



PCH Salto Mauá

Plano de Segurança de Barragem

Volume I – Informações Gerais

Cliente



Produção



1	Revisão	JDL		PGL	07/08/2020
0	Atendimento	RBX			27/03/2019
A	Emissão	JDL	PGL	HLR	09/08/2016
Revisão	Descrição	Execução	Verificação	Aprovação	Data

APRESENTAÇÃO

A KLABIN S.A contratou serviço especializado de Engenharia para elaboração do Plano de Segurança da Barragem Salto Mauá, localizada em Telêmaco Borba, Estado do Paraná.

O Plano de Segurança da Barragem Salto Mauá, atendendo a Lei 12.334/2010 referente à Política Nacional de Segurança de Barragens, estabelece os procedimentos que contribuem para prevenir a ocorrência e/ou minimizar os danos causados nas áreas e arredores do reservatório, decorrentes de situações críticas que possam vir a acontecer em virtude de riscos hidrológicos ou da ruptura da barragem.

No presente relatório será abordado o Volume I do PSB da PCH Salto Mauá, sendo que os demais volumes, bem como seus códigos, encontram-se especificadas abaixo.

Volume I	Informações Gerais	244-260-RT-PSB-001
Volume II	Documentação Técnica do Empreendimento	244-260-RT-PSB-002
Volume III	Planos e Procedimentos	244-260-RT-PSB-003
Volume IV	Inspeção Regular/ Registros e Controles	244-260-RT-PSB-004
Volume V	Revisão Periódica de Segurança da Barragem	244-260-RT-PSB-005
Volume VI	Plano de Ação de Emergência	487-SMA-RT-PAE

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	10
3	DOCUMENTOS UTILIZADOS.....	10
4	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	10
5	REVISÕES PERIÓDICAS	11
6	CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL	11
7	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	12
7.1	LOCALIZAÇÃO E ACESSO	14
8	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO	16
8.1	RESERVATÓRIO	18
8.1.1	Cota x Área x Volume.....	18
8.1.2	Borda livre	18
8.1.3	Estudo de sedimentação e vida útil do reservatório	18
8.1.4	Vazão Sanitária	18
8.2	TOMADA D'ÁGUA.....	19
8.3	VERTEDOURO	19
8.4	DESCARREGADOR DE FUNDO	22
8.5	DESARENADOR.....	22
8.6	INSTRUMENTAÇÃO DE MONITORAMENTO DAS ESTRUTURAS	23
8.7	PLANO DE ESVAZIAMENTO DO RESERVATÓRIO	25
8.8	PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO DA BARRAGEM.....	25
9	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM	26
10	ZONA DE SEGURANÇA DO RESERVATÓRIO	26
11	ÁREA A SER RESGUARDADA.....	27
12	EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM	28
13	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	29
13.1	PEDOLOGIA	30
13.2	GEOLOGIA	30
13.3	SISMOLOGIA.....	31
13.4	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	35
13.5	HIDROMETEOROLOGIA	35
13.5.1	Regime Fluviométrico	35
13.6	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	36
	REFERÊNCIAS	39
	APÊNDICES	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação da Barragem Salto Mauá.	12
Figura 2. Mapa de Localização.....	13
Figura 3. Mapa de acessos.	15
Figura 4. Vista aérea PCH Salto Mauá.	16
Figura 5. Tomada d'água Barragem Salto Mauá.	19
Figura 6. Vertedouro Barragem Salto Mauá.	19
Figura 7. Resumo dos Cenários Estudados.	21
Figura 8. Resumo dos Resultados Encontrados.....	22
Figura 9. (1) Desarenador e (2) Descarregador de Fundo.....	23
Figura 10. Estação de medição observada na Barragem Salto Mauá.	23
Figura 11. Estações Telemétricas Klabin S.A.....	24
Figura 12. Áreas a serem resguardadas.	27
Figura 13. Vista da margem direita da barragem e casa de bombas com guarda corpo.....	28
Figura 14. Terra Indígena Tibagy/Mococa.	29
Figura 15. Mapa de pedologia.	32
Figura 16. Mapa de geologia.....	33
Figura 17. Mapa de Sismicidade.	34
Figura 18. Comportamento das vazões ao longo do período de estudo, entre 1974 e 2014.	36
Figura 19. Curva de Permanência da série de dados da ONS, entre 1974 e 2014.....	36
Figura 20. Aproveitamentos no rio Tibagi.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Vazões instantâneas máximas para a PCH Salto Mauá.	20
Tabela 2. Resumo de cargas hidráulicas esperados por período de retorno.	21
Tabela 3. Histórico de vazões máximas, médias e mínimas nos meses do ano.	35

LISTA DE QUADRO

Quadro 1. Matriz de Classificação de Barragens.....	11
Quadro 2. Ficha Técnica da PCH Salto Mauá.	17
Quadro 3. Características do sistema vertente.	20
Quadro 4. Lista de materiais e equipamentos para gestão de emergência.....	26
Quadro 5. Aproveitamentos em operação na cascata do rio Tibagi.....	37
Quadro 6. Classificação dos aproveitamentos em operação na cascata do rio Tibagi.....	37

GLOSSÁRIO¹

Bacia de Contribuição: Área da superfície que é drenada para um ponto específico, tal como um reservatório, também conhecida como bacia hidrográfica ou área da bacia hidrológica.

Barragem: Estrutura construída transversalmente a um rio ou talvegue com a finalidade de obter a elevação do seu nível d'água e/ou de criar um reservatório de acumulação de água seja de regulação das vazões do rio, seja de outro fluido.

Borda Livre: Distância vertical entre a maior cota da superfície da água junto à barragem e a cota mais baixa do topo de uma barragem ou outra estrutura de contenção.

Capacidade do Reservatório: Capacidade bruta total do reservatório em seu nível máximo de armazenamento.

Crista da Barragem: Cota da superfície superior da barragem, não se levando em conta qualquer abaulamento, meio-fio, paraquitos, defensas ou outras estruturas que não sejam parte da estrutura principal do barramento de água.

Crista do Vertedouro: Parte superior da seção vertente do vertedouro.

Emergência: Em termos de operação de barragens, qualquer condição que coloque em risco a integridade da barragem e de vidas ou propriedades a jusante, e requeira uma intervenção imediata.

Estruturas Associadas: Estruturas e equipamentos locais, que não façam parte da barragem propriamente dita. Incluem estruturas tais como torres de tomada d'água, a casa de força, túneis, canais, condutos forçados, descargas de fundo, bacias de amortecimento, poços, galerias, mecanismos de acionamento de comportas etc.

Fundação: Maciço de rocha e/ou solo que forma a base de assentamento para uma barragem, dique e suas estruturas associadas.

Ombreira: Parte da encosta contra a qual a barragem é construída.

Pé da Barragem: Junção da face jusante (ou montante) da barragem, com a superfície de fundação.

Plano de Ação de Emergência (PAE): Documento que contém os procedimentos para atuação em situações de emergência, bem como os meios de comunicação e os mapas de

¹ Manual de Segurança e Inspeção de Barragens – Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p.



inundação que mostrem os níveis d'água de montante e jusante e os tempos de chegada das ondas de cheia, que poderiam resultar da ruptura da barragem ou de suas estruturas associadas.

Zona de Autossalvamento: Região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente. A Zona de Autossalvamento é definida pela menor das seguintes distâncias: 10 km ou a extensão que corresponda ao tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

1 INTRODUÇÃO

Instituída no dia 20 de setembro de 2010, a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei Federal nº 12.334/2010 tem como objetivo garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens, de forma a possibilitar a redução de acidentes e suas consequências, visando à proteção da população e do meio ambiente.

A Lei nº 12.334/2010 aplica-se as barragens destinadas à acumulação d'água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem, pelo menos, uma das seguintes características:

- (i) Altura do maciço maior ou igual a 15 m;
- (ii) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3 hm³;
- (iii) Reservatório que contenha resíduos perigosos;
- (iv) Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perdas de vidas humanas.

Dentre os instrumentos citados pela referida legislação, tem-se o Plano de Segurança da Barragem (PSB). Este tem como intuito, determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional da barragem, identificando os problemas e recomendando tanto reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações quanto análise/estudos para determinar as soluções dos problemas.

Consoante exposto no Art. 8 da Lei nº 12.334/2010, o PSB deve compreender, no mínimo, as seguintes informações:

- (i) Identificação do empreendedor;
- (ii) Dados técnicos referentes à implantação do empreendimento, inclusive, no caso de empreendimentos construídos após a promulgação desta Lei, do projeto como construído, bem como aqueles necessários para a operação e manutenção da barragem;
- (iii) Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem;
- (iv) Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem;
- (v) Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem;
- (vi) Indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção e à operação da barragem;
- (vii) Plano de Ação de Emergência (quando necessário);
- (viii) Relatórios das inspeções de segurança;



(ix) Revisões periódicas de segurança.

A confecção do PAE está relacionada à categoria de risco e dano potencial associado ao qual a barragem se enquadra, constituindo peça obrigatória para os aproveitamentos CLASSE A e B². As barragens fiscalizadas pela ANEEL são enquadradas em classes, conforme Resolução Normativa da ANEEL nº 696/2015, segundo sua categoria de risco, dano potencial associado e volume do reservatório correspondente.

A PCH Salto Mauá, embora classificada como **CLASSE C**, apresenta Plano de Ação de Emergência em atendimento à solicitação da ANEEL, mediante Ofício Circular nº2/2019 SFG.

Desta forma, o Plano de Segurança da Barragem Salto Mauá encontra-se disposto nos seguintes capítulos:

- (i) Volume I: Informações Gerais;
- (ii) Volume II: Documentação Técnica do Empreendimento;
- (iii) Volume III: Planos e Procedimentos
- (iv) Volume IV: Inspeção Regular/ Registros e Controles
- (v) Volume V: Revisão Periódica de Segurança da Barragem;
- (vi) Volume VI: Plano de Ações Emergenciais (PAE).

2 OBJETIVO

São objetivos deste Plano de Segurança da Barragem, determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional da Barragem Salto Mauá, identificando os problemas e recomendando, dentre outras ações, análises e estudos, reparos corretivos, restrições operacionais e/ou modificações.

3 DOCUMENTOS UTILIZADOS

Para esta etapa, fez-se uso de materiais fornecidos pela Klabin S.A, entre os dias 10 e 16/03/2016, via correio eletrônico. A listagem dos documentos utilizados encontra-se no Volume II do PSB, referente à Documentação Técnica do Empreendimento.

4 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Pertencente a Klabin S.A, a Barragem Salto Mauá está localizada no rio Tibagi, imediatamente a jusante da UHE Mauá, nas coordenadas 24°03'29,94" de latitude sul e 50°42'40,02" longitude oeste, no município de Telêmaco Borba, Estado do Paraná

² Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pela Resolução Normativa n°696/2015, da ANEEL, Art. 13 §1º.

Empreendedor: Klabin S.A - Unidade Monte Alegre	
CPF/CNPJ: 89637490133/0001-95	
Endereço: Fazenda Monte Alegre, s/nº. CEP: 88275-000. Telêmaco Borba, PR	
Telefone: (42) 3271-5000	Email: ma_comite_barragens@klabin.com.br

5 REVISÕES PERIÓDICAS

O Plano de Segurança da Barragem (PSB) é uma ferramenta dinâmica, devendo ser revisado periodicamente. Esta etapa tem como intuito verificar regularmente o estado geral da segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos e as alterações das condições a montante e jusante da mesma.

De acordo com o Art. 17 da Resolução nº 696 de 2015, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a periodicidade mínima da revisão é definida em função da Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado. Tendo em vista que a Barragem Salto Mauá se classifica como um empreendimento de **Classe C**, suas revisões devem ser realizadas com uma frequência mínima de 10 (dez) anos.

6 CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL

Classificada como uma barragem de Risco Médio e Dano Potencial Associado Médio, a Barragem Salto Mauá enquadra-se na **Classe C** da Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado da ANEEL (Resolução nº 696 de 2015)³ (Quadro 1)

Quadro 1. Matriz de Classificação de Barragens.

Categoria de Risco	Dano potencial associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	B
Médio	B	C	C
Baixo	B	C	C

Nos apêndices (Apêndice 1, Apêndice 2, Apêndice 3 e Apêndice 4) são apresentadas as matrizes de classificação quanto a categoria de Risco e Dano Potencial associado para a Barragem Salto Mauá. Por sua vez, o resumo final da avaliação do aproveitamento encontra-se exposto na Figura 1.

³ Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução Normativa nº 696 de 15 de dezembro de 2015.

ANEXO II - MATRIZ PARA BARRAGENS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA
CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL

NOME DA BARRAGEM	<i>PCH PRESIDENTE VARGAS</i>
NOME DO EMPREENDEDOR	<i>KLABIN</i>
DATA:	<i>29/04/2016</i>

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	27
2	Estado de Conservação (EC)	6
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	19
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		52

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	> = 62 ou EC*=8 (*)
	MÉDIO	35 a 62
	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)	13

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	> = 16
	MÉDIO	10 < DP < 16
	BAIXO	< = 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

	CLASSE FINAL	C
--	---------------------	----------

Figura 1. Classificação da Barragem Salto Mauá.

7 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Situada na porção centro-leste do Estado do Paraná, a bacia do Rio Tibagi faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraná (bacia 6). Com uma área de drenagem total equivalente a 15.650 km², no eixo do barramento da PCH Salto Mauá, o aproveitamento encontra-se na divisa entre os municípios de Telêmaco Borba e Ortigueira, PR. (Figura 2).



Figura 2. Mapa de Localização.

7.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Salto Mauá situa-se a, aproximadamente, 296 km da capital do Estado, Curitiba, via Campo Largo, PR. O principal acesso rodoviário ao aproveitamento dá-se pela estrada PR-160.

Passada a ponte sobre o rio Tibagi, deve-se percorrer cerca de 47 km até a estrada que dará acesso à crista da barragem pela margem direita. Sendo assim, partindo-se do centro urbano de Telêmaco Borba, PR, segue-se pela PR-160 até o trevo de acesso à Lagoa. A partir deste ponto, percorre-se a estrada de chão por, aproximadamente, 28 km até o início do percurso asfaltado. Virando à esquerda, sentido leste, percorre-se 2 km até o acesso à barragem da UHE Mauá. Neste local, deve-se virar à direita, adentrando o portão que dá acesso ao barramento da PCH Salto Mauá.

Por sua vez, o acesso pela margem esquerda é realizado por via fluvial, mediante barco e barqueiro registrado, não sendo possível seu acesso por terra.

A Figura 3 apresenta um mapa com as principais vias de acesso ao local do empreendimento.

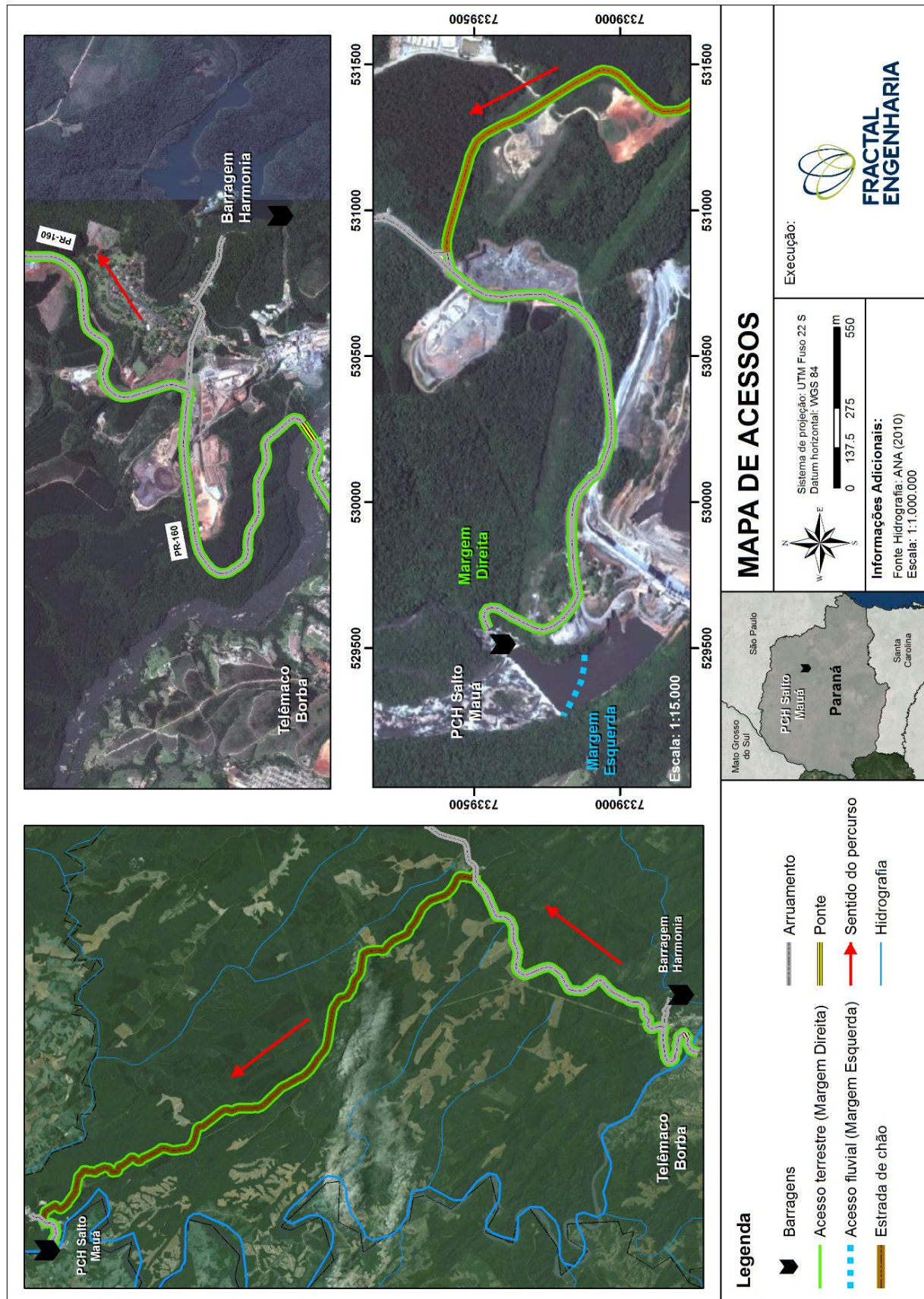


Figura 3. Mapa de acessos.

8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO

A PCH Salto Mauá, propriedade da Klabin S.A., iniciou sua operação em 1952, sendo empregada para fins de geração de energia elétrica na unidade fabril Monte Alegre. Localizada no município de Telêmaco Borba, PR, esta usina conta com 2 (duas) unidades geradoras, totalizando 16,32 MW de potência instalada.

A Barragem Salto Mauá é composta de:

- Barragem de Gravidade Margem Direita (BGD);
- Câmara de Carga com Tomada d'água;
- Barragem de Gravidade Central com dispositivos de limpeza e descarga (BGC);
- Vertedouro de Superfície Livre (VL) Perfil Creager;
- Barragem Gravidade Margem Esquerda (BGD) com escada de peixes (fechada);
- Muro Guia e de proteção da Casa de Força
- Conduto Forçado;
- Casa de Força; e
- Canal de Restituição.



Figura 4. Vista aérea PCH Salto Mauá.
Fonte: Klabin S.A.

O sistema extravasor da PCH Salto Mauá é composto por Vertedouro de Soleira Livre (VL), com vertedor ogiva tipo perfil Creager. No final do vertedouro, na margem esquerda do rio Tibagi, está instalada a escada de peixes. Esta, de acordo com a inspeção realizada em

25/01/2016, encontra-se fechada em decorrência da implantação da UHE Mauá a montante do aproveitamento.

A tomada d'água é realizada mediante conduto forçado a partir da Câmara de Carga. No projeto original foram previstos 3 (três) condutos forçados, tendo sido instalados, somente, 2 (dois). O vão para o terceiro conduto encontra-se selado com placas de concreto.

Os condutos descem pelo talude em rocha até a casa de força, 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 restituição.

No Quadro 2 são apresentadas as principais informações estruturais, hidráulicas, hidrológicas e do reservatório, as quais devem ser mantidas atualizadas e validadas pela equipe de operação e manutenção do empreendimento.

Quadro 2. Ficha Técnica da PCH Salto Mauá.

(1) Geral		
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
(2) Reservatório		
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 [km²]	NDA	
- No NA Máximo Normal [km²]	NDA	
- No NA Mínimo Normal [km²]	NDA	
Volume do Reservatório:		
- No N.A. Máximo Maximorum [hm³]	NDA	
- No N.A. Máximo Normal [hm³]	0,30	
- No N.A. Mínimo Normal [hm³]	NDA	

(3) Barragem

- Material	Concreto
- Comprimento da Crista [m]	372,10
- Altura máxima em relação à fundação [m]	20
- Cota da Crista [m-IBGE]	604,00

(4) Sistema de descarga

Tipo	Vertedouro Soleira Livre (VL)
Vazão de Projeto [m³/s]	4.000,00
Comprimento da Crista [m]	246,00
Cota da Soleira [m-IBGE]	598,00

(5) Tomada d'Água

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

NDA* - Informação não encontrada ou ambígua nos registros documentais.

8.1 RESERVATÓRIO

O nível d'água máximo no reservatório Salto Mauá foi fixado na EL 602,00 [m-IBGE]. Nesta cota, o reservatório possui capacidade de acumular um volume de 0,30 hm³.

8.1.1 Cota x Área x Volume

Nos materiais fornecidos pela Klabin S.A, não foi possível encontrar as curvas Cota x Área e Cota x Volume da Barragem Salto Mauá.

8.1.2 Borda livre

A borda livre adotada para a Barragem Salto Mauá é de 2 m, com crista fixada na EL 604,00 [m-IBGE].

8.1.3 Estudo de sedimentação e vida útil do reservatório

Nos materiais fornecidos pela Klabin S.A, não foi possível encontrar o estudo de sedimentação e vida útil do reservatório Salto Mauá.

8.1.4 Vazão Sanitária

Conforme estudos sobre a vazão remanescente do rio Tibagi no trecho ensecado da PCH Salto Mauá, é indicada que a vazão sanitária seja de 2,50 m³/s.

8.2 TOMADA D'ÁGUA

Instalada na ombreira direita da barragem, a tomada d'água situa-se na El.590,05 [m-IBGE], sendo realizada mediante 2 (duas) tubulações metálicas com 4,267 m de diâmetro cada. Estas conduzem a água captada até as turbinas hidráulicas existentes na casa de força.



Figura 5. Tomada d'água Barragem Salto Mauá.

A estrutura é formada, também, por comporta, protegida por grade protetora fixa e câmara de carga.

8.3 VERTEDOURO

Parte da barragem de concreto em gravidade, o vertedouro de Salto Mauá é dotado de perfil vertente hidrodinâmico do tipo *Creager*, com soleira livre na cota El. 598,00 [m-IBGE] (Figura 6).

A dissipação de energia cinética, por sua vez, ocorre de forma natural no leito do rio Tibagi, aproveitando a característica rochosa do canal. O dimensionamento hidráulico do sistema vertente foi realizado para a vazão de projeto, a fim de que não ocorra sobrelevação do nível d'água no reservatório.



Figura 6. Vertedouro Barragem Salto Mauá.

Fonte: Fractal Engenharia (26/01/2016)

Sendo assim, o Quadro 3 apresenta as características básicas da barragem vertente.

Quadro 3. Características do sistema vertente.

Tipo	Soleira Livre
Paramento de montante	1H:1V
Paramento de jusante	1V:0,670H
Comprimento total aproximado	246 m
Cota da soleira vertente	El. 598,00 [m-IBGE]
Vazão de projeto (TR= 50 anos)	4.000,00 m³/s
Carga de projeto (Hd)	4 m

A planta referente a esta estrutura pode ser visualizada no desenho 1C-260-11-020 (Volume II - Documentação Técnica do Empreendimento).

A Tabela 1. apresenta as vazões instantâneas máximas para a PCH Salto Mauá, obtidas no Estudo Hidrológico e Hidráulico da PCH Salto Mauá (EGVP00373/00-3H-RL-0002), datado de 14/10/2019.

Tabela 1. Vazões instantâneas máximas para a PCH Salto Mauá.

TR (anos)	Q máxima (m³/s)
1	496,10
2	1866,40
5	2685,60
10	3228,00
15	3534,10
20	3748,30
25	3913,40
50	4421,80
100	4926,50
200	5429,30
500	6092,70
1000	6594,00
2000	7095,20
10000	8258,70

Juntamente a elas, são destacadas as cargas hidráulicas esperadas sobre a crista do vertedouro para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1.000, 2.000 e 10.000 anos, sendo estas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo de cargas hidráulicas esperados por período de retorno.

TR (anos)	Hd [m]
2	2,40
5	3,00
10	3,36
25	3,79
50	4,08
100	4,38
500	5,06
1000	5,33
2000	5,60
10000	6,20

A carga hidráulica disponibilizada nos projetos do aproveitamento apresenta valor máximo de 4,0 m, portanto, carregamentos nas estruturas de concreto, maiores ou iguais à períodos de retorno de 50 anos, devem receber estudos de estabilidade, de modo a avaliar os fatores de segurança para estas Condições de Carregamento Limite (CCL).

Pensando nisto, a Klabin S.A. contratou empresa especializada para a realização do Estudo de Verificação Global da Barragem Salto Mauá (638-SMA-RT-EST), datado de 07/08/2020. Este documento encontra-se disposto no Volume II - Documentação Técnica do Empreendimento do PSB da PCH Salto Mauá.

Realizado para cinco cenários de carregamento excepcional distintos, o Estudo de Verificação Global da Barragem Salto Mauá analisou as cheias de 100, 1.000 e 10.000 anos de período de retorno, a onda de cheia devido à ruptura da UHE Mauá e a cheia de restrição. As Figura 7 e Figura 8 apresentam um resumo dos coeficientes de estabilidade em relação aos cenários estudados.

Cenário	Cota d'água [m-IBGE]	Altura a partir da soleira [m]	Galgamento
CENÁRIO 1: TR 100	602.10	4.10	Não
CENÁRIO 2: TR 1000	603.07	5.07	Não
CENÁRIO 3: TR 10000	603.46	5.46	Não
CENÁRIO 4: Ruptura Montante (UHE Mauá)	605.32	7.32	Sim
CENÁRIO 5: Restrição	602.11	4.11	Não
Barragem	Cota [m-IBGE]		
Crista Barragem	604.00		
Soleira Vert.	598.00		

Figura 7. Resumo dos Cenários Estudados.

	Caso de Cargamento	FSF	FSD	FST	FST recomendado	$\sigma_{vm\acute{a}x}$		Abertura de junta (%)
						kN/m ²	kgf/cm ²	
SEÇÃO OMBREIRA	CCE1 - CHEIA 100 ANOS	2,70	5,28	1,39	1,20	410	4,10	7,6%
	CCE2 - CHEIA 1.000 ANOS	2,59	4,82	1,28		469	4,69	17,9%
	CCE3 - CHEIA 10.000 ANOS	2,55	4,65	1,24		494	4,94	20,9%
	CCE4 - CHEIA RUPTURA	2,36	3,96	1,06		625	6,25	31,0%
	CCE5 - CHEIA RESTRIÇÃO	2,70	5,27	1,39		411	4,11	7,7%
SEÇÃO VERTEDOURO	CCE1 - CHEIA 100 ANOS	2,42	4,59	1,26	1,20	511	5,11	20,0%
	CCE2 - CHEIA 1.000 ANOS	2,34	4,31	1,19		548	5,48	24,0%
	CCE3 - CHEIA 10.000 ANOS	2,30	4,20	1,17		562	5,62	25,4%
	CCE4 - CHEIA RUPTURA	2,17	3,76	1,06		633	6,33	30,5%
	CCE5 - CHEIA RESTRIÇÃO	2,41	4,59	1,26		512	5,12	20,1%

Figura 8. Resumo dos Resultados Encontrados.

Com base nestas informações, observa-se que, para os cenários das cheias naturais e de restrição, em ambas as seções analisadas, o Fator de Segurança ao Tombamento (FST) encontra-se próximo ao limite de 1,20 recomendado pela ELETROBRAS. Contudo, para o cenário 4, cuja cheia é proveniente da ruptura hipotética do barramento à montante, o FST resultou em 1,06, muito abaixo do limite recomendado de 1,20. Cabe ressaltar que, do ponto de vista de perda de equilíbrio global, a estrutura entra em colapso quando o FST é menor que 1,0. Para a PCH Salto Mauá o valor encontrado foi de 1,06.

Na mesma linha, observa-se que todos os casos de carregamento excepcional analisados provocaram a abertura de junta na fundação para as duas seções analisadas, o que já era esperado em se tratando de carregamentos excepcionais. Entretanto, uma vez que a abertura de junta, em casos excepcionais, são aceitáveis até o limite de 33% da área da fundação, segundo os critérios de projeto da ELETROBRAS. Todos os cenários apresentaram aberturas de junta dentro dos critérios de limite de projeto estabelecidos pela ELETROBRAS.

8.4 DESCARREGADOR DE FUNDO

A Barragem Salto Mauá conta com 2 (duas) galerias de 4,5 m de diâmetro cada, situadas na El. 588,75 [m-IBGE]. Estas encontram-se na Barragem de Gravidade Central (BGC), sendo utilizadas como descarregadores de fundo (Figura 9).

8.5 DESARENADOR

O desarenador apresenta a função de reter a areia e os sólidos em suspensão presentes na água. A Barragem Salto Mauá apresenta, como estrutura desarenadora, 1 (uma) galeria de 2,0 m de diâmetro, situada na Barragem de Gravidade Central (BGC), El. 587,40 [m-IBGE].

A Figura 9 ilustra a localização destas estruturas.



Figura 9. (1) Desarenador e (2) Descarregador de Fundo.

Fonte: Klabin S.A.

8.6 INSTRUMENTAÇÃO DE MONITORAMENTO DAS ESTRUTURAS

A PCH Salto Mauá conta com 1 (um) instrumento de auscultação no corpo da barragem de gravidade central, a montante do reservatório. Este consiste em uma régua linimétrica utilizada para o controle de nível, não sendo identificado valores limites para este instrumento.

Respeitando o solicitado pela Resolução Conjunta nº03 de 2010 ANEEL/ANA, a Klabin S.A conta com 1 (uma) estação fluviométrica telemétrica (PCH Salto Mauá Jusante – 64490800) para medição de nível, vazão e sedimentos e 1 (uma) estação pluviométrica telemétrica (Fazenda Monte Alegre - 2450065). A seção de réguas está instalada na margem esquerda do Rio Tibagi, próxima a estação fluviométrica (64490800) e pluviométrica (2450065) a, aproximadamente, 1,50 km a jusante do Barramento da PCH Salto Mauá. (Figura 11). Concomitantemente, a PCH Salto Mauá conta, em sua barragem, com a presença de uma estação com sensor de nível e pluviômetro, fornecendo leituras linimétricas e pluviométricas (Figura 10).



Figura 10. Estação de medição observada na Barragem Salto Mauá.

Fonte: Fractal Engenharia (25/01/2016)

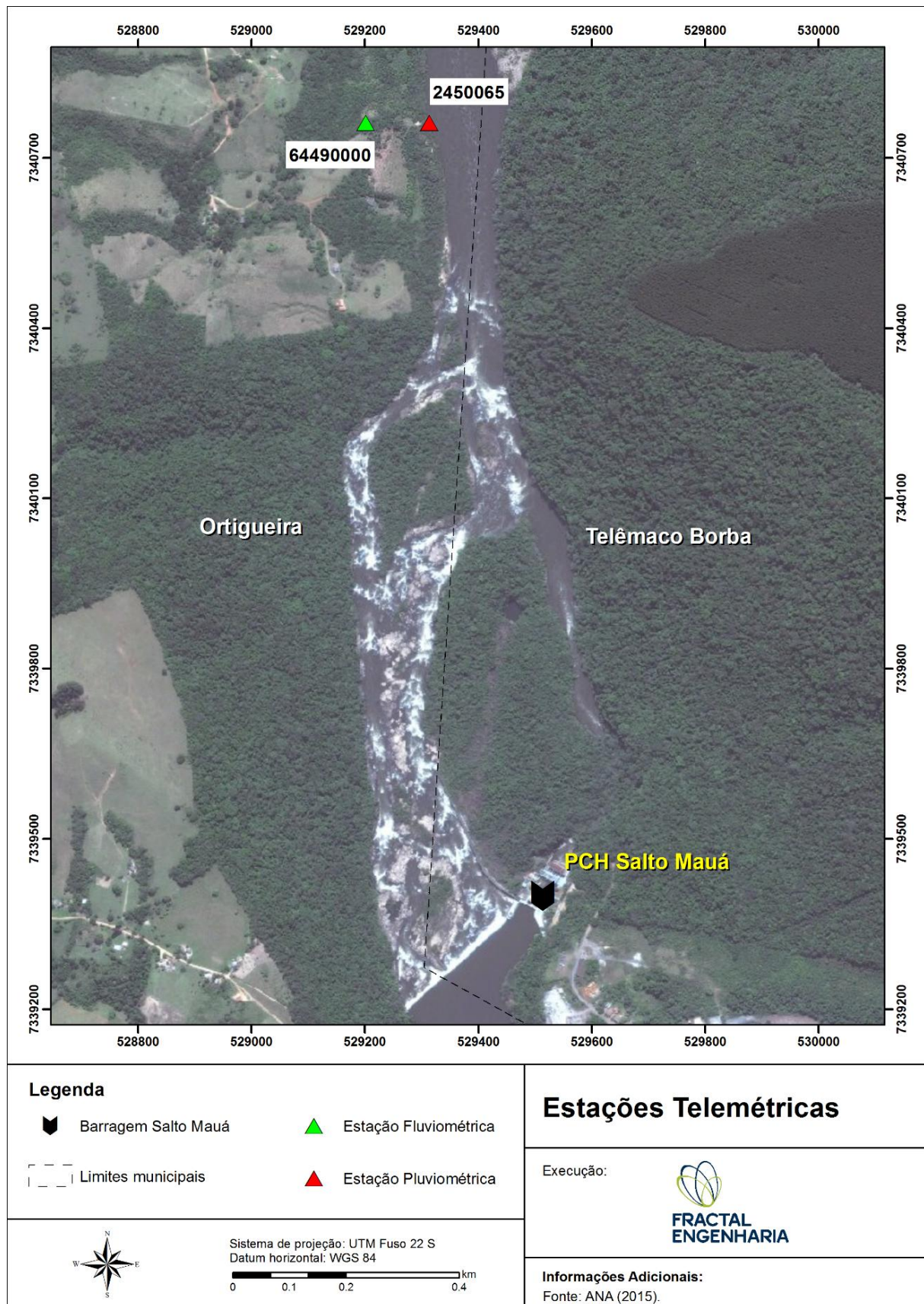


Figura 11. Estações Telemétricas Klabin S.A.

8.7 PLANO DE ESVAZIAMENTO DO RESERVATÓRIO

Previsto na Lei 12.334/2010, o Plano de Esvaziamento do Reservatório ainda não está regulamentado pela ANEEL. Dessa forma, não existe modelo de recomendações e/ou especificações, para a descrição e execução das atividades necessárias.

O Plano de Esvaziamento do Reservatório é acionado em decorrência de situações de perigo que possam conduzir à ruptura da Barragem, reduzindo o risco de danos às estruturas do barramento e ao vale a jusante. Neste, devem constar todas as medidas necessárias para garantir a segurança da operação.

Até AGO2020, a PCH Salto Mauá não conta com um Plano de Esvaziamento de seu reservatório.

8.8 PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO DA BARRAGEM

O Plano de Descomissionamento da Barragem encontra-se previsto na Lei 12.334/2010, não estando regulamentado pela ANEEL. De acordo com O Art. 18 da Lei de Segurança de Barragens (12.334/2010), o descomissionamento da barragem somente será necessário quando a mesma deixar de atender aos requisitos de segurança. Neste caso, a obrigatoriedade do descomissionamento dá-se quando:

- a) Ocorrência de Emergência; e/ou
- b) Falência da Empresa Proprietária; e/ou
- c) Acentuado envelhecimento dos equipamentos e deterioração das estruturas, de forma que as condições locais, as dificuldades de acesso para sua manutenção e recuperação se tornassem excessivamente custosas.

No projeto de desativação devem constar todas as medidas necessárias para garantir a segurança da operação, incluindo:

- a) Descrição do processo de retirada de serviço da barragem, do seu abandono e da eventual demolição das estruturas;
- b) Verificação da estabilidade das estruturas que permanecerão, tendo em consideração as novas condições de funcionamento;
- c) Estudos hidráulicos sobre as consequências de abandono e eventual demolição das estruturas;
- d) Soluções propostas para eliminar ou mitigar as eventuais consequências negativas do abandono do aproveitamento;
- e) Justificativa das medidas tomadas;
- f) Eventual plano para o controle de segurança das estruturas que permanecem.

Independentemente do tipo de descomissionamento da barragem, demolição parcial ou total, deve-se comunicar à entidade fiscalizadora (ANEEL).



9 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

A qualidade da resposta da usina, frente as situações de emergência, está condicionada a existência de materiais fixos e mobilizáveis, destacando-se os meios de comunicação, transporte, fornecimento de energia, entre outros. Isto é válido, uma vez que estes recursos facilitam o atendimento imediato da anomalia, possibilitando um ganho de tempo para a ação das autoridades competentes.

A barragem possui os materiais e equipamentos auxiliares para gestão de emergência descritos no Quadro 4. Para os materiais não disponíveis no empreendimento, sugere-se manter uma lista atualizada de fornecedores na região do empreendimento.

Quadro 4. Lista de materiais e equipamentos para gestão de emergência.

Descrição do material	Situação
Depósito de areia e brita	Não disponível no empreendimento
Mantas de PVC	Não disponível no empreendimento
Sacos de areia, enrocamento	Não disponível no empreendimento
Ferramentas	Não disponível no empreendimento
Barcos, pá carregadeira, caminhão basculante	Não disponível no empreendimento
Equipamentos para fornecimento de energia	Gerador a gasolina
Equipamentos de comunicação	Rádio de comunicação com o Centro de Controle da Equipe Florestal e com a Sala de Controle da Usina Térmica da Fábrica; telefones fixos e rede de internet privada

10 ZONA DE SEGURANÇA DO RESERVATÓRIO

Consoante disposto na NORMAM-17/DHN⁴, é obrigatória a demarcação dos perímetros de segurança, nas proximidades de vertedouros. Desta forma, deve-se delimitar e sinalizar todas as áreas passíveis de interferência no funcionamento do aproveitamento, resguardando-as para fins de operação e proibindo seu uso para outras atividades, tais como pesca, navegação, lazer, entre outras.

O balizamento das zonas de segurança do reservatório pode ser realizado através de cordões e boias, luminosas ou cegas, indicando a área a ser evitada. O estabelecimento desse cordão deve guardar uma distância segura do vertedouro, considerando, para tanto, a velocidade da correnteza no local.

Até AGO2020, a PCH Salto Mauá não conta com balizamento das zonas de segurança do reservatório.

⁴ NORMAM-17/DHN – Normas da Autoridade Marítima para Auxílios à Navegação. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2008. 102p.

11 ÁREA A SER RESGUARDADA

Somada à zona de segurança do reservatório Salto Mauá, faz-se necessário delimitar a faixa de segurança da usina. Esta é conceituada como as áreas na barragem e próximas a ela, que devem ser resguardadas e preparadas para suportar eventuais atividades extraordinárias, tais como cheias, acidentes, invasão e vandalismo.

De acordo com dados fornecidos pelo Instituto de Terras, Cartografias e Geociência (ITCG)⁵, a Reserva Indígena Tibagy/Mococa está situada a, aproximadamente, 7 km a jusante da Barragem Salto Mauá. Próxima a ela, observam-se pequenos assentamentos rurais. Não foram encontradas comunidades Kalunga e/ou Quilombola no entorno da região analisada. A comunidade Quilombola mais próxima é a de Água Morna, localizada no município de Curiúva, PR.

Com base no exposto, as áreas a serem resguardadas restringem-se àquelas indispensáveis para a manutenção e operação da barragem. O acesso a Barragem Salto Mauá é restrito e realizado mediante identificação na entrada da usina. As inspeções realizadas pela Fractal Engenharia constataram a existência de guarda-corpo no barramento, adução, casa de força e demais estruturas do barramento.

Na Figura 12 são identificadas as regiões que devem ser resguardadas, impedindo o acesso de pessoal não autorizado.



Figura 12. Áreas a serem resguardadas.

Fonte: Google Earth e Klabin S.A (27/03/16).

⁵Instituto de terras, Cartografias e Geociência (ITCG). Dados e Informações Geoespaciais Temáticas. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9>>. Acesso em 4 de jul. 2016.



Figura 13. Vista da margem direita da barragem e casa de bombas com guarda corpo.
Fonte: Fractal Engenharia (25/01/16).

12 EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

A equipe de segurança da Barragem é composta pelo Empreendedor, Coordenador do PAE, seu suplente, pelo Comitê de Barragens da PCH Salto Mauá e Brigada de Incêndio. Todas as informações referentes à segurança da barragem serão reportadas ao Coordenador do Plano de Ação de Emergência (PAE), tornando-o o principal tomador de decisão do aproveitamento.

Coordenador do PAE: Daniel José Ferraz Fone: (42) 99118-6881
Coordenador Substituto do PAE: Geraldo Chagas Vaz Fone: (42) 99972-4823
Comitê de Barragens da PCH Salto Mauá: Paulo Henrique Mazieiro Pohlmann E-mail: ppohlmann@klabin.com.br
Brigada de Incêndio Klabin S.A - Telêmaco Borba Fone: (42) 3272-1083 / (42) 3271-5222

O Comitê de Segurança da Barragem é responsável pela realização das inspeções regulares na PCH Salto Mauá, devendo reportar todas as informações regulares, bem como eventuais anormalidades verificadas durante as inspeções. Por sua vez, a Brigada de Incêndio da Unidade Monte Alegre é composta equipes treinadas para atendimento imediato nas situações de emergências.

13 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Situada na porção centro-leste do Estado do Paraná, a bacia do Rio Tibagi faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraná (Bacia 6). Com uma área de drenagem total equivalente a 15.650 km², no eixo do barramento, o empreendimento encontra-se 600 m a jusante da UHE Mauá, município de Telêmaco Borba, PR.

Com cerca de 603 km de extensão, o rio Tibagi nasce na região sul do Estado do Paraná a, aproximadamente, 1060 m de altitude, totalizando uma queda de 785 m. Suas águas seguem em direção norte desaguardo na represa de Capivara no rio Paranapanema. Desta forma, a altitude na região do reservatório Salto Mauá varia de 400 a 600 m, com declividade variando entre 5 e 30%.

Considerado um rio caudaloso, com leito de pedras e regiões de corredeiras, na maior parte de seu trajeto, o rio Tibagi encontra-se fortemente encaixado em seu leito. A área ocupada no entorno da Barragem Salto Mauá apresenta usos misto e de reflorestamento.⁶

A jusante da PCH Salto Mauá, na margem esquerda do rio Tibagi, município de Ortigueira, PR, tem-se a área Indígena Tibagy/Mococa (Figura 14). Com 8,57 km² de extensão, a Reserva Indígena de Tibagy/Mococa situa-se a, aproximadamente, 7 km do barramento da usina em estudo.



Figura 14. Terra Indígena Tibagy/Mococa.⁷

Concomitantemente, na bacia do Rio Tibagi encontra-se o Parque Ecológico Samuel Klabin mantido pela Klabin S.A. Inaugurado em 1980, na Fazenda Monte Alegre em Telêmaco

⁶Mapa de Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi. Plano de Bacia do Rio Tibagi. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/TIBAGI/TIBAGI-24-Uso_Solo.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2016.

⁷ Terra Indígena Mococa. Disponível em: <http://www.portalkaingang.org/index_mococa.htm#>. Acesso em 10 de junho de 2016.

Borba, o local ocupa uma área de 11.198 hectares, dos quais, aproximadamente, 70% são ocupados por matas nativas preservadas. Dentre elas, destaca-se a Mata de Araucária. Esta cobertura vegetal desenvolve-se, predominantemente, em regiões de clima subtropical, com invernos rigorosos e verões quentes. Por sua vez, o relevo local é ondulado em praticamente toda sua extensão.

Nas proximidades do Parque Ecológico Samuel Klabin, tem-se a RPPN Estadual Fazenda Monte Alegre. Esta é mantida pela Klabin S.A. e conta com 3.852,30 hectares.

13.1 PEDOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Tibagi conta com uma grande variedade de cobertura pedológica. Envolta a PCH Salto Mauá destacam-se três variedades. Dentre os tipos de solo encontrados na região, observa-se uma predominância de Neossolo Litólico. Este é um solo jovem e relativamente raso, com espessuras inferiores a 40 cm. Ocorrem em locais de relevo suavemente ondulado ou escarpado, podendo ser encontrado, também, em regiões de relevo fortemente ondulado e montanhoso.⁸

O Cambissolo Háplico consiste em um solo pouco profundo, com altos teores de silte e cascalho. Por apresentarem baixa permeabilidade, pouca profundidade e altos teores de silte, esses solos possuem problemas sérios de mecanização, sendo o principal deles, o risco de erosão.

Por sua vez, o Latossolo Vermelho é um solo relativamente profundo e bem drenado, possuindo alta permeabilidade e porosidade. Em geral, os Latossolos Vermelhos possuem boa resistência à erosão laminar, podendo ocorrer o desenvolvimento de ravinas e pequenas voçorocas, quando em condições de manejo inadequado.

A distribuição espacial da cobertura pedológica da área em estudo pode ser visualizada na Figura 15.

13.2 GEOLOGIA

As unidades geológicas, bem como sua organização estrutural e cronológica, apresentam grande variabilidade na área de interesse. Em geral, a bacia hidrográfica do Rio Tibagi no entorno da PCH Salto Mauá foi moldada por siltitos cinzentos do Grupo Palermo, por argilitos e folhelhos cinzentos do Grupo Irati e por arenitos e siltitos cinzentos, esverdeados e amarronzados do Grupo Guatá.⁹

⁸ Instituto das Águas do Paraná. Diagnóstico do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/TIBAGI/Diagnostico_BHT-Versao_Final.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

⁹ Instituto das Águas do Paraná. Diagnóstico do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/TIBAGI/Diagnostico_BHT-Versao_Final.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

Juntamente a estas, outras formações podem ser encontradas no entorno. O Grupo Serra Alta é constituído por lamitos e folhelhos cinzentos escuros, enquanto o Grupo Teresina é formado por siltitos acinzentados e a Formação Rio do Rasto é constituída por argilitos e siltitos avermelhados, com arenitos finos intercalados.

Por sua vez, o Grupo Itararé Indiviso é constituído por um conjunto heterogêneo de rochas sedimentares incluindo arenitos, folhelhos, siltitos, argilitos, diamictitos, tilitos e ocasionalmente níveis de carvão. De acordo com França & Potter (1988), o Grupo Itararé é reconhecido como um dos melhores prospectos para hidrocarbonetos na Bacia do Paraná, possuindo um bom potencial para reservatórios, principalmente de gás, proveniente das rochas geradoras da Formação Ponta Grossa.

A Figura 16 apresenta a distribuição espacial das unidades geológicas da bacia em estudo.

13.3 SISMOLOGIA

Registros históricos obtidos pela Rede Sismográfica Brasileira¹⁰ apontam incidência de sismos nas regiões próximas à Barragem Salto Mauá. Estes registros são provenientes de depoimentos pessoais, documentais (jornais, revistas e livros), bem como de registro instrumental. De acordo com França (2006), o Brasil conta com três instituições nacionais e cinco da rede mundial contribuindo diretamente para a confecção do mapa de sismicidade brasileiro, assegurando sua confiabilidade.

A série histórica sismográfica da região aponta para 152 (cento e cinquenta e dois) registros de sismos entre 1789 e 2013, em um raio de cerca de 483 km do barramento, definindo como a região de influência sísmica¹¹. A maior magnitude foi registrada no ano de 1922, atingindo 5,1 graus na escala Richter, a uma distância de cerca de 430 km do barramento. Salienta-se, que a o registro mais próximo da usina está a uma distância de cerca de 185 km do barramento, tendo sido registrado em 1999, com magnitude de 2,0 graus na referida escala. A distribuição espacial destas ocorrências pode ser visualizada na Figura 17.

¹⁰ Catálogo/ Boletim Sísmico Brasileiro v2014.06. Disponível em: <http://rsbr.gov.br/catalogo_sb.html>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

¹¹ LOPES, A. E. de V.; NUNES, L. C.. Intensidades sísmicas de terremotos: formulação de cenários sísmicos no Brasil. **Revista Usp**, São Paulo, n. 91, p.90-102, set/nov, 2011.

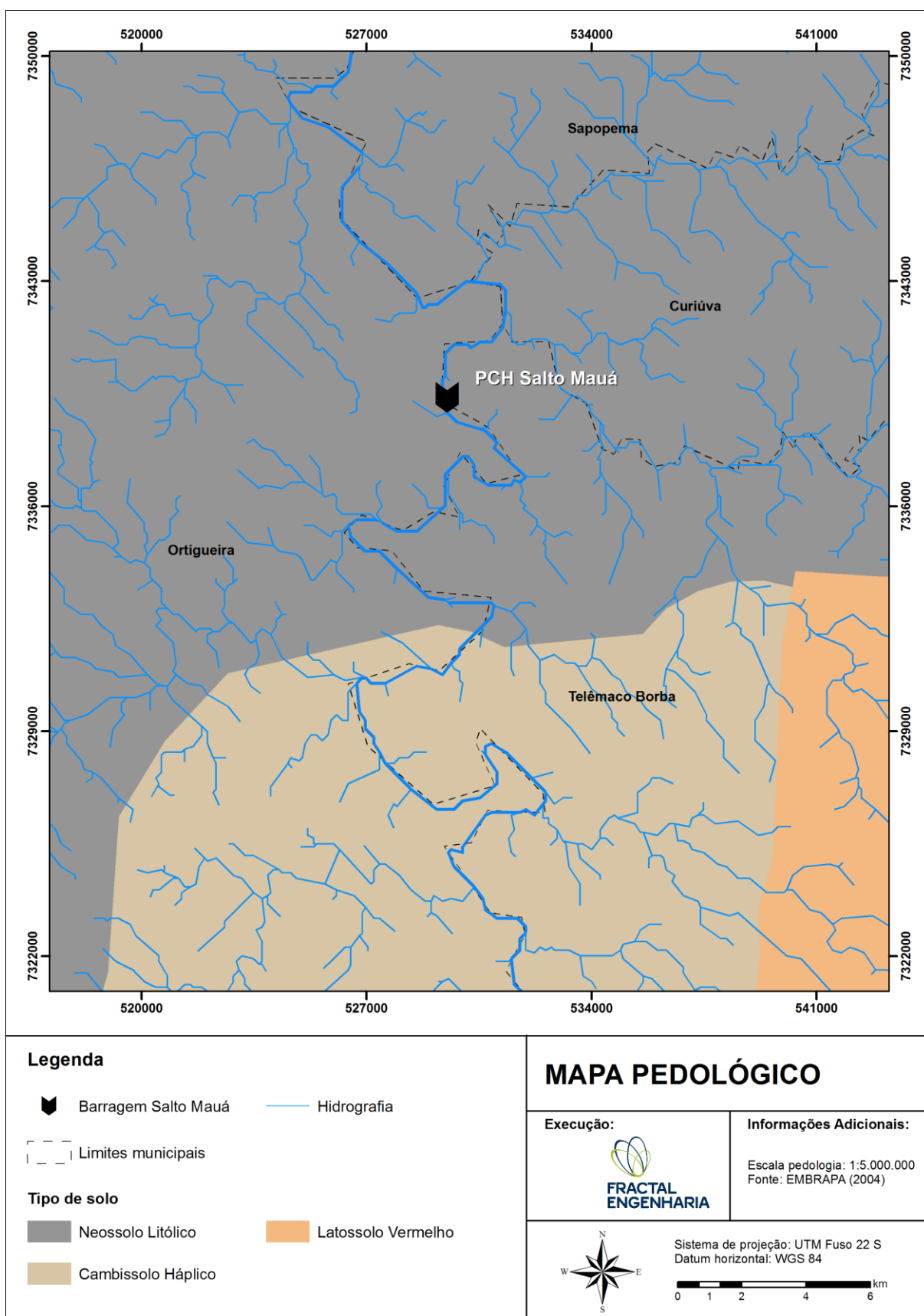


Figura 15. Mapa de pedologia.

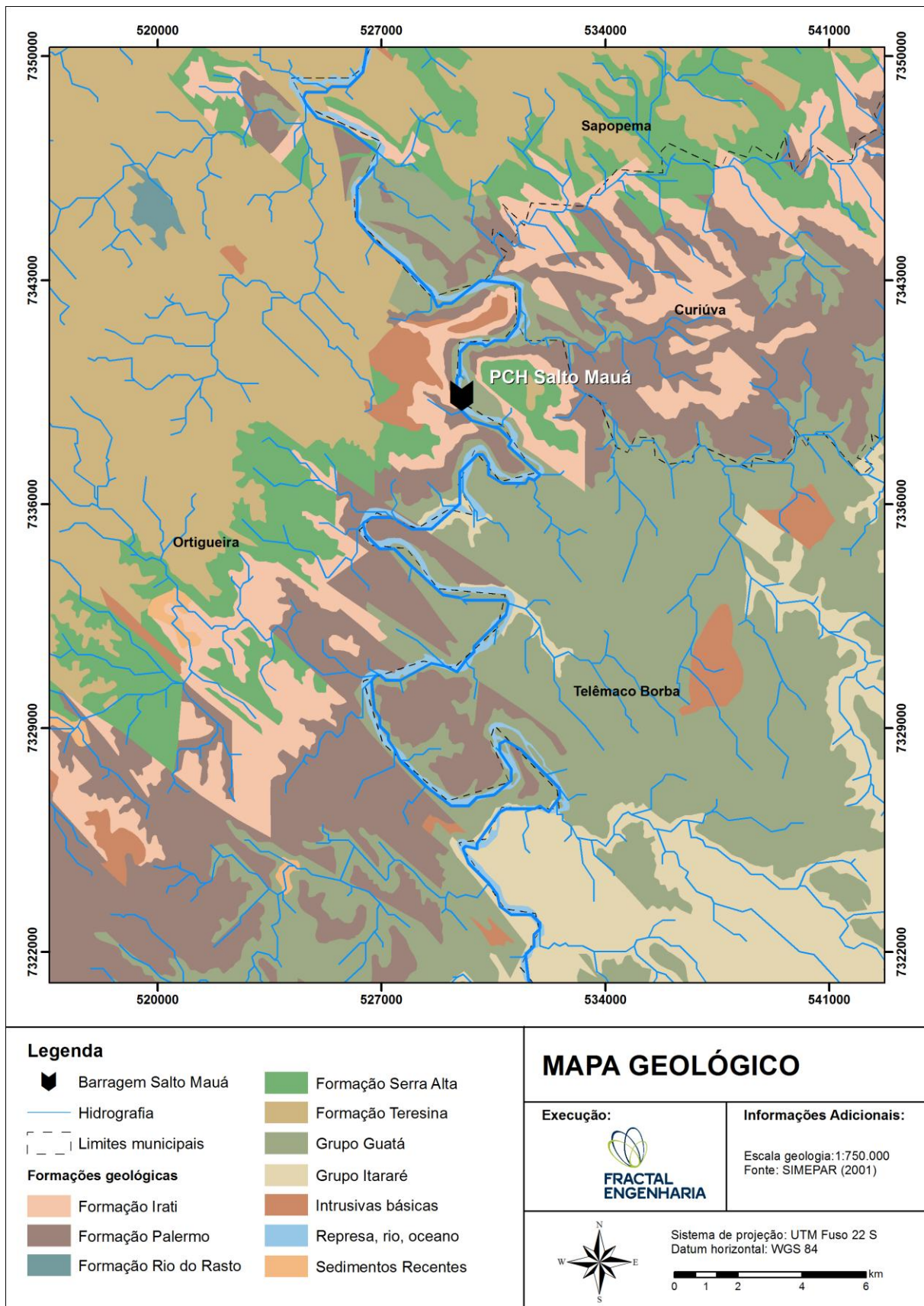


Figura 16. Mapa de geologia.

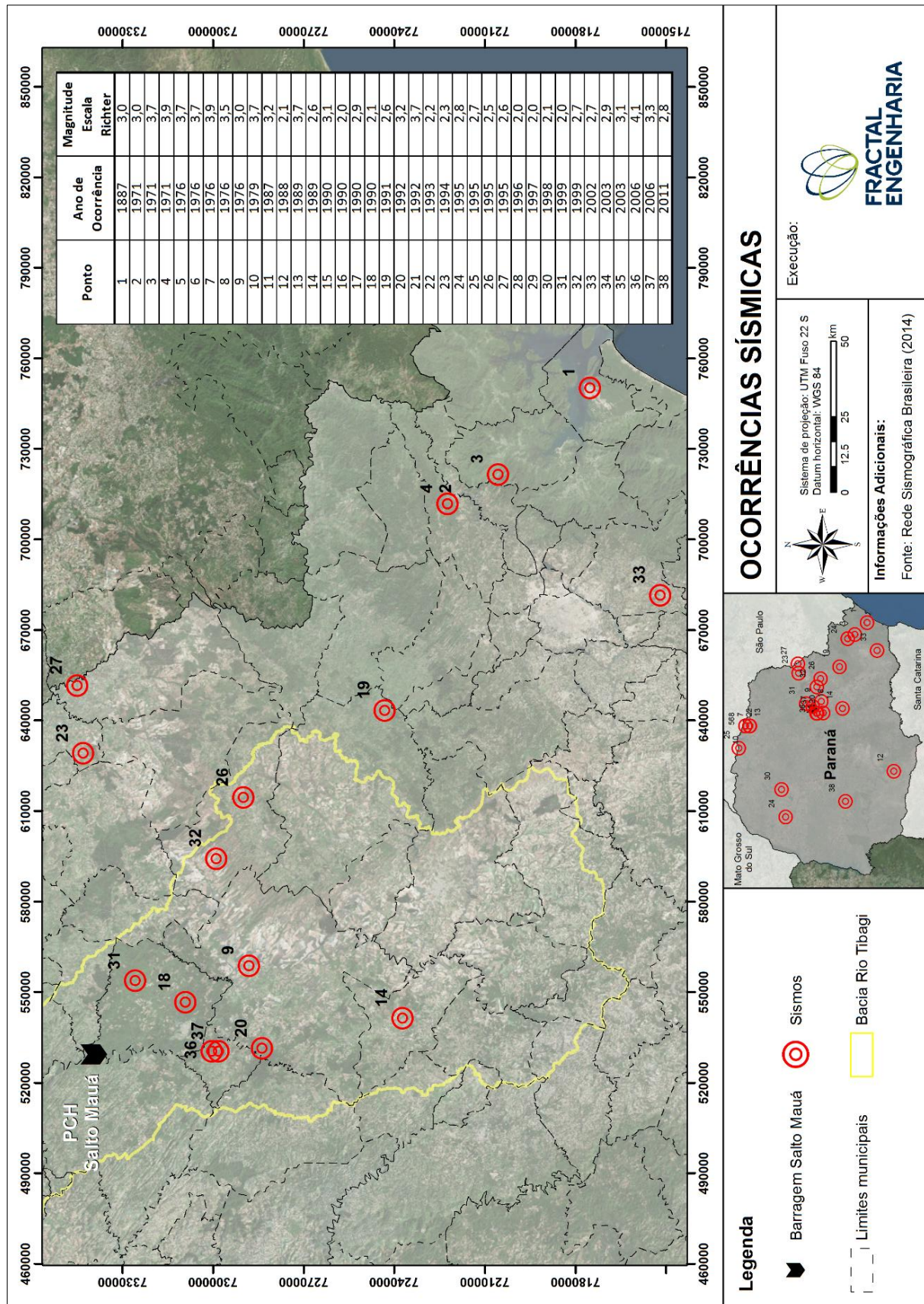


Figura 17. Mapa de Sismicidade.

13.4 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

De acordo com a classificação climática de Köppen, a bacia hidrográfica em estudo apresenta um clima de transição entre o subtropical úmido e temperado úmido (Cfa/Cfb), com verões quentes a moderadamente quentes e ausência de estação seca definida. A temperatura média mensal na região é de 19,5°C, variando de 26°C nos meses mais quentes a 14,5°C nos meses de frio.

A precipitação média anual na bacia do Rio Tibagi é de 1.600 a 1.700 mm/ano. O trimestre mais chuvoso corresponde a dezembro, janeiro e fevereiro, com precipitações médias de 450 a 550 mm, enquanto junho, julho e agosto é o menos chuvoso, com precipitações médias em torno de 280 mm.

Por sua vez, os ventos da região possuem, predominantemente, direção sul e sudeste, com velocidades médias de 1,66 m/s, sendo os maiores valores observados em novembro e dezembro, onde as mesmas podem chegar a 1,90 m/s. Os meses de maio e junho apresentam as menores velocidades, em média 1,4 m/s.

13.5 HIDROMETEOROLOGIA

13.5.1 Regime Fluviométrico

A PCH Salto Mauá recebeu revisão dos estudos hidrológicos¹² sendo utilizados para estes o período de 1974 até 2014. Nestes foram utilizados dados de comportamento de vazões, conforme estudos disponibilizados ONS, bem como informações com relação ao comportamento das vazões monitoradas na estação hidrométrica Porto Londrina (64501000).

Os dados referentes ao histórico de vazões e a curva de permanência são destacadas em Tabela 3, Figura 18 e Figura 19.

Tabela 3. Histórico de vazões máximas, médias e mínimas nos meses do ano.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máx.	2677	1918	1115	1370	3235	3100	2134	2408	2292	2364	1786	1552
Méd.	361,0	352,5	279,6	229,3	288,5	360,2	335,8	267,3	310,8	393,7	307,8	294,2
Mín.	43,0	59,0	48,0	36,0	33,0	39,0	39,0	33,0	37,0	54,0	44,0	35,0

Desta forma, constata-se a ausência de um período de seca bem definido na região.

¹² Estudo de Revisão Hidrológica e Hidráulica para a PCH Salto Mauá. Nº 330-260-RT-RHD-001.07 de dezembro de 2016, 39 f. Confeccionado pela Fractal Engenharia e Sistemas.

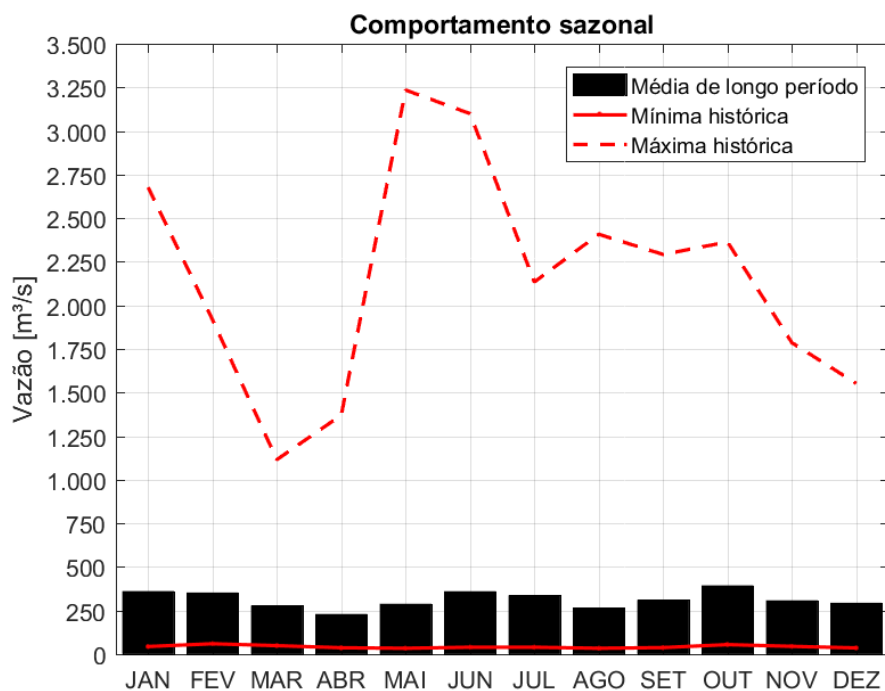


Figura 18. Comportamento das vazões ao longo do período de estudo, entre 1974 e 2014.

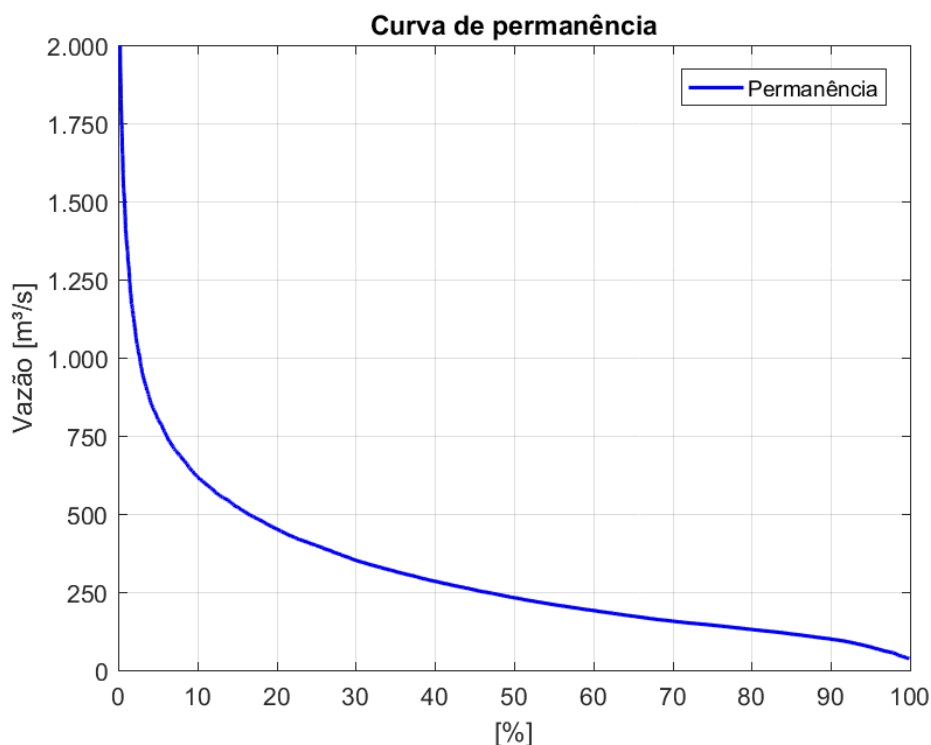


Figura 19. Curva de Permanência da série de dados da ONS, entre 1974 e 2014.

13.6 APROVEITAMENTOS NA CASCATA

Os barramentos em operação situados a montante e jusante da PCH Salto Mauá encontram-se descritos no Quadro 5 e Quadro 6. A Figura 20 ilustra a localização deles na

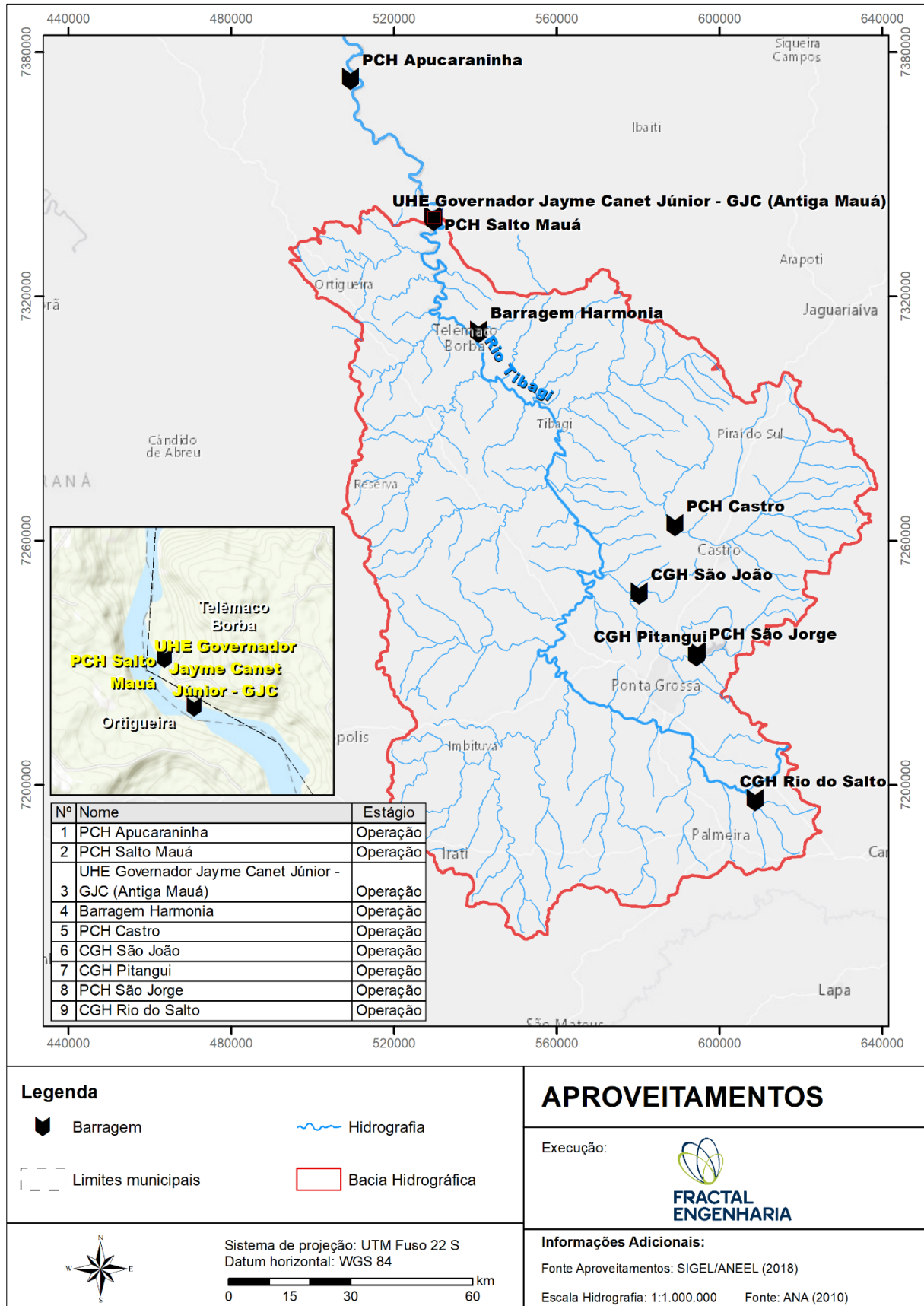


Figura 20. Aproveitamentos no rio Tibagi.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Modelo de Plano de Ação de Emergência. Audiência Pública para coletar contribuições e subsídios para a Regulamentação do Plano de Ação de Emergência, conforme art. 8º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 que trata da Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. 15 de março de 2013. Brasília: ANA.

_____. Manual do Empreendedor – Volume V. Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE. Brasília: ANA, 2015. 169p.

BRASIL. Lei n. 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000.

FRANÇA, A.B; POTTER, P.E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatórios do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1). Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 2, p. 147-191, 1988.

FRANÇA, G. S. Brazil Seismicity. Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Japão, v. 40, p. 23-36, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades@ - Telêmaco Borba. Disponível em:< <http://cod.ibge.gov.br/6WF>>. Acesso em: 7 de junho de 2016.

MI - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p.

APÊNDICES

Apêndice 1. Matriz de classificação quanto ao risco (1. Características Técnicas).

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)						
1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT						
Altura (a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da Barragem (e)	Vazão de Projeto (f)	Casa de Força (g)
Altura ≤ 15m (0)	comprimento ≤ 200m (2)	Concreto Convencional (1)	Rocha sã (1)	entre 30 e 50 anos (1)	Decamlenar ou CMP (Cheia Máxima Provável) - TR = 10.000 anos (3)	Barragem/Dique sem Casa de Força associada (0)
15m < Altura ≤ 30m (1)	Comprimento > 200m (3)	Alvenaria de Pedra / Concreto Ciclóptico / Concreto Rolado - OCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	entre 10 e 30 anos (2)	Milenar - TR = 1.000 anos (5)	Casa de Força associada à barragem por meio de conduto forçado, túnel, etc (2)
30m < Altura ≤ 60m (2)	-	Terra Homogenea /Enrocamento / Terra Enrocamento (3)	Rocha alterada sem tratamento / Rocha alterada fraturada com tratamento (3)	entre 5 e 10 anos (3)	TR = 500 anos (8)	Casa de força ao pé da barragem (5)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole / Saprolito / Solo compacto (4)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	TR < 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)	-
-	-	-	Solo residual / aluvião (5)	-	-	-

27

CT = Σ (a até f):

Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.

Apêndice 2. Matriz de classificação quanto ao risco (2. Estado de Conservação).

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)						
2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC						
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Percolação (i)	Deformações e Recalques (j)	Deterioração dos Taludes / Paramentos (l)	Eclusa (*) (m)	
Estruturas civis e eletromecânicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrônicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Não possui eclusa (0)	
Estruturas civis e eletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertical. (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação (4)	Unidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizada e/ou monitorada (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)	Estruturas civis e eletromecânicas bem mantidas e funcionando (1)	
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas (6)	Unidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva. (5)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)	
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	-	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carregamento de material ou com vazão crescente. (8)	Trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento aa segurança (8)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento aa segurança. (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)	
EC = Σ (g até m):						6

Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.

Apêndice 3. Matriz de classificação quanto ao risco (3. Plano de Segurança da Barragem)

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)					
3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS					
Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)	
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)	
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)	
Projeto básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)	
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-	
Inexiste documentação de projeto (8)	-	-	-	-	

19

 $PS = \sum (n \text{ até } r):$

Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.

Apêndice 4. Matriz de classificação quanto ao dano potencial.

II.2 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)				
Volume Total do Reservatório para barragens de uso múltiplo ou aproveitamento energético (s)	Potencial de perdas de vidas humanas (t)	Impacto ambiental (u)	Impacto sócio-econômico (v)	
Pequeno <= 5hm³ (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE (Quando não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)	
Médio 5 a 75hm³ (2)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local. (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO (quando existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem) (4)	
Grande 75 a 200hm³ (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas. (8)	-	ALTO (quando existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)	
Muito Grande > 200hm³ (5)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas. (12)	-	-	
DPA = Σ (s até v):				13
Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.				