida como descaso e má conservação.

**1** - Atenção: não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.

**2** - Alerta: risco a segurança da barragem, devem ser tomadas providências para a eliminação do problema.

**3** - Emergência: risco de ruptura iminente, situação fora de controle.

### 6.3 PADRÃO USADO PARA A BARRAGEM SALTO MAUÁ

A seguir, estão apresentadas as Instruções e o Formulário preparado para documentar os resultados da Inspeção de Segurança Regular, na forma de “**Checklist**”, para a **Barragem Salto Mauá**.



As Inspeções Regulares - Rotineiras deveriam ser efetuadas 'Mensalmente', exceto em casos excepcionais, com periodicidade a ser definida de acordo com as necessidades.

Deverá ser comunicado imediatamente ao Engenheiro Responsável, sempre que:

- Haja carreamento de material sólido, turvamento e borbulhamento ("fervura") nas águas de infiltrações e surgências;
- Trincas antigas no concreto se abram repentinamente, ficando com mais do dobro da antiga abertura;
- Ocorrer qualquer problema indicando alterações sensíveis na Barragem.

### 6.3.1 DADOS GERAIS

A. Dados Gerais – Condição Atual	
1	Barragem: SALTO MAUÁ
2	Coordenadas: Latitude: 24°3'27,2" S Longitude: 50°42'36,4" W; Datum: WGS84
3	Município: Telêmaco Borba Estado: PARANÁ
4	Vistoriado por: Felipe Pereira diniz Assinatura:
5	Cargo: Eng.º civil Instituição: Fractal Engenharia
6	Data da Vistoria: 21/09/2021 Nº da Vistoria: 01/2021
7	Cota Atual do NA Montante (manm): Cota Atual do NA Jusante (manm):
8	Bacia: Rio Paraná; Curso d'água: Rio Tibagi.

### 6.3.2 INFRAESTRUTURA OPERACIONAL

B.	INFRAESTRUTURA OPERACIONAL	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
		NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G		
1	Falta de documentação sobre a barragem	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
2	Falta de material para manutenção	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Falta de treinamento do pessoal	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Precariedade de acesso de veículos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
5	Falta de energia elétrica	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Falta de sistema de comunicação eficiente	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
9	Falta de acompanhamento da Adm. Regional	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
10	Falta de instrução dos equipamentos hidromecânicos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	

#### Comentários:

- Falta de sinalização no trajeto até a barragem, indicando o caminho nas bifurcações.



**FOTO 1 - ACESSO AS ESTRUTURAS DA BARRAGEM**



**FOTO 2 - ACESSO A CRISTA E RESERVATÓRIO**



**Foto 3 - DOCUMENTAÇÃO DA BARRAGEM**

### 6.3.3 RESERVATÓRIO

C.	RESERVATÓRIO	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
		NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G		
1	Réguas danificadas ou faltando	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	Foto 5
2	Construções em áreas de proteção	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Erosões	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Assoreamento	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Desmoronamento das margens	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Existência de vegetação aquática excessiva	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Desmatamentos na área de proteção	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
<b>Comentários:</b>													



FOTO 4 - VISTA DO RESERVATÓRIO



FOTO 5 - RÉGUA LINIMÉTRICA

#### 6.3.4 BARRAGEM DE CONCRETO – MARGEM DIREITA

D.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM DIREITA - BGD											
D.1	PARAMENTO MONTANTE	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Presença de vegetação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 6
2	Erosão nos encontros das ombreiras	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 8
4	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 8
5	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 8
6	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 7

**Comentários:**

- Armadura do concreto exposta, perda de nata de cimento, juntas de dilatação danificadas e exposição do agregado graúdo do concreto sem aumento significativo em relação a ISR 2020.



FOTO 6 - VISTA DO PARAMENTO MONTANTE



FOTO 7 - VISTA DA JUNTA DE DILATAÇÃO



FOTO 8 - REMOÇÃO DE PARTE DO RECOBRIMENTO E EXPOSIÇÃO DO AGREGADO GRAÚDO E FERRAGEM.

D.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM DIREITA - BGD										NP	FOTO
		SITUAÇÃO						MAGNITUDE					
1	Movimentos diferenciais entre blocos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 11 e Foto 12
3	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 11 e Foto 12
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Corrosão no parapeito (guarda-corpo)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
7	Corrosão nos postes de iluminação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	

**Comentários:**

- Observados quebras e deslocamentos na crista em função do uso de maquinário. Patologia já constatada de ISR anterior.
- Crescimento de vegetação causando deslocamento do concreto (Foto 12).
- Junta de dilatação restaurada conforme recomendação da ISR 2020.



FOTO 9 – SITUAÇÃO DA CRISTA.



FOTO 10 – JUNTA DE DILATAÇÃO REPARADA NA CRISTA.



FOTO 11 – FISSURAS TÉRMICAS NA CRISTA.



FOTO 12 - QUEBRA DO CONCRETO E CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO.

D.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM DIREITA - BGD											
D.3	PARAMENTO JUSANTE	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Sinais de movimento	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 21
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 15
3	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 15
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
6	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 19
7	Carreamento de material na água dos drenos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Presença de vegetação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 17

9	Presença de formigueiros	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 16 <b>Erro!</b> Fonte de referência não encontrada. e Foto 18
---	--------------------------	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	--

**Comentários:**

- Realizada poda conforme recomendação da ISR 2020.
- Presença de vegetação dentro da área de segurança da barragem.
- Taludes íngremes e expostos na região da escada de acesso à casa de força, com risco de movimentação e queda de blocos.
- Muro da escada de acesso à casa de força com sinal de movimentação, desmoronamento.
- Sinal de percolação no terceiro vão de tomada d'água, após realização de injeção segundo recomendação da ISR 2019 (FOTO 19). Sem agravamento em relação a ISR 2020.
- Afloramento de vegetação no barramento de jusante.



**FOTO 13 - VISTA DO PARAMENTO JUSANTE E ACESSO.**



**FOTO 14 – VISTA DO TALUDE DA MARGEM DIREITA COM SOLO EXPOSTO E MURO DANIFICADO.**



**FOTO 15 - SITUAÇÃO DO PARAMENTO DE JUSANTE COM VEGETAÇÃO AFLORANDO NO CONCRETO.**



**FOTO 16 – FORMIGUEIRO PRÓXIMO AO PÉ DO BARRAMENTO.**



FOTO 17 - VEGETAÇÃO AFLORANDO A JUSANTE DO BARRAMENTO.



FOTO 18 – FORMIGUEIRO PRÓXIMO DA OMBREIRA DIREITA.



FOTO 19 - PERCOLAÇÃO NO TERCEIRO VÃO DA TOMADA D'ÁGUA.

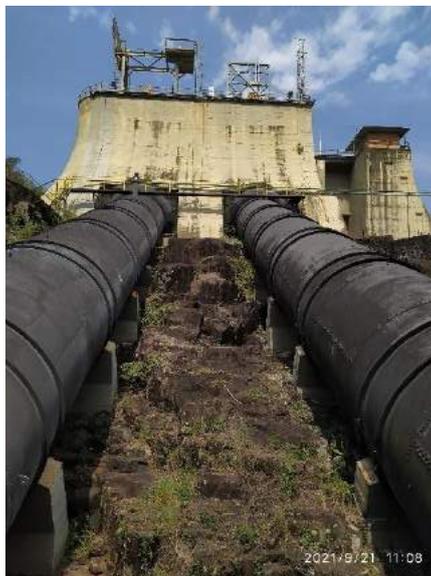


FOTO 20 – CONDUTOS FORÇADOS.

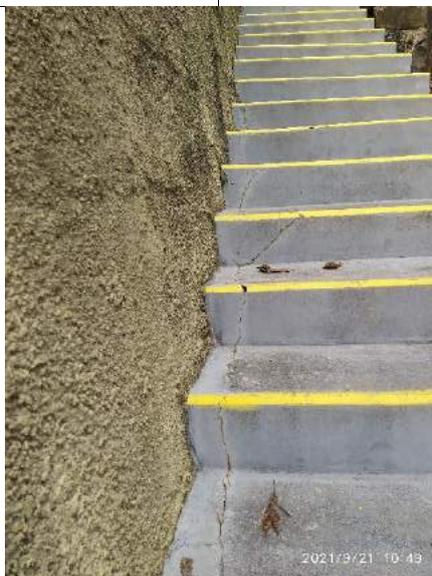


FOTO 21 – TRINCA NA ESCADA DE ACESSO.

**6.3.5 TOMADA D'ÁGUA**

E.	TOMADA D'ÁGUA	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
E.1	<b>ACIONAMENTO</b>	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Corrosão nos mancais	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Falta de indicador de abertura	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Falta de volante	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
<b>Comentários:</b>													
- Não foram inspecionadas essas estruturas.													

E.	TOMADA D'ÁGUA	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
E.2	<b>COMPORTAS</b>	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Peças fixas (corrosão, amassamento, pintura)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Estrutura da comporta (corrosão, amassamento, pintura)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Defeito das vedações (vazamento)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Defeito das rodas (comporta vagão, se aplicável)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Defeito no ponto de içamento	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
<b>Comentários:</b>													
- Não foram inspecionadas essas estruturas.													

**6.3.6 BARRAGEM DE CONCRETO - CENTRAL**

F.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	CENTRAL - BGC											
F.1	<b>PARAMENTO MONTANTE</b>	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Presença de vegetação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 23
2	Erosão nos encontros das ombreiras	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
4	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 24

5	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 22 e Foto 24
6	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	

**Comentários:**

- Trincas e exposição do agregado graúdo.
- Presença de vegetação na adução e juntas de dilatação danificadas.
- Sinais de umidade e percolação.
- Patologias sem mudança significativa em relação a ISR anterior.



**FOTO 22 – SITUAÇÃO DA FACE MONTANTE COM PERDA DE NATA DE CIMENTO.**



**FOTO 23 - SITUAÇÃO DA ADUÇÃO COM PRESENÇA DE VEGETAÇÃO E JUNTAS DANIFICADAS.**



**FOTO 24 - EXPOSIÇÃO DA ARMADURA.**

F.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	CENTRAL - BGC											
F.2	CRISTA	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Movimentos diferenciais entre blocos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 26
3	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 26
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	Foto 27
6	Corrosão no parapeito (guarda-corpo)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	Foto 28
7	Corrosão nos postes de iluminação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	

**Comentários:**

- Trincas quebras na crista decorrente da movimentação de maquinário pesado.
- Junta de dilatação restaurada conforme recomendação da ISR 2020.



FOTO 25 – LOCALIZAÇÃO DA SONDAGEM ROTATIVA REALIZADA.



FOTO 26 - CONDIÇÃO DA CRISTA E MAQUINÁRIO.



FOTO 27 - SITUAÇÃO DA JUNTA DE DILAÇÃO.



FOTO 28 - CORROSÃO NO PARAPEITO.

F.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	CENTRAL - BGC											
F.3	PARAMENTO JUSANTE	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Sinais de movimento	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 29
3	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
4	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 29
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
6	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 30

**Comentários:**

- Trincas e deslocamentos com crescimento da vegetação nas juntas de dilatação necessitando de tratamento.
- Pontos de umidade com pequena presença de carbonatação.
- Sem evolução em relação a ISR anterior.



FOTO 29 - SITUAÇÃO DO PARAMENTO JUSANTE COM CARBONATAÇÃO.



FOTO 30 - PONTOS DE PERCOLAÇÃO E CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO

### 6.3.7 VERTEDOURO

G.	VERTEDOURO DE SUPERFÍCIE	SOLEIRA LIVRE - VL											
G.1	ESTRUTURA VERTENTE	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Rachaduras ou trincas no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 31
2	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Descalçamento da estrutura	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Rachaduras nos muros laterais	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
8	Erosão nos contatos dos muros	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
9	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 31
10	Deterioração da superfície do concreto dos muros	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 31

**Comentários:**  
- Trincas no concreto do vertedouro decorrente do efeito de abrasão e idade da estrutura.



FOTO 31 - SITUAÇÃO DA SUPERFÍCIE VERTENTE COM PRESENÇA DE VEGETAÇÃO



FOTO 32 - SITUAÇÃO DO VERTEDOURO

G.	VERTEDOURO DE SUPERFÍCIE	SOLEIRA LIVRE - VL											
G.2	RÁPIDO/BACIA DISSIPÇÃO	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Rachaduras ou trincas no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 34
2	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 34
4	Ocorrência de buracos na soleira	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Erosão	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 34
6	Presença de entulho na bacia	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Falha no enrocamento de proteção	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Presença de vegetação na bacia	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 33

**Comentários:**

- Erosão na rocha da bacia de dissipação e crescimento de vegetação.



FOTO 33 - SITUAÇÃO DA BACIA DE DISSIPÇÃO



FOTO 34 - EROSÃO NA BACIA DE DISSIPÇÃO

**6.3.8 BARRAGEM DE CONCRETO – MARGEM ESQUERDA**

H.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM ESQUERDA - BGE											
H.1	PARAMENTO MONTANTE	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Presença de vegetação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 35
2	Erosão nos encontros das ombreiras	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 36
4	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 36
6	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	

**Comentários:**

- Presença de vegetação dentro da área de segurança.  
- Perda de nata de cimento e exposição de agregado graúdo.



FOTO 35 - VISTA LATERAL DA MARGEM ESQUERDA



FOTO 36 - ENTRADA DA ESCADA DE PEIXE

H.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM ESQUERDA - BGE											
H.2	CRISTA	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Movimentos diferenciais entre blocos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 35
3	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 35
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Corrosão no parapeito (guarda-corpo)	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Corrosão nos postes de iluminação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Corrosão no pórtico	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	

**Comentários:**

- Pequenas trincas na crista e densa presença de vegetação.

H.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM ESQUERDA - BGE											
H.3	PARAMENTO JUSANTE	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Sinais de movimento	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Ocorrência de fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 38
3	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 38
5	Juntas de dilatação danificadas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
6	Sinais de percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 37
7	Carreamento de material na água dos drenos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Vazão nos drenos de controle	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	

**Comentários:**

- Sinais de área úmidas e carbonatação nos muros laterais da escada de peixe desativada.  
- Presença de vegetação aflorando na estrutura.



FOTO 37 - SITUAÇÃO DA ESCADA DE PEIXE.



FOTO 38 – ENTULHO NA ESCADA DE PEIXE.



FOTO 39 – VISTA DE JUSANTE DA ESCADA DE PEIXE.



FOTO 40 – VEGETAÇÃO AFLORANDO NO MURO.

H.	BARRAGEM DE GRAVIDADE	MARGEM ESQUERDA - BGE											
H.4	MUROS LATERAIS	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
1	Erosão na fundação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Erosão nos contatos dos muros	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Rachaduras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 44
4	Ferragem do concreto exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 41

**Comentários:**

- Densa presença de vegetação ao redor do muro e dentro da área de segurança, além de afloramentos na própria estrutura.
- Realizada poda na faixa de segurança segundo recomendação da ISR 2020. Não se identificou pontos de surgência ou fuga de água.



FOTO 41 – CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO.



FOTO 42 – SITUAÇÃO DO MURO LATERAL.



FOTO 43 – CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO.



FOTO 44 – PERCOLAÇÃO DE ÁGUA E CARBONATAÇÃO.

### 6.3.9 CASA DE FORÇA E ÁREA DE MONTAGEM

I.	CASA DE FORÇA (CF) E ÁREA DE MONTAGEM (AM)	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
		NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G		
1	Fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Armadura exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Sinais de movimentação da estrutura de concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Deformação de estruturas e tampas metálicas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Movimentação de estruturas e tampas metálicas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Desalinhamentos de corrimãos e estruturas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Corrosão de estruturas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
9	Deterioração da superfície de revestimentos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	Foto 45
10	Percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
<b>Comentários:</b>													
- Pequenos sinais de deterioração da pintura sem necessidade de intervenção.													



FOTO 45 - DETERIORAÇÃO DE REVESTIMENTO



FOTO 46 – INTERIOR DA ÁREA DE MONTAGEM

I. CASA DE FORÇA (CF) E ÁREA DE MONTAGEM (AM)		SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
I.2	EDIFICAÇÃO	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G		
1	Fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Armadura exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Deterioração da superfície do concreto, inclusive do teto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 47
5	Defeitos nas juntas de contração	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Sinais de deformação ou deslocamento da estrutura	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Deformações ou desalinhamento das vigas da ponte rolante	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
<b>Comentários:</b>													



FOTO 47 - SITUAÇÃO DO ACESSO À ÁREA DE MONTAGEM

I.3	GALERIAS - ELÉTRICA, MECÂNICA, ACESSO AO TUBO DE SUÇÃO, ANELAR	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
		NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G		
1	Deterioração da superfície do concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
2	Armadura exposta	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Fissuras no concreto	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
4	Falta de manutenção	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
5	Falta de iluminação	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Falta de ventilação / exaustão	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Sinais de corrosão em equipamentos mecânicos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Carbonatação em equipamentos eletromecânicos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
9	Percolação ou áreas úmidas	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 49

**Comentários:**

- Áreas úmidas nas galerias decorrente dos níveis de jusante, os quais apresentam histórico de atingir parte do pátio externo à casa de máquinas, fazendo com que a água infiltre pelas paredes externas. Na Foto 49, observa-se a marca de água atingida pelo nível de jusante.



FOTO 48 – ACESSO À TURBINA



FOTO 49 - DESPLACAMENTO DE PINTURA E UMIDADE NA GALERIA MECÂNICA

I.	CASA DE FORÇA (CF) E ÁREA DE MONTAGEM (AM)	SITUAÇÃO						MAGNITUDE				NP	FOTO
I.4	CANAL DE FUGA	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G		
1	Taludes íngremes	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	Foto 56 e Foto 61
2	Assoreamentos	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
3	Falta de proteção de margens	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
4	Desmoronamentos de margens	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	1	
5	Erosões de margens	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
6	Desalinhamento de taludes ou muros	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
7	Construções irregulares	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	
8	Proteção de talude danificada	NO	PV	DS	DI	PC	AU	I	P	M	G	0	

**Comentários:**

- Surgências observadas na Foto 51 e Foto 53, possivelmente de origem de vazamento da ETA. Segundo relato do operador José, de tempos em tempos é aumentado a vazão na ETA e ocorre muito vazamento para jusante, abaixo da Casa de Força.
- Concreto no canal de fuga e parte externa da casa de força com perda de nata de cimento e exposição de armadura e agregado graúdo (Foto 50, Foto 57 e Foto 58). Andaimos estavam instalados para realização de reparos.
- Talude da margem esquerda repousando na estrutura da casa de força, indicando possível movimentação (Foto 56Foto 56).
- Estrutura de madeira com patologias devido a umidade e mofo (Foto 55).
- Cabos de aço novos foram instalados no talude da margem direita como recomendação da ISR 2020 (Foto 61).
- Ponto de infiltração (Foto 62) localizada entre o conduto forçado da direita e o talude da margem direita. Recomenda-se manter em observação para detectar se há evolução (aumento de vazão). Caso sim, injetar poliuretano para selar.



**FOTO 50 - EXPOSIÇÃO DE ARMADURA ABAIXO DA CASA DE FORÇA**



**FOTO 51 - PONTO DE UMIDADE PRÓXIMA À CASA DE FORÇA**



**FOTO 52 - VAZAMENTO PROVINIENTE DA ETA PELO TALUDE**



**FOTO 53 - PONTO DE UMIDADE PRÓXIMO À CASA DE FORÇA**



**FOTO 54 - POÇA FORMADA AO LADO DA CASA DE FORÇA**



**FOTO 55 - ESTADO DA ESTRUTURA DE MADEIRA PARA ACESSO AO CANAL DE FUGA**



**FOTO 56 - TALUDE ÍNGREME ENCOSTADO NA ESTRUTURA DE CONCRETO**



**FOTO 57 - EXPOSIÇÃO DO AGREGADO GRAÚDO NO CANAL DE FUGA**



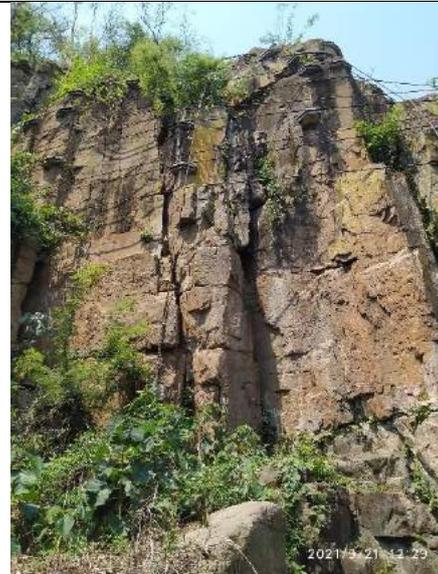
**FOTO 58 - EXPOSIÇÃO DE ARMADURA NA SAÍDA DA CASA DE FORÇA**



**FOTO 59 - SAÍDA DA CASA DE FORÇA**



**FOTO 60 - CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO EM TALUDE REFORÇADO COM CABOS DE AÇO**



**FOTO 61 - NOVOS CABOS DE AÇO PARA COTENÇÃO DE TALUDE DA MARGEM DIREITA**



**Foto 62 - PONTO DE INFILTRAÇÃO PRÓXIMO DO CONDUTO FORÇADA DA MARGEM DIREITO PRÓXIMO DO TALUDE**

**6.3.10 OUTROS**

J.	<b>OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES - NÃO CONSTANDO DO ATUAL CHECKLIST</b>
Comentário:	 <p data-bbox="715 909 1086 936"><b>FOTO 63 - VAZAMENTO DA ETA</b></p> <p data-bbox="411 938 1369 992">* Vazamento podendo falsear ocorrência de surgências e vazamentos na região do conduto forçado</p>

**6.3.11 SUGESTÕES ADICIONAIS**

K.	<b>SUGESTÕES E/OU RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS</b>
Comentário:	



## BIBLIOGRAFIA

AD HOC INTERAGENCY COMMITTEE ON DAM SAFETY, Federal Guidelines for Dam Safety, FCCforSET, FEMA, Washington, DC, USA, 1979;

Agência Nacional de Águas, 'Manual do Empreendedor Sobre Segurança de Barragens – Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragens – volume II', ANA, Brasília, DF, 2016;

Agência Nacional de Energia Elétrica, "Manual de Fiscalização das Empresas de Geração de Energia Elétrica – Diagnóstico dos Procedimentos de Operação e Manutenção", Versão 01/02/2001, ANEEL, Brasília, DF, 2001;

BINDER, D, 'Legal Aspects of Dam Safety', In: Water Power and Dam Construction, APR84, pages 24-26, London, UK;

CARDIA, R. J. R., "Atividades em Segurança de Barragens, pós Privatização", In: Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXIV, Anais, CBDB, Fortaleza, CE, NOV2001;

"Atividades de Segurança e Controle de Barragens em Centrais Hidrelétricas" In: IV Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, Anais, CBDB, Porto de Galinhas, PE, 2004;

CARDIA, R.J.R. & SOUZA, R. R. de "Prevenir a Proliferação da Espécie Invasora *Limnoperna fortunei* (Mexilhão Dourado) em Reservatório de Barragens e Aproveitamentos Hidrelétricos", In: Revista Brasileira de Engenharia do CBDB, Ano V, n. 6, p. 35-41, CBDB, RJ, julho 2018;

CASA CIVIL, Segurança de Barragens, Lei 14.066/2020, Brasília, DF, 30SET20;

COMISSÃO REGIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS, Guia Básico de Segurança de Barragens, São Paulo, SP, NRSP-CBDB, 77 p., 1999;

Da SILVA, A. P., MENDES Jr., R. & LATORE, P. V., "Diretrizes para a Melhoria de um Processo de Inspeção Visual em Estruturas de Concreto – Estudo de Caso: Itaipu Binacional", In Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXV, Anais, vol. II, pág.134-148, CBDB, Salvador, BA, 2003;

De RUBERTIS, K, "Monitoring Dam Performance; Instrumentation and Measurements", MOP 135, ASCE, Reston, VA, USA, 2018;

ELLAM, J. J. (Chairman), Responsibility and Liability of Public and Private Interests on Dams, In: Proceedings, Engineering Foundation Conference, Pacific Grove, CA, SEPT28/OCT03, 1975, ASCE, N.Y, USA, 1976;

ENGINEERING FOUNDATION CONFERENCE, The Evaluation of Dam Safety, ASCE, New York, NY, USA, 1977;



- FEMA, DAM SAFETY: An Owner's Guidance Manual, FEMA, Washington, DC, USA, 1987;
- KANJI, M. A. "Algumas Reflexões Sobre a Instrumentação de Barragens", In Simpósio Sobre Instrumentação Geotécnica de Campo – SINGEO'90, Anais, ABMS, ABGE, CBMR, CERJ, Rio de Janeiro, RJ, ABR90;
- MELLIOS, G.A. & CARDIA, R.J.R., "Critérios de Segurança Operacional: Manutenção Preventiva", Simpósio Sobre Segurança de Barragens, CBGB, SP90;
- MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, "Avaliação da Segurança de Barragens Existentes", Eletrobrás, RJ, 176 pág, 1987;
- PIASENTIN, C., "Considerações Sobre a Importância das Observações Visuais na Auscultação de Barragens", in Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXV, Anais, vol. II, pág.149-155, CBDB, Salvador, BA, OUT2003;
- PROÁGUA Semi-Árido Obras (UGPO), "Manual de Segurança e Inspeção de Barragens", Ministério da Integração Nacional - MI, Brasília, DF, 148 p, 2002;
- RUFINO, R. D, "Resolução Normativa n. 696, de 15 de dezembro de 2015", ANEEL, Brasília, DF, 22DEZ15;
- SILVEIRA, J. F. A, 'Algumas Considerações Sobre a Supervisão e a Inspeção de Barragens e Reservatórios', In Seminário Nacional de Grandes Barragens, XII, vol.II, pg.207-226, CBDB, São Paulo, SP, 1978;
- "Instrumentação e Comportamento de Fundações de Barragens de Concreto", Oficina de Textos, São Paulo, SP, 2003;
- "Instrumentação e Segurança de Barragens de Terra e Enrocamento", Oficina de Textos, São Paulo, SP, 2006;

## 7 ANEXOS E APÊNDICES

### 7.1 ANEXO 1. PROJETOS DO APROVEITAMENTO

A PCH Salto Mauá apresenta uma série de plantas de projeto datadas do ano de 1973, entretanto, nestas não há informações se estes são projetos executivos ou como construído. Nas plantas são identificados os cortes das armaduras, tabelas com o dimensionamento dos aços especificados, bem como seções das estruturas. Além destas informações estão catalogadas plantas baixas do arranjo do aproveitamento e corte longitudinal do barramento. Algumas plantas são destacadas nas Figura 4, Figura 5, Figura 6 e Figura 7.

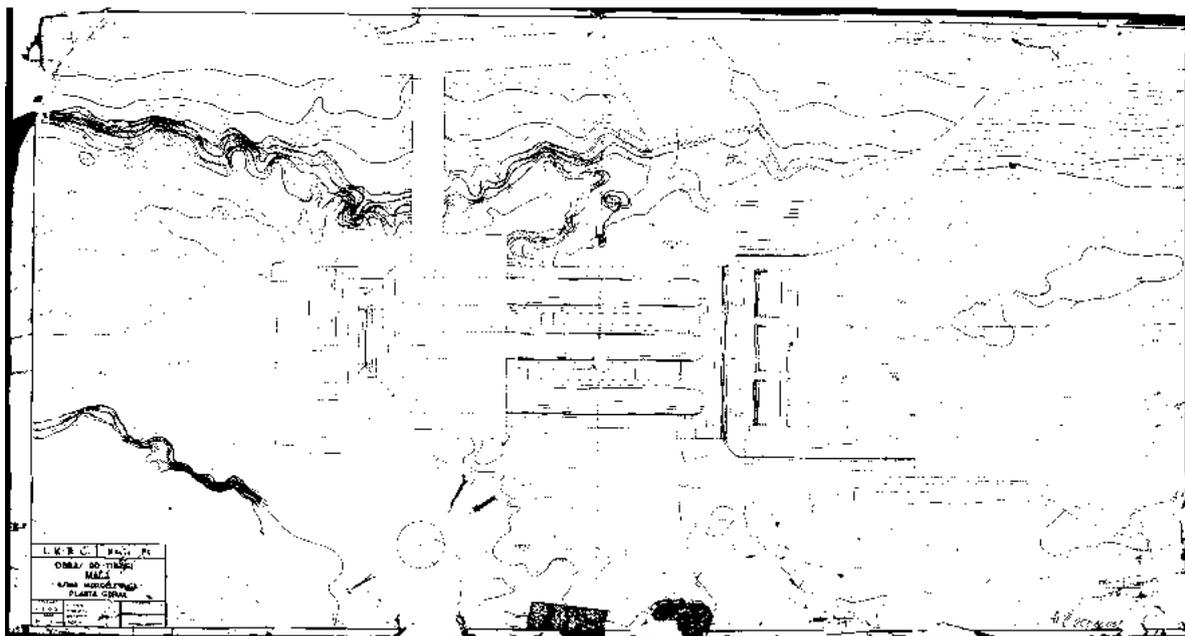


FIGURA 4. PLANTA BAIXA DO CONJUNTO DE ADUÇÃO, CONDUTOS FORÇADOS, CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA (0C-260-01-003).

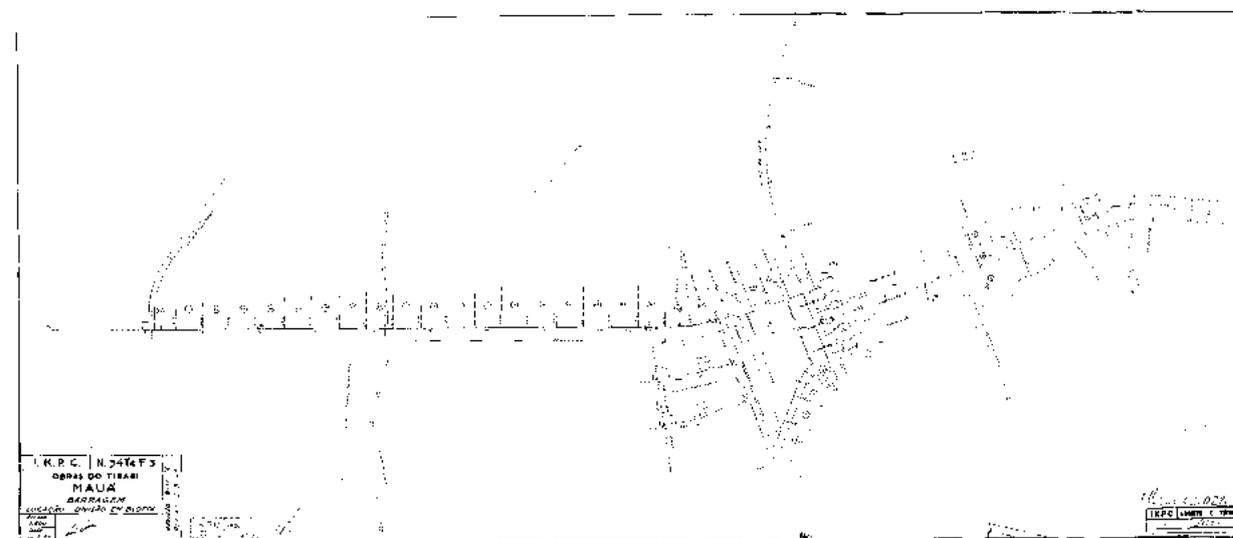


FIGURA 5. ARRANJO GERAL DO APROVEITAMENTO (0C-260-02-023).

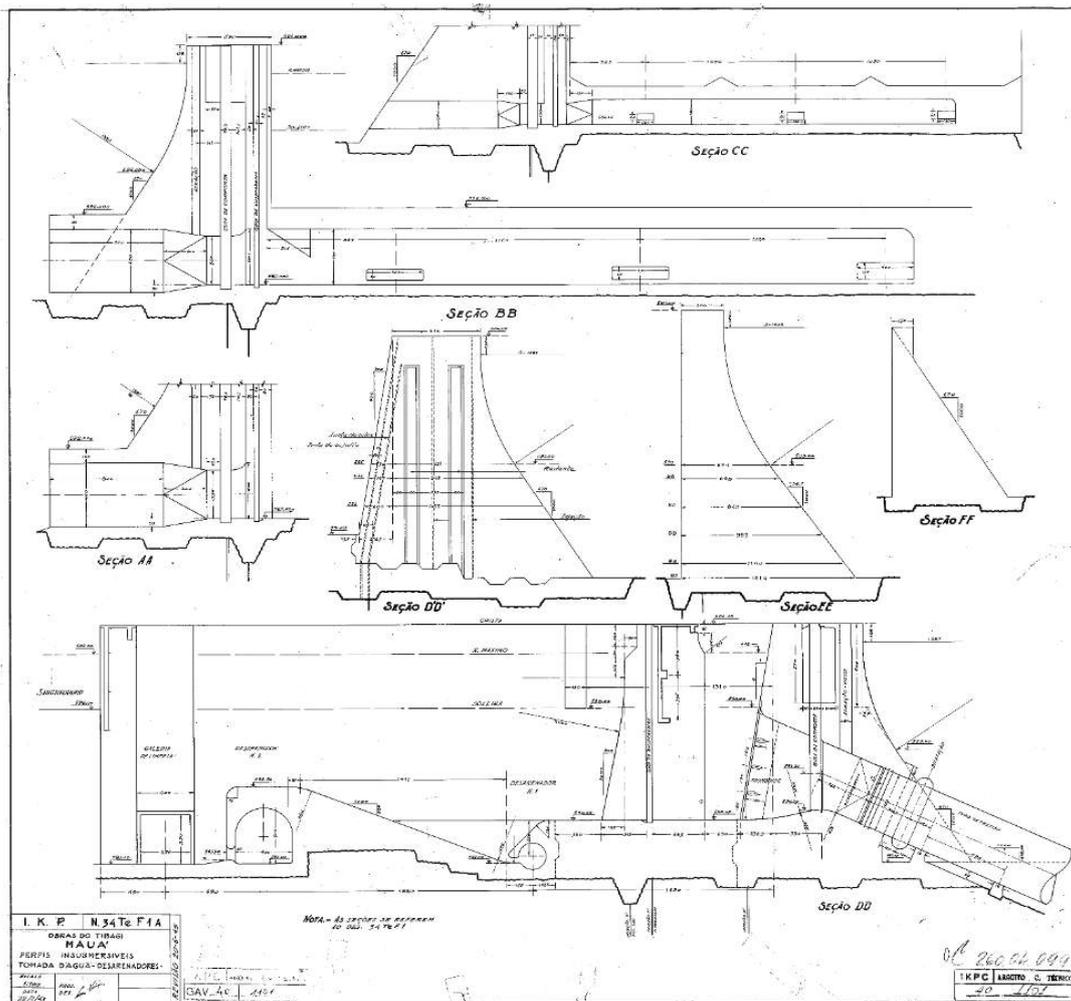


FIGURA 6. CORTES TÍPICOS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO E CONDUITO FORÇADO (OC-260-04-099).

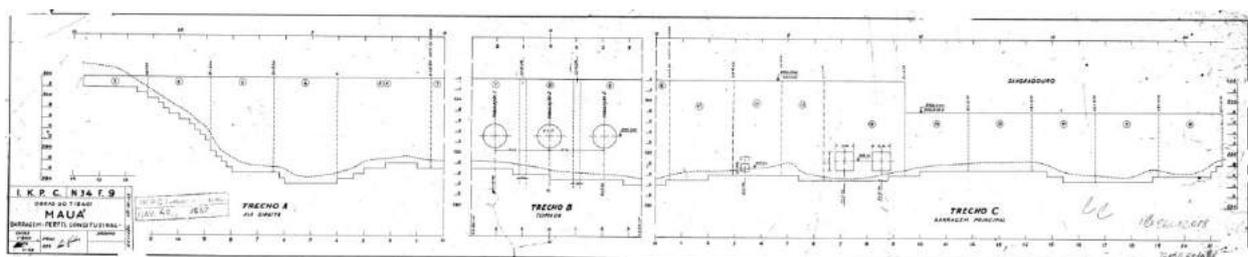


FIGURA 7. BARRAGEM PERFIL LONGITUDINAL PCH MAUÁ (OC-060.02.018).





Klabin

Código: 789-SMA-RT-021-ISR

Título: Inspeção de Segurança Regular - ISR

Revisão: A Página 44 de 49



FRACTAL  
ENGENHARIA

---

### 7.3 APÊNDICE 1. ART CREA



## 7.4 APÊNDICE 2. FICHA TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

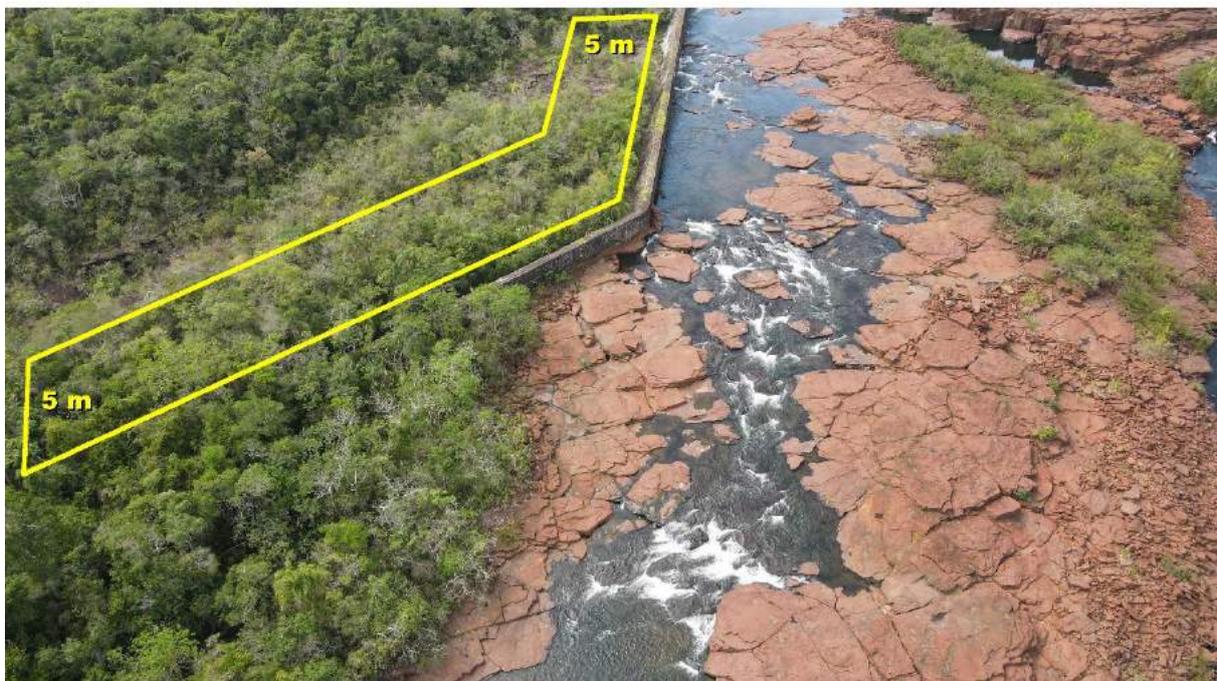
<b>(1) Geral</b>	
Nome do barramento	PCH Salto Mauá
Empreendedor	Klabin S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Tibagi
- Município	Telêmaco Borba
- Unidade da Federação	Paraná (PR)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 24° 3'30.39"S      Long. 50°42'40.28"O
<b>(2) Reservatório</b>	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	NDA
- Máximo Normal [m-IBGE]	602,00
- Mínimo Normal [m-IBGE]	NDA
NA Jusante	
- Máximo Normal [m-IBGE]	NDA*
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km <sup>2</sup> ]	NDA
- No NA Máximo Normal [km <sup>2</sup> ]	NDA
- No NA Mínimo Normal [km <sup>2</sup> ]	NDA
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Maximorum [hm <sup>3</sup> ]	NDA
- No N.A. Máximo Normal [hm <sup>3</sup> ]	0,30
- No N.A. Mínimo Normal [hm <sup>3</sup> ]	NDA
<b>(3) Barragem</b>	
- Material	Concreto
- Comprimento da Crista [m]	372,10
- Altura máxima em relação à fundação [m]	20
- Cota da Crista [m-IBGE]	604,00
<b>(4) Sistema de descarga</b>	
Tipo	Vertedouro Soleira Livre (VL)
Vazão de Projeto [m <sup>3</sup> /s] – TR 50 anos	4.000,00
Comprimento da Crista [m]	246,00
Cota da Soleira [m-IBGE]	598,00
<b>(5) Tomada d'Água</b>	
Tipo	Gravidade
Número de Condutos	2

**(6) Casa de Força**

Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	2
Turbinas Hidráulicas	
- Tipo	Kaplan - eixo vertical
- Potência Instalada Total [MW]	16,32

**7.5 APÊNDICE 3. ÁREA PARA SUPRESSÃO VEGETAL**

As figuras abaixo mostram as áreas para supressão vegetal na PCH Salto Mauá. As dimensões do muro-guia não foram encontradas na documentação da barragem.



**FIGURA 10. SUPRESSÃO VEGETAL NO ENTORNO DO MURO-GUIA DA PCH SALTO MAUÁ.**



FIGURA 11. SUPRESSÃO VEGETAL AO LONGO DA ESCADA DE PEIXE.



FIGURA 12. SUPRESSÃO VEGETAL AO REDOR DA OMBREIRA DA MARGEM ESQUERDA DA PCH SALTO MAUÁ.



FIGURA 13. SUPRESSÃO VEGETAL A MONTANTE DA MARGEM DIREITA DA PCH SALTO MAUÁ.



FIGURA 14. SUPRESSÃO VEGETAL NO ENTORNO DA CASA DE FORÇA DA PCH SALTO MAUÁ.



**FIGURA 15. SUPRESSÃO VEGETAL NO ENTORNO DO BARRAMENTO DA MARGEM DIREITA DA PCH SALTO MAUÁ.**