

BARRAGEM CGH TELES DE PROENÇA

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE

Coordenador do PAE: Luiz Diniz de Oliveira Neto

FICHA PARA CONTROLE DE REVISÕES			
Revisão	Data	Itens	Descrição das alterações
0 (Inicial)	06/06/2017	-	Primeira Emissão
1	21/01/2025		Atualização
Cópias distribuídas a: CGH Teles de Proença / Instituto Ambiental do Paraná (IAT).			
Nº da ART de Referência: Inicial: 1720224957841		Responsável Técnico pela Elaboração: Eng. Eduardo Jefferson Mayer CREA PR 104.801/D	
Nº Documento: PAE_CGH_TDP_RLT_00			

Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. OBJETIVO DO PAE.....	3
3. DESCRIÇÃO DA BARRAGEM; ESTRUTURAS ASSOCIADAS LOCALIZAÇÃO E ACESSO	4
ESTRUTURAS ASSOCIADAS FUNDAÇÕES E ANCORAGEM.....	6
Descrição Geral	6
RESERVATÓRIO	9
Dimensionamentos Hidráulicos do Vertedouro.....	12
ESTUDO SOBRE ROMPIMENTO DA BARRAGEM	13
Identificação de Áreas de Risco à Jusante	15
EFEITO DE LAMINAÇÃO À JUSANTE DA BARRAGEM.....	16
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	20
ANEXO: ART DA BARRAGEM DA CGH TELES DE PROENÇA	23

1. APRESENTAÇÃO

A Lei Federal n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, estabelece a política nacional de segurança de barragens (PNSB), além de criar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Em seu artigo 12, define-se que o PAE será responsável por estabelecer as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como identificar os agentes a serem notificados em casos emergenciais.

Dado à pequena altura e volume armazenado desta barragem mista, parte em concreto, parte em enrocamento, não ocorre o enquadramento formal para necessidade de elaboração do PAE segundo órgão regulatório nacional, em sua forma completa.

Em atendimento a solicitação expressa do órgão ambiental IAP, estamos apresentando a atualização do PAE desta barragem. Neste documento, se considera a inexistência de população residente à jusante na região das margens na faixa de possível elevação de nível d'água. Também corrobora a baixa altura da barragem de enrocamento com núcleo de argila, nos diques laterais ao vertedouro, cuja altura máxima na proximidade da barragem vertente é de 3,50 m, assentes sobre fundações competentes em rocha basáltica, observando-se também seixos rolados no leito do rio.

Como a primeira versão deste PAE data 2017, a atualização do PAE procurou verificar se as condições a jusante, observando-se a presença de duas propriedades com edificações, num raio mínimo de 50 metros da calha do rio das Antas. Adianta-se aqui que ambas as propriedades encontram-se em local seguro, mesmo com a ruptura da pequena barragem desta CGH.

Assim sendo, apresentamos neste documento, em análise simplificada, a simulação de uma eventual ruptura da barragem e a consequente de propagação de ondas, com níveis simulados e quais serão os desdobramentos da onda no vale a jusante.

2. OBJETIVO DO PAE

Apresentar todas as informações pertinentes a Barragem da CGH Teles de Proença, sob os moldes exigidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), de modo que tais informações estejam disponíveis a quaisquer agentes que necessitem de informações sobre este empreendimento, para que sejam tomadas todas as ações de segurança constantes na Lei acima citada.

3. DESCRIÇÃO DA BARRAGEM; ESTRUTURAS ASSOCIADAS LOCALIZAÇÃO E ACESSO

LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A BARRAGEM CGH Teles de Proença, (de propriedade de Tucuruí Participações Ltda. ME., CNPJ: 23.285.394/0001-77), está localizada no Rio das Antas, na bacia hidrográfica do rio Paraná, sub-bacia 64 (distância até a foz 36,1 km), localizada entre os municípios Faxinal / PR e Marilândia do Sul / PR, cujo reservatório encontra-se dividido nos municípios ora citados. A execução da barragem da CGH Teles de Proença tem previsão término das obras e início do comissionamento em março de 2025.

A seguir são apresentadas as coordenadas da barragem:

- Coordenadas Geográficas (Datum SIRGAS 2000): -23,850532°; -51,367362°.
- Coordenadas UTM: 462.592,97 m E; 7.362.273,86 m S

Foram identificadas 2 propriedades a jusante da barragem, as quais foram objeto de estudo para verificar o potencial risco das mesmas, em caso de ruptura desta estrutura.

Não foram detectadas aglomerações urbanas a jusante com risco em potencial de inundação.

A figura a seguir apresenta a localização da barragem da CGH Teles de Proença:

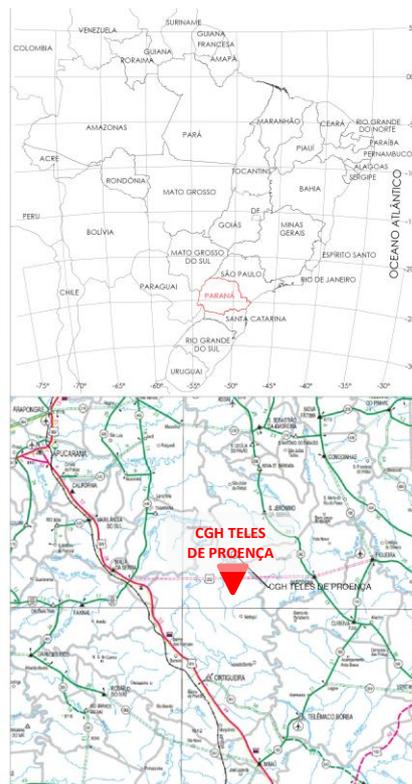
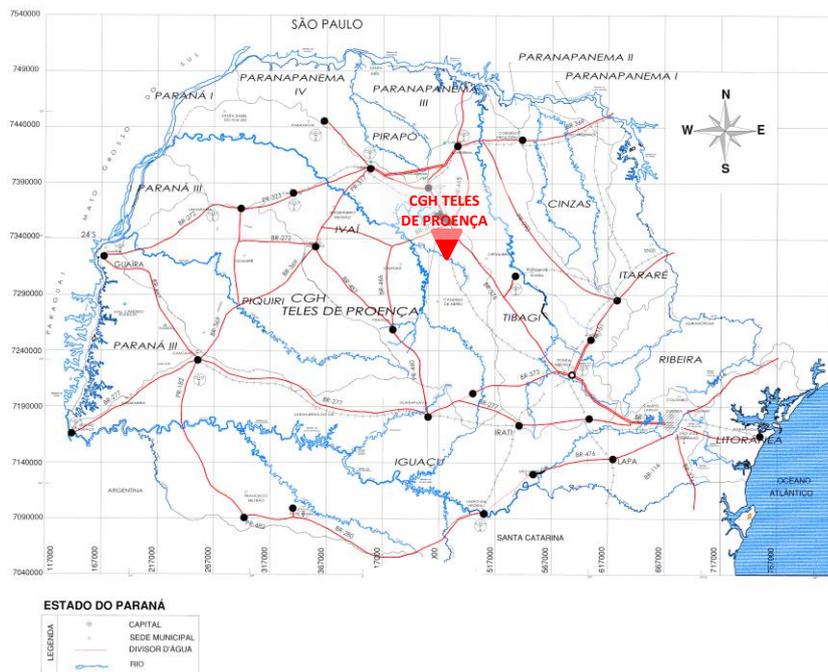


Figura 1. Localização

Para o acesso principal à **BARRAGEM CGH Teles de Proença**:

O acesso ao local da barragem pode ser feito a partir de Mauá da Serra, através da rodovia BR-376, sentido Apucarana.

Há duas opções para chegar ao local da futura barragem: percorre-se 2 km até o acesso a direita para a estrada rural, cuja distância será 16,3 km até o local da barragem ou percorre-se 8,7 km até o distrito de São José, seguindo pela direita para Nova Amoreira, perfazendo uma distância menor em estrada rural, cerca de 13,50 km.

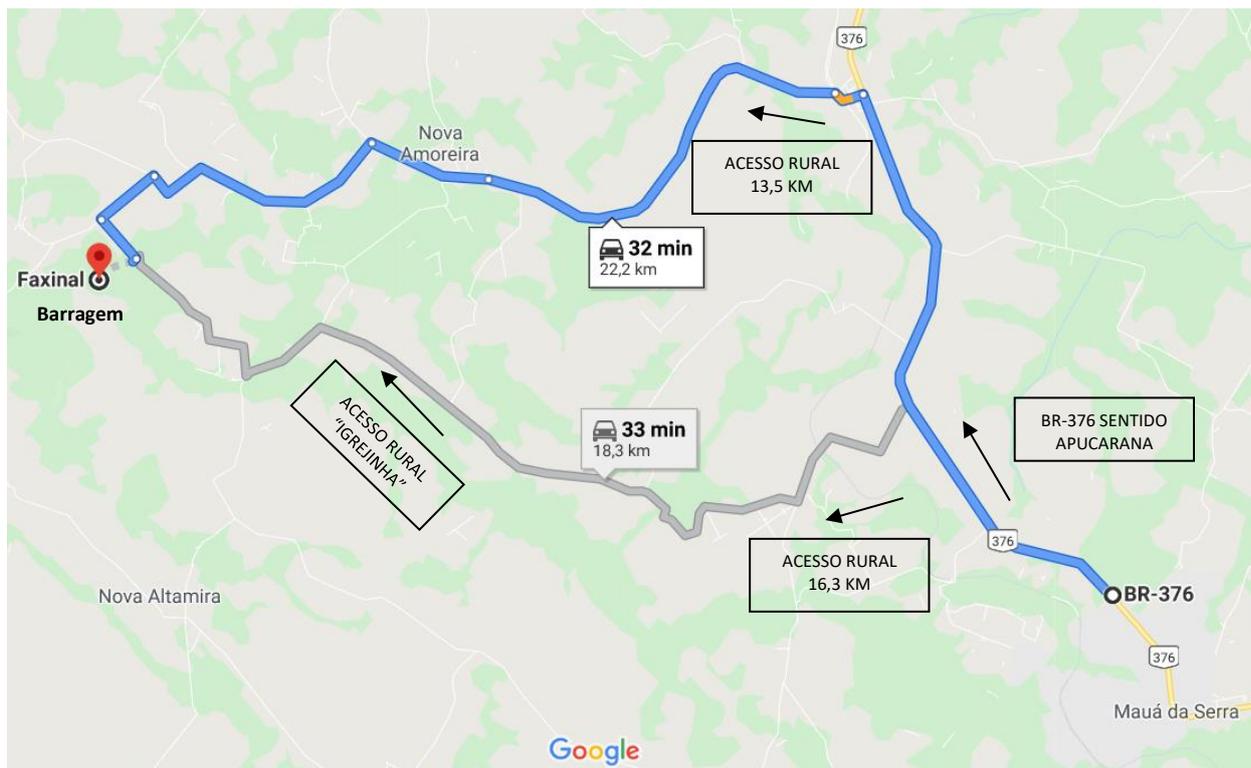


Figura 2. Acessos

ESTRUTURAS ASSOCIADAS FUNDAÇÕES E ANCORAGEM

Descrição Geral

Seguindo-se da margem direita para a margem esquerda, o barramento é assim composto:

- Na margem direita e no leito do rio, encontra-se o vertedor de soleira livre. Este vertedor tem sua concepção em concreto ciclópico. O primeiro trecho do vertedouro, iniciando na margem direita até a inflexão da barragem vertente, margeando lado esquerdo do rio, tem extensão 16,45 m. Esta estrutura vertente está coroada na el. 688,80 m. A barragem vertente tem inclinação do talude de montante 0,1 H: 1,0V, o que a torna estável quanto as condições de tombamento. Além disto, foram instalados vários drenos horizontais na base, que garantem que as subpressões do maciço rochoso sobre a barragem serão aliviadas, eliminando forças de *uplift* (levantamento) na barragem. A altura média desta barragem vertente é 2,80 m, sendo assente diretamente ao leito rochoso do rio;
- Na margem esquerda do rio, o próximo tramo do vertedouro é contíguo ao vertedouro da margem direita e do leito do rio, prosseguindo após a inflexão, tendo as mesmas

características descritas acima. Este tramo tem extensão 10,81 m, finalizando nas adufas de desvio. As adufas são estruturas em concreto estrutural, sendo 2 células, de extensão total 5,90 m, abertas para a passagem do rio das Antas enquanto o rio está desviando seu fluxo a ela, sendo possível finalizar as obras da margem esquerda. É dotada de uma base de concreto, de cerca de 30 cm, promovendo assim seu equilíbrio estrutural. A cota de coroamento também está na elevação 668,80m, e, após fechadas as adufas, fará parte da barragem vertente.

- A barragem vertente finaliza com um último trecho de vertedouro, similar ao primeiro trecho, partindo das adufas, acabando no muro de encosto da tomada d'água. Este último trecho tem extensão 9,45 m, e 5,41 m, devido a última inflexão da barragem.
- Com isto o arranjo da barragem da CGH Teles de Proença fica configurado para atender a passagem de cheias superiores a TR 10.000 anos, com comprimento vertente total de 48 metros, e reservatório formado na elevação 668,80 manm ('metros acima do nível médio do mar').

Como pode ser visualizado pelas figuras abaixo, a barragem vertente da CGH Teles de Proença possui altura máxima de cerca de 2,80 metros, sendo este o responsável pelo alteamento do reservatório, e seu volume morto associado ao represamento será pequeno, devido à baixa altura da barragem e pela característica local do reservatório, que está formado em região encaixada.

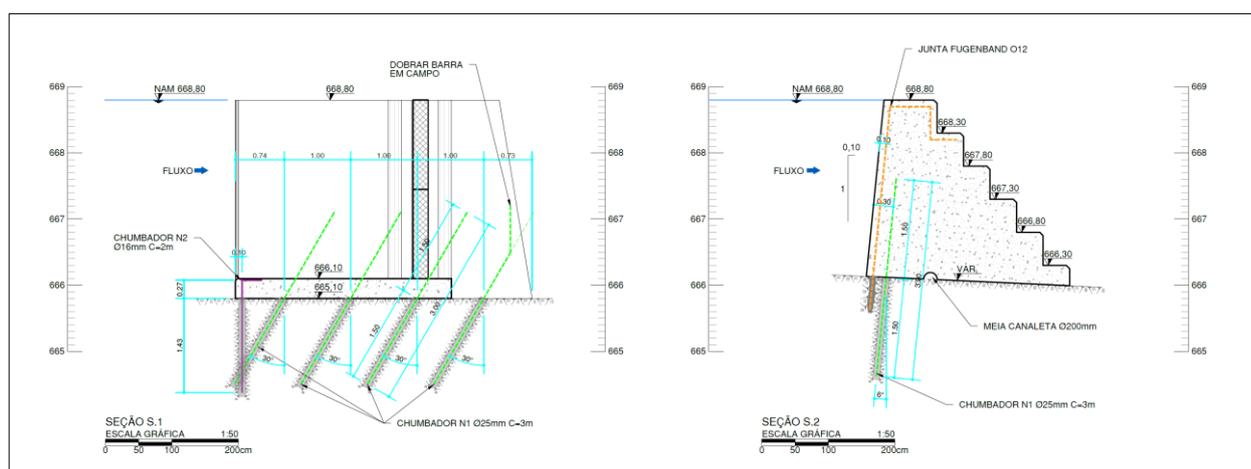


Figura 3. Elevação do Barramento CGH Teles de Proença

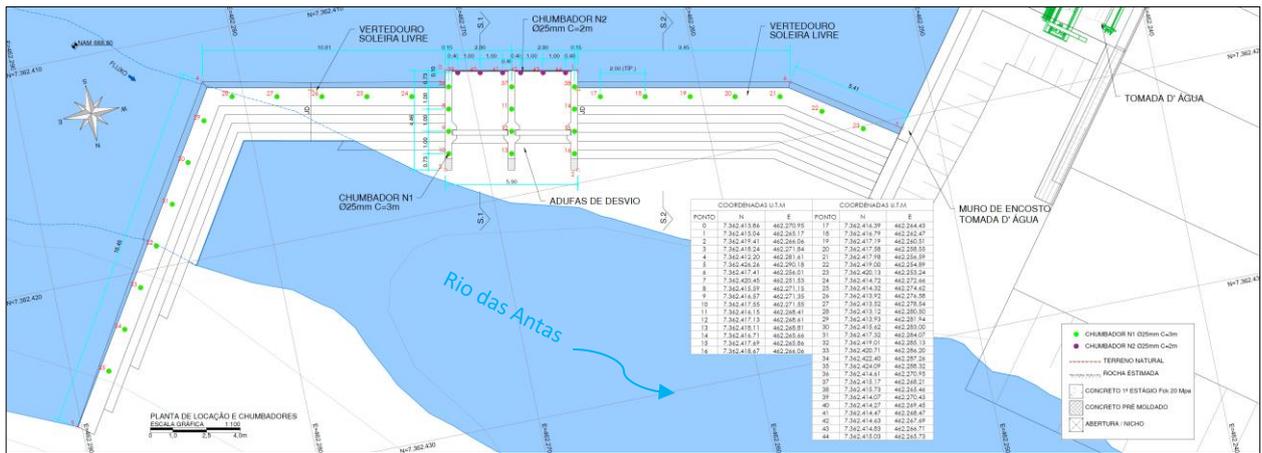


Figura 4. Planta do Barramento CGH Teles de Proença

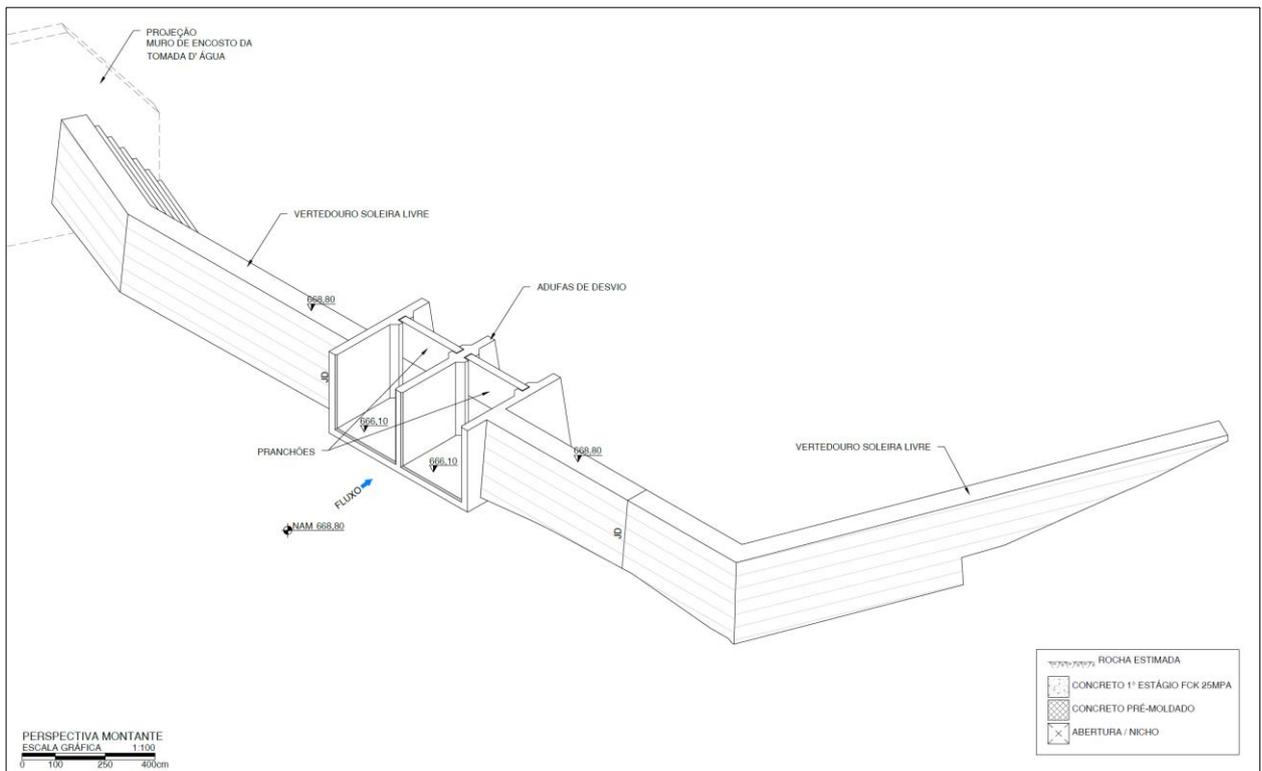


Figura 5. Perspectiva Barragem Vertente CGH Teles de Proença – Vista de Montante

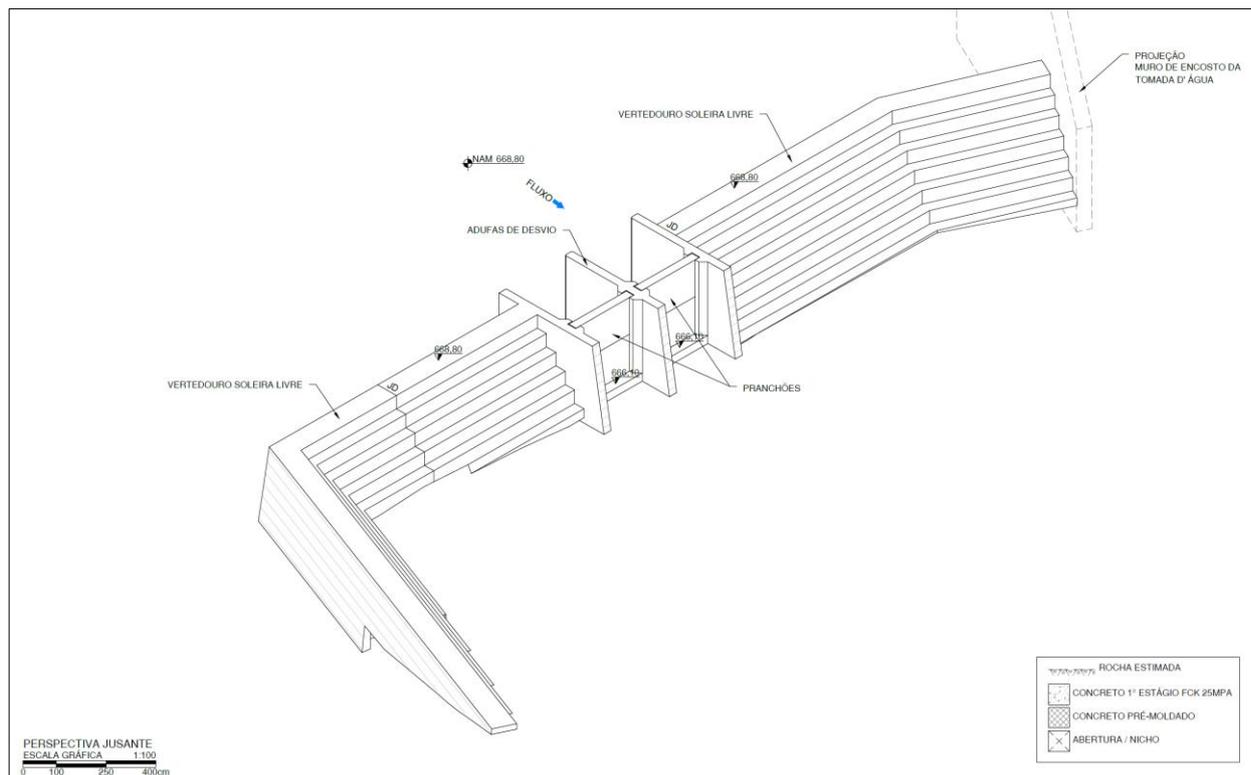


Figura 6. Perspectiva Barragem Vertente CGH Teles de Proença – Vista de Jusante

RESERVATÓRIO

O reservatório formado pela CGH Teles de Proença é decorrente do represamento das águas do Rio das Antas, através da execução da barragem objeto deste PAE, a qual tem função de regularizar o nível d'água a montante, para a produção da energia prevista para o empreendimento. Este reservatório estará encaixado em topografia ondulada, em forma de vale, conforme observado na figura seguir.

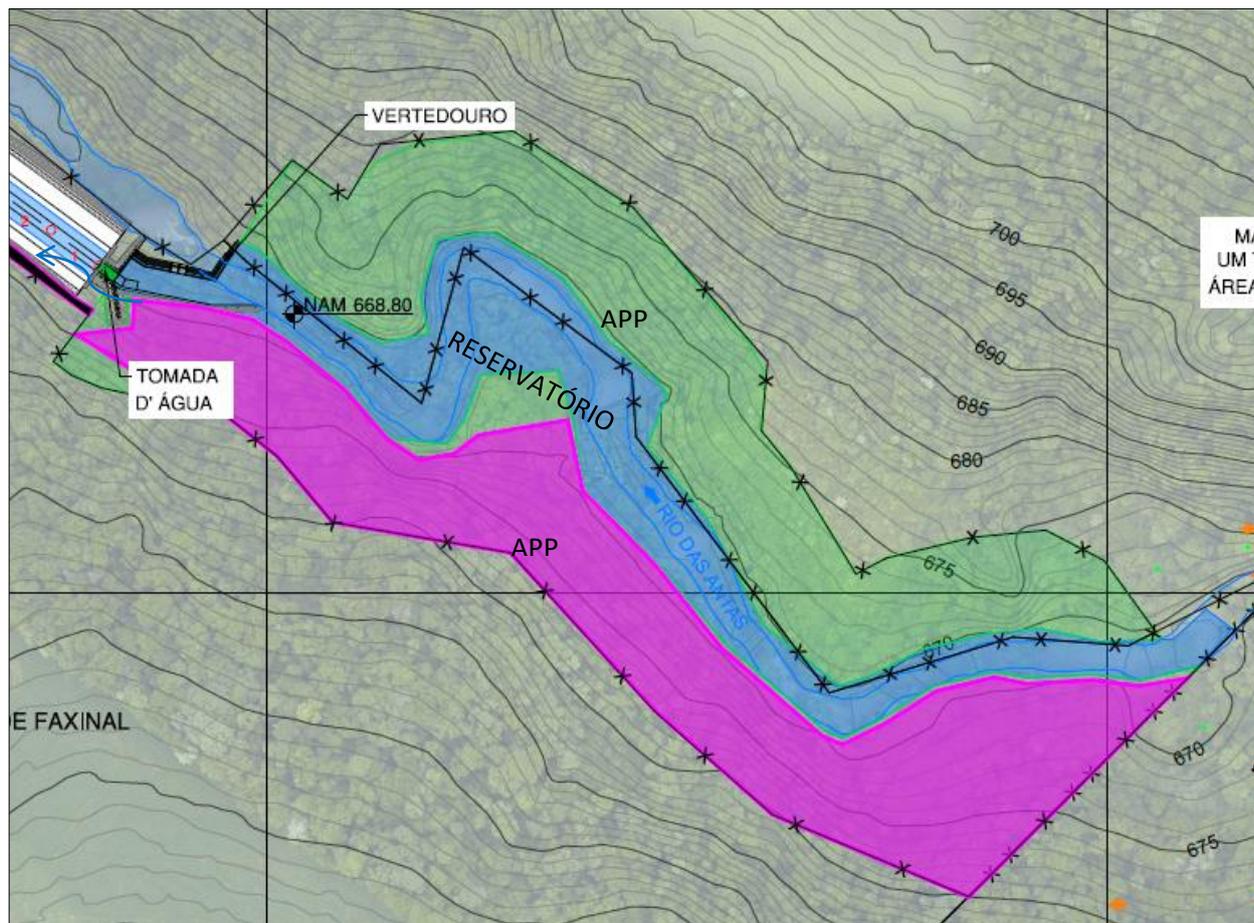


Figura 7. Planta do Reservatório

As principais características do reservatório da CGH Teles de Proença são apresentadas abaixo:

Nível d'água máximo normal:.....	El. 668,80 m
Área do Lago.....	1,08 ha
Volume Morto.....	0,008 x 10 ⁶ m ³
Volume Útil.....	0,000 x 10 ⁶ m ³
Depleção.....	0,00 m

Este reservatório trabalhará em regime de fio d'água, ou seja, sem efeito de deplecionamento sensível no reservatório, comumente adotado para projetos de PCHs. Esta é uma característica importante, pois PCHs que trabalham neste regime tem áreas inundadas pequenas, como é o caso da CGH Teles de Proença, portanto os impactos decorrentes da formação do reservatório serão mínimos.

Além disto, usinas a fio d'água dispensam os estudos de regularização de vazões, pois não são observados os fenômenos de depleção do reservatório. Em tese, usinas a fio d'água geram

energia apenas das vazões afluentes do rio, e o reservatório formado é decorrente apenas do alteamento necessário para atingir a queda de projeto da usina.

A figura a seguir apresenta a curva cota x área x volume do empreendimento:

CURVA COTA - ÁREA - VOLUME DO RESERVATÓRIO

RESERVATÓRIO DE CAPTAÇÃO

CGH TELES DE PROENÇA

Nível de água normal de montante

Nível de água mínimo de montante **0,00**

Área Alagada total (ha) **1,08**

Área Alagada efetiva (ha) **0,53**

Calha natural do rio área (ha) **0,55**

Área de Preservação Permanente (ha) faixa 50m **3,38**

Volume morto (Namin) 10^6m^3 **0,008**

Volume útil (Namin) 10^6m^3 **0,000**

Comprimento do reservatório (m) **512**

Perímetro do reservatório (m) **1.087**

cota	área	volume total	volume útil
m	ha	10^6m^3	10^6m^3
667,00	0,05	0,000	0,000
668,00	0,43	0,002	0,000
668,80	1,08	0,008	0,000
669,00	1,23	0,011	0,000
670,00	1,67	0,025	0,000

CURVA COTA x ÁREA x VOLUME

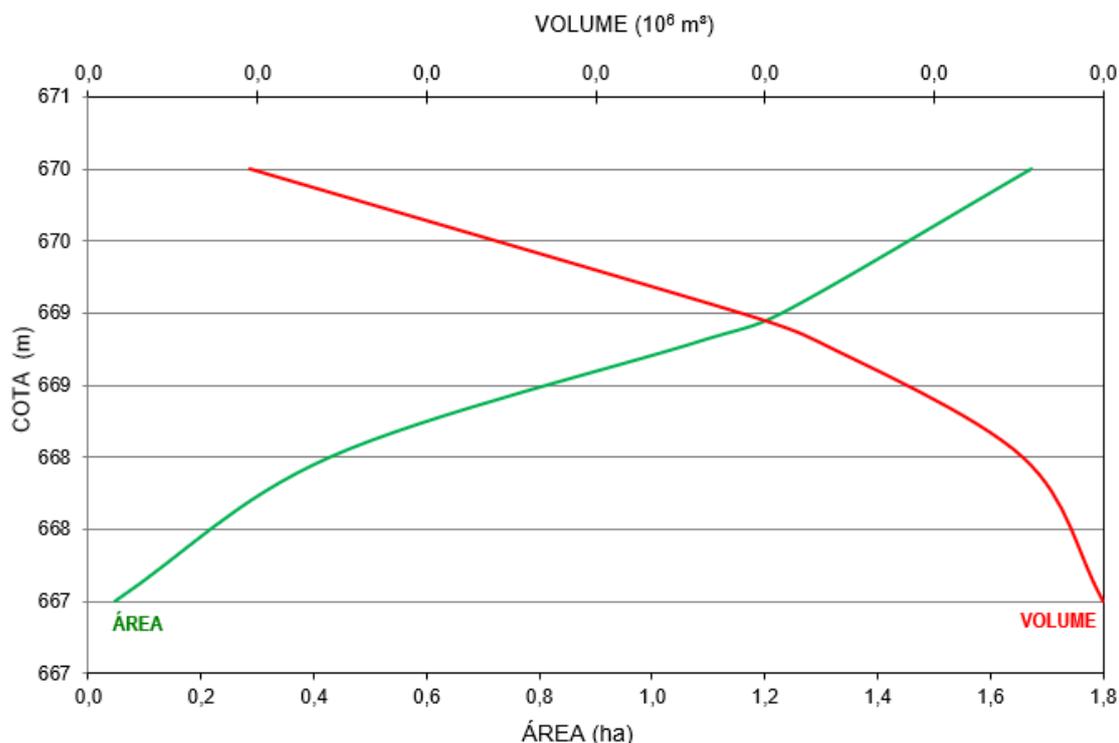


Figura 8. Curva Cota x Área x Volume CGH Teles de Proença

Dimensionamentos Hidráulicos do Vertedouro

Barragens em concreto, como a aplicada para a CGH Teles de Proença, são projetadas para permanecer estáveis com auxílio da ação da gravidade, mesmo em condições de cheia de projeto.

Destaca-se no caso da CGH Teles de Proença que as estruturas vertentes foram dimensionadas para cheia de recorrência decamilenar, ainda que se trata de estrutura galgável e sem risco às vidas humanas em caso de acidente que poderia perfeitamente estar enquadrada para dimensionamento na classe de vazões TR 500 anos conforme manual de PCH's da Eletrobrás.

A tabela e figura a seguir mostram a curva chave assumida para o vertedouro da CGH Teles de Proença:

PROJETO EXECUTIVO CGH TELES DE PROENÇA - RIO DAS ANTAS - CURVA CHAVE SOLEIRA DE REGULARIZAÇÃO									
Comporta Basculante		Quantidade de comportas:				VAZÕES MÁXIMAS INSTANTÂNEAS (COEF. FULLER)			
Largura de cada Comporta							TR 2 ANOS	54 m³/s	
Altura da Comporta							TR 5 ANOS	83 m³/s	
Cota do piso da Comporta (Aberta)							TR 10 ANOS	103 m³/s	
Vertedor Soleira Livre - Concreto							TR 20 ANOS	121 m³/s	
Nível de água Normal de Montante		668,80m					TR 50 ANOS	145 m³/s	
Comprimento de soleira vertente		47m					TR 100 ANOS	163 m³/s	
Coefficiente de descarga - cd para carga de projeto		Nível - função da carga					TR 200 ANOS	181 m³/s	
VAZÃO REMANESCENTE						0,066m³/s	TR 500 ANOS	205 m³/s	
Número de Orifícios (un.)		8					TR 1.000 ANOS	223 m³/s	
Diametro orifício		0,10m					TR 10.000 ANOS	282 m³/s	
Área total de orifício		0,009m²					Free Board	1,13m	
Coef. Perda de carga na entrada		0,25							
Cota do centro de pressão		668,30m							
NA Max	Carga sobre Vert. Basculante (m)	Carga sobre Vert. Soleira Livre(m)	Coef. Real de Descarga Vert. Basculante (k)	Coef. Real de Descarga Vert. Soleira Livre (k)	Vazão Vertedor Comp. Basc. (m³/s)	Vazão Vertedor Soleira Livre (m³/s)	Vazão Remanesc. (m³/s)	Vazão Total (m³/s)	
668,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,14	0,14	
669,00	0,20	0,20	0,00	1,52	0	6,38	0,17	6,54	
669,20	0,40	0,40	0,00	1,60	0	18,98	0,19	19,17	
669,40	0,60	0,60	0,00	1,67	0	36,44	0,21	36,65	
669,60	0,80	0,80	0,00	1,73	0	58,28	0,23	58,51	
669,80	1,00	1,00	0,00	1,79	0	84,18	0,25	84,42	
670,00	1,20	1,20	0,00	1,84	0	113,86	0,26	114,12	
670,20	1,40	1,40	0,00	1,89	0	147,08	0,28	147,36	
670,40	1,60	1,60	0,00	1,93	0	183,61	0,29	183,90	
670,60	1,80	1,80	0,00	1,97	0	223,23	0,30	223,53	
670,87	2,07	2,07	0,00	2,01	0	281,68	0,32	282,00	
671,00	2,20	2,20	0,00	2,03	0	310,95	0,33	311,28	
671,20	2,40	2,40	0,00	2,05	0	358,70	0,34	359,04	
671,50	2,70	2,70	0,00	2,09	0	434,76	0,36	435,12	
672,00	3,20	3,20	0,00	2,13	0	572,41	0,39	572,80	

Para a vazão milenar Q Tr1.000 ANOS = 282 m³/s o nível máximo de montante será na el. 670,87. Recomenda-se adotar uma cota de proteção contra extravasamento na el. 672,00m configurando um free board de 1,13m. Os órgãos extravasores, operando em ultimate capacity, suportam uma vazão de 572,80 m³/s.

Tabela 1 – Curva Chave do Vertedouro CGH Teles de Proença

PROJETO EXECUTIVO CGH TELES DE PROENÇA - CURVA CHAVE SOLEIRA DE REGULARIZAÇÃO

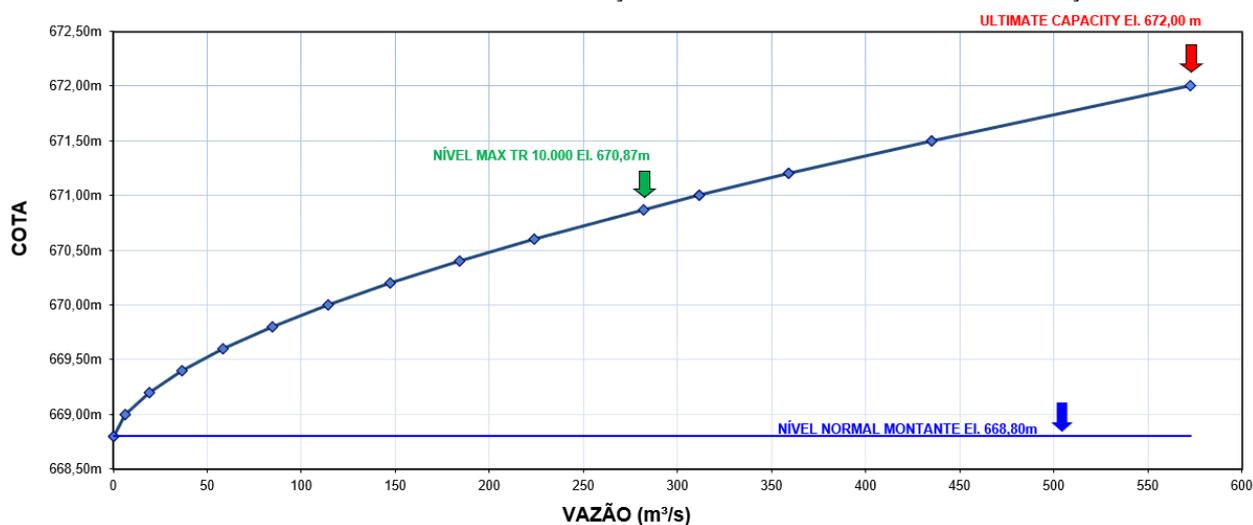


Figura 9. Curva Chave do Vertedouro - CGH Teles de Proença

Na figura a seguir apresenta o resumo de cálculo das vazões extremas, utilizadas para o cálculo do dimensionamento da barragem:

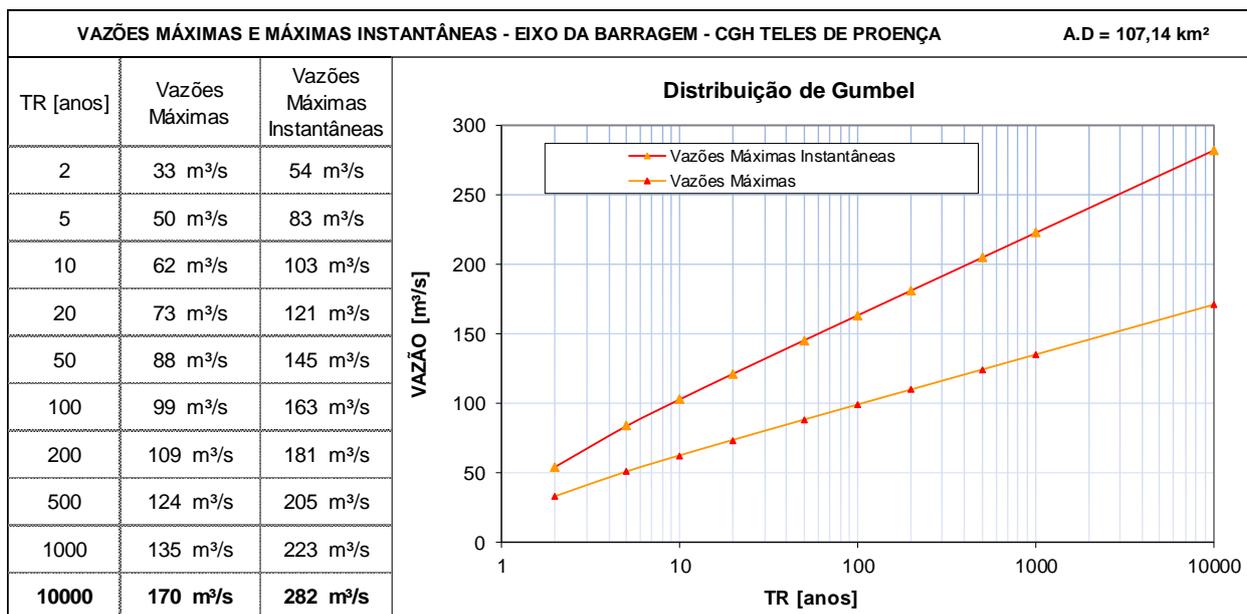


Figura 10. Estudo de Cheias - CGH Teles de Proença

ESTUDO SOBRE ROMPIMENTO DA BARRAGEM

As falhas mais prováveis em barragens são descritas nos itens a seguir:

Falhas nas Fundações

O terreno sobre o qual assenta a barragem e a ligação da barragem ao terreno podem deslizar sob o efeito de acomodações geológicas, que resultam do enchimento do reservatório ou da saturação do material da fundação por infiltração. Naturalmente, esta hipótese não se aplica ao caso concreto.

Falhas no Projeto, na Construção ou na Operação

Uma barragem é uma obra de engenharia que exige para a sua segurança critérios bastantes cuidadosos durante as fases de projeto, construção e operação, devido à complexidade de funcionamento e risco potencial da estrutura.

Dentre as causas das falhas dessa natureza, pode-se citar projetos de vertedouros com capacidade inferior às cheias de grande magnitude, falhas de procedimentos de sondagens, utilização de materiais de má qualidade e/ou durabilidade na obra. Tais itens citados, entretanto, foram e serão meticulosamente avaliados pela projetista / construtora, o que reduz de forma significativa os riscos relacionados a este item neste empreendimento.

Quanto à concepção e execução da barragem, seu vertedouro em concreto é estável a gravidade e está dimensionado hidraulicamente para regimes excepcionais, sendo controlado por comportas, o que garante maior segurança nas estruturas. O projeto possuirá ancoragens na fundação que podem ser solicitadas em eventos de cheia muito intensa criando um componente estabilizador adicional.

Além disto, ressalta-se neste relatório que, mesmo tratando-se de uma barragem de altura máxima muito inferior a 15 metros, todos os cuidados construtivos serão tomados durante a fase de obras, no sentido de resguardar a integridade e vida útil da barragem e, portanto, a operacionalidade do empreendimento.

Mesmo considerando a hipótese, ainda que remota de ruptura da barragem da CGH Teles de Proença, é coerente afirmar que a onda de cheia não superará a cheia de projeto das estruturas vertentes, que adotou um evento de recorrência decamilenar neste caso.

Segundo Collischonn, 1997, o tipo de barragem é importante no que diz respeito às causas da ruptura.

Barragens de concreto são mais suscetíveis a problemas na fundação ou na estrutura, cujo colapso pode ser quase instantâneo.

Barragens de terra são sensíveis ao galgamento, em cheias maiores que as de projeto, quando o vertedouro não é suficiente, e a água verte sobre a crista da barragem, o que não é o caso desta barragem, uma vez que sua porção de enrocamento foi suprimida na fase do projeto executivo.

Barragens de gravidade de concreto podem gerar brechas instantâneas, mas apenas parciais, nas quais um pedaço do bloco da construção é retirado, esta seria a hipótese aqui lançada para simulação das ondas de cheia.

Na hipótese remota de uma ruptura, é coerente afirmar que a onda de cheia não superará a cheia de projeto das estruturas vertentes, que adotou um evento de recorrência milenar neste caso.

Singh, 1996, propôs ser possível medir a vazão na brecha colapsada em barragem vertente, assumindo que o escoamento pela brecha é análogo ao escoamento de um vertedor retangular de soleira espessa.

A equação proposta por Singh é:

$$Q_{max} = 1,7 \times B_b \times H_b^{3/2}$$

Com B_b = largura da brecha, em m;

H_b = Altura da brecha, em m.

Esta equação acima descrita demonstra uma estimativa do que pode ocorrer em um caso real de ruptura da barragem de concreto.

Identificação de Áreas de Risco à Jusante

A figura abaixo mostra o local onde será executada a CGH Teles de Proença, bem como a identificação do trecho a jusante da barragem, verificando-se um vale desabitado a jusante da barragem. Apenas 2 edificações foram encontradas na faixa de 100 metros da calha do rio, bem como uma ponte de acesso rural, numa extensão sondada de 6,80 km ao longo do leito do rio:

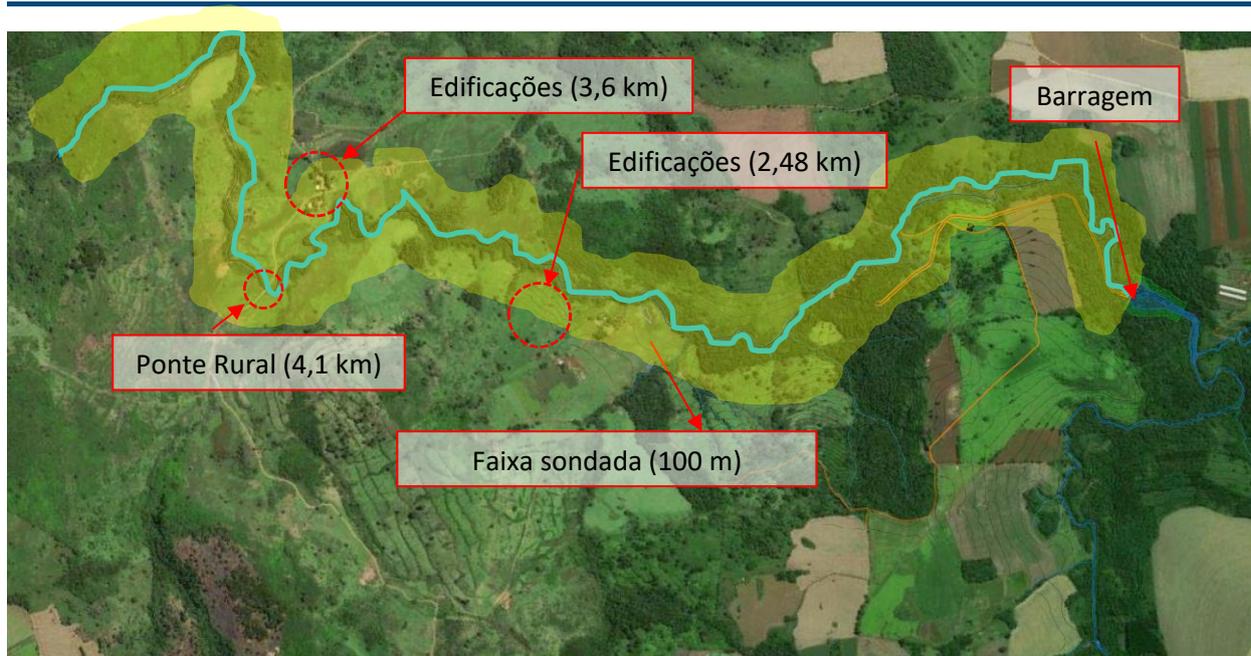


Figura 11. Identificação à jusante da CGH Teles de Proença

A seguir descreve-se de forma sucinta o vale do Rio das Antas a jusante do barramento:

Foram detectadas 2 edificações a jusante do barramento nos primeiros 5,0 km a jusante da barragem, na faixa de estudo de 100 metros do leito do rio. Não foram identificadas aglomerações urbanas nas intermediações da barragem. As poucas edificações estão seguramente em cotas acima daquela correspondente as cheias recorrentes do Rio das Antas.

Foi detectada também uma ponte rural, distante da barragem a cerca de 4,9 km, distancia esta considerada segura quanto ao galgamento da estrutura.

A região inicial (entre a barragem e a casa de força) é coberta por uma base cartográfica de alta precisão com curvas de nível a cada metro oriundas de restituição aerofotogramétrica sobrevoo escala 1:6.000, devidamente apoiado em campo, o que facilitará a identificação precisa das curvas de nível a jusante, para a elaboração do mapa contendo a mancha de inundação da hipotética ruptura da barragem.

A onda de cheia que será demonstrada neste relatório atingirá apenas regiões de plantação e mata ciliar a jusante da barragem.

EFEITO DE LAMINAÇÃO À JUSANTE DA BARRAGEM

A hipótese simulada devido ao hipotético rompimento da barragem é descrita neste item detalhes.

Considerando um hidrograma de cheia formado pela ruptura progressiva da barragem de concreto, conforme tabela a seguir:

Tabela 3 – Hidrograma de Cheia Ruptura Barragem CGH Teles de Proença

Tempo (min)	Brecha [Comprimento] (m)	Brecha [Altura] (m)	Altura d'água escoando (m)	Q (m ³ /s)	NA reservatório (m)	Vol. Res (m ³)
0	0	0	0	0,0	668,80	8.000
40	0,2	0,2	0,1	0,2	668,70	7.974
80	0,4	0,6	0,2	0,9	668,40	7.828
120	0,4	1	0,4	2,6	668,20	7.415
160	0,6	1,4	0,8	10,9	668,20	5.664
200	0,6	1,8	1,2	20,1	668,20	2.446
240	0,6	1,8	0,7	9,0	667,70	1.012
280	0,6	1,8	0,4	3,9	667,40	393
320	0,6	1,8	0,1	0,5	667,10	315

Hidrograma de Cheia Ruptura da Barragem CGH Teles de Proença

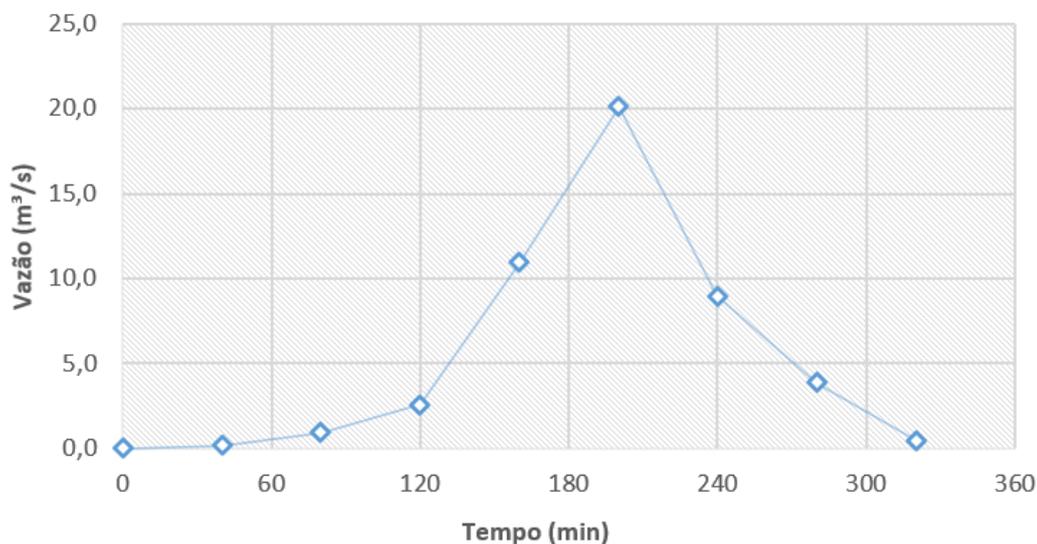


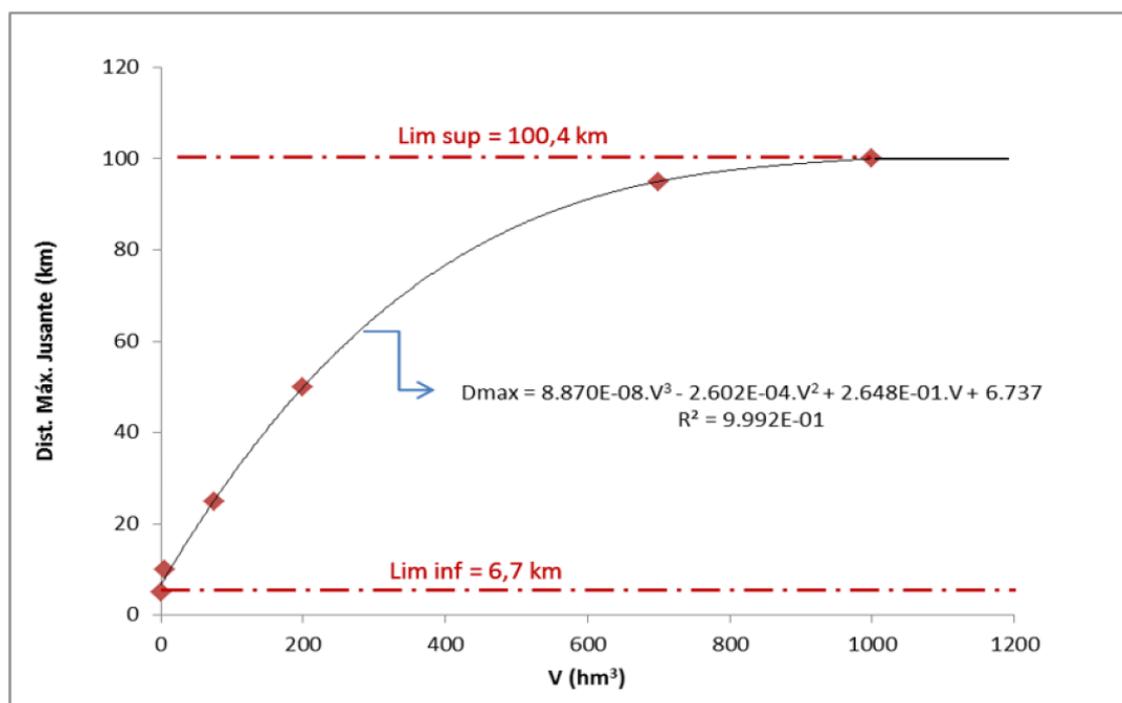
Figura 12. Hidrograma de Cheia Barragem

A vazão de escoamento da barragem rompida foi calculada através da equação de Sing, utilizando como base a formulação de vertimento de barragens soleira livre, com coeficiente de descarga 1,7, devido a irregularidade da área rompida.

Observa-se na tabela acima que, considerando a abertura progressiva da barragem, em 320 minutos tem-se o completo esvaziamento do reservatório. A vazão de ruptura máxima, neste caso, é 20,1 m³/s.

Considera-se para efeito de cálculo o comprimento e a largura média da calha do rio, e por fim, o amortecimento desta lâmina sobre o próprio leito do rio.

Para considerar o efeito a jusante, considera-se a seguinte metodologia, sugerida pela ANA:



$$D_{max} = 8,870 \times 10^{-8}V_{max}^3 - 2,602 \times 10^{-4}V_{max}^2 + 2,648 \times 10^{-1}V_{max} + 6,737$$

Essa fórmula é válida para volumes entre **0 hm³ e 1.000 hm³**

Figura 13. Metodologia ANA para Distância de Estudo a Jusante da Barragem

Pela aplicação da equação acima, observa-se um comprimento de influência na calha do rio a jusante da barragem de 6,74 km, observado o limite inferior mínimo.

Portanto, o efeito de laminação da cheia será:

Área Jusante Teles de Proença = Área da calha do rio até o reservatório

Área Jusante Teles de Proença = 6.740 m x 9 m

Área Jusante Teles de Proença = 60.660 m²

Área Total = Área Jusante Teles de Proença

$Dh = \text{Volume Reservatório Teles de Proença} / \text{Área Total} = 8.450 \text{ m}^3 / 60.660 \text{ m}^2 \approx 15 \text{ cm}.$

Vale lembrar que, nesta atualização do PAE, observa-se um efeito de laminação muito menor que o PAE anterior. Isso se deve a redução de quase 10 vezes menos de volume de água reservada nesta nova configuração do reservatório.

Ao atingir os 6,7 primeiros quilômetros do Rio das Antas, as águas do reservatório da CGH Teles de Proença seriam integralmente absorvidas. Portanto, ao considerar o esvaziamento do reservatório no leito do rio, a sobrelevação máxima em caso de ruptura da barragem, desprezando os efeitos de perdas energéticas, seria uma elevação máxima de cerca de 15 cm no leito do rio.

Mesmo se considerar que a onda terá efeito de 1,00 m, a mesma não atingiria as propriedades identificadas a jusante.

Este valor, no entanto, é uma simulação do pico provável de altura da onda de cheia no km 6,7. Na prática, o pico será menor, devido aos seguintes fatores:

- Incerteza quanto ao comportamento da ruptura da barragem;
- Perdas de carga ao longo do rio, quando as águas atingirem as margens que, no geral, estão com as matas ciliares intactas, o que dificultará de sobremaneira a propagação da onda de cheia;
- Absorção do solo de parte da onda devido à grande permeabilidade do vale a jusante;
- baixo volume de água do reservatório, reduzindo a força cinética de propagação da onda de cheia.

A seguir é representada a mancha de inundação decorrente da ruptura da barragem:

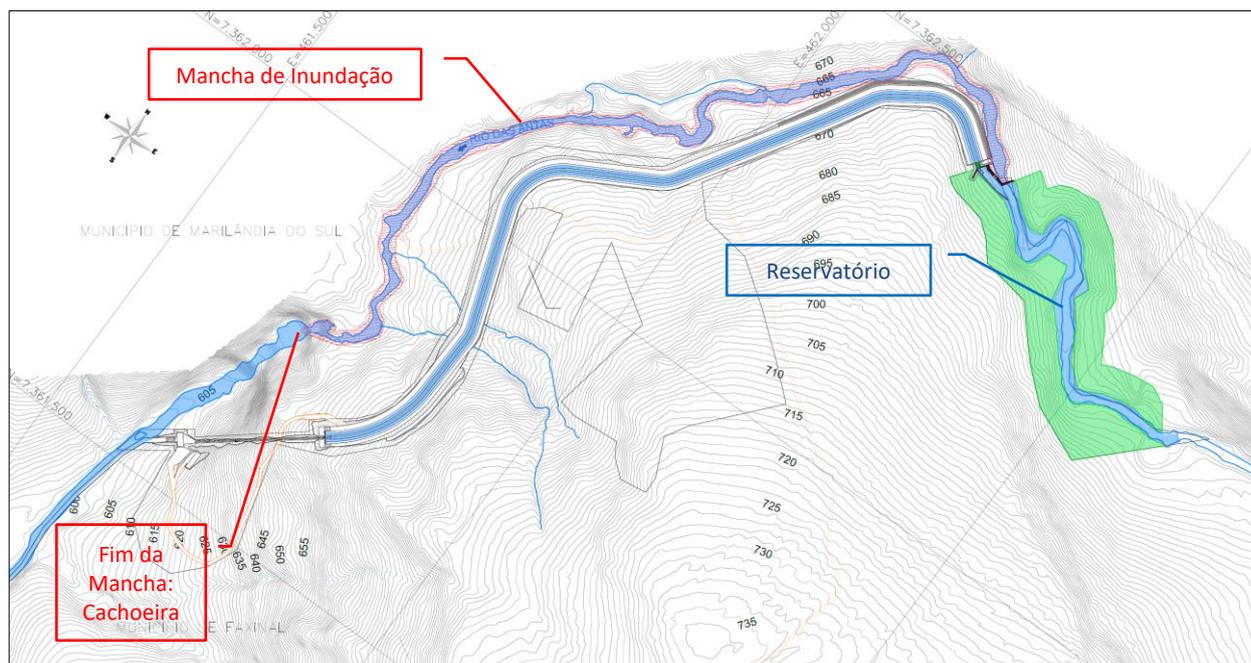


Figura 14. Mancha de Inundação à Jusante da CGH Teles de Proença

Observa-se na mancha de inundação calculada que a cachoeira localizada a 900 metros do barramento, devido a sua queda, aceleraria o fluxo da água, dissipando a onda da cheia.

Mesmo na hipótese de a onda de cheia chegar com 15 cm, ou mesmo com 1 metro (versão anterior do PAE) nas imediações das edificações detectadas a jusante, constata-se pela topografia do projeto que as edificações estão a cerca de 5 metros acima do NA do rio.

Observa-se também que a ponte rural é uma estrutura elevada cerca de 3 metros do NA do rio. Portanto, as edificações e ponte estão em cotas e distância da barragem bastante seguras, não envolvendo riscos hidrológicos decorrentes de uma hipotética ruptura desta barragem.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apresenta-se neste estudo as principais características da barragem, do reservatório e seus efeitos a jusante. Destaca-se que na fase do projeto básico, foram executados robustos estudos hidrológicos para esta barragem, com estudos de vazões excepcionais, baseados em longas séries históricas de vazões consistidas pela ANA, que garantem dados confiáveis para o correto dimensionamento hidrológico e hidráulico do vertedouro e barragem.

Além disto, o reservatório formado é muito pequeno, por se tratar de CGH com barragem vertente de baixa altura, e será operado como fio d'água sem grandes deplecionamentos.

Quanto às fundações, foram constatadas boas condições de assentamento das estruturas, por se tratar de laje aflorada de basalto com alguns seixos rolados no leito, na região da barragem. O projeto da barragem prevê a execução de uma laje estabilizadora, bem como a instalação de chumbadores e drenagens para tratamento das fundações, sendo estes projetos detalhados futuramente, na ocasião do projeto executivo.

As tensões incidentes ao pé da barragem, oriundas do máximo carregamento, não atingirão percentual expressivo da capacidade de carga do maciço a ponto de causar eventos de ruptura ou sismos (tensão admissível do basalto).

Todos os projetos de engenharia, bem como a fiscalização e execução desta barragem serão conduzidas em momento oportuno através de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) perante o CREA, comprometendo os profissionais envolvidos no tocante às responsabilidades técnicas e jurídicas incidentes sobre a barragem.

Ressalta-se aqui que, durante a execução da barragem, todos os cuidados construtivos em relação a esta estrutura estão sendo observados. O vertedouro está sendo executado observando uma série de condicionantes com o propósito de garantir que esta estrutura terá em perfeitas condições de funcionamento, a qualquer tempo.

No vale a jusante, num horizonte de 6,7 km, foram constatadas apenas 2 edificações e uma ponte rural, num afastamento de 100 metros da calha do rio, evidenciando que se trata de vale quase totalmente desabitado. Estas edificações encontram-se fora do alcance da provável mancha de inundação da barragem, decorrente do pequeno reservatório formado pela mesma.

Portanto, neste PAE admitiu-se os que a vazão de ruptura proveniente do colapso da barragem de enrocamento será na ordem de 20 m³/s, mencionado acima. Esta vazão corresponde a uma TR inferior a 5 anos, portanto, de ocorrência comum na região. Numa ruptura causada somente pela falha da estrutura, sem considerar uma onda de cheia a montante da barragem, tem-se hipoteticamente um esvaziamento lento e progressivo, o que atenua ainda mais a onda de cheia.

Vale ressaltar que esta condição acima prevista é a hipótese de um rompimento pontual, provocado por uma falha na estrutura, mas cuja vazão afluyente chegando ao reservatório é a média de longo termo. O limite deste PAE é portanto, somente a análise do rompimento provocado por falha estrutural na barragem, sem a incidência ou a potencialização de uma onda de cheia que cause esse colapso.

Numa condição extrema, fisicamente improvável de ocorrer, com o escoamento integral do reservatório a jusante de forma imediata, ainda sim, nesta condição extrema não causaria nenhum impacto a jusante devido ao vale ser desabitado.

Todos estes fatos e colocações corroboram pela inexigibilidade de apresentação do PAE nos moldes exigidos pelas instâncias reguladoras ANEEL e outros, sendo aqui somente apresentado por exigência do órgão ambiental no sentido de avaliação da potencialidade de riscos e danos ambientais.

ANEXO: ART DA BARRAGEM DA CGH TELES DE PROENÇA

Página 1/1



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

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço 1720224957841

Substituição com Custo à 1720224957167

1. Responsável Técnico

LUIZ DINIZ DE OLIVEIRA NETO

Título profissional:

ENGENHEIRO CIVIL

Empresa Contratada: **HIDRO GERAÇÃO ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**

RNP: **1719088209**

Carteira: **PR-184119/D**

Registro/Visto: **75014**

2. Dados do Contrato

Contratante: **TELES DE PROENÇA ENERGIA HIDRELÉTRICA SPE LTDA.**

CNPJ: **37.400.190/0001-44**

AV JOSE CUSTODIO DE OLIVEIRA, 1325

SALA 01 CENTRO - CAMPO MOURAO/PR 87300-020

Contrato: (Sem número)

Celebrado em: 06/01/2022

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

EST. LINHA RIO DAS ANTAS, S/N

KM 36,5 A PARTIR DA FOZ ZONA RURAL- FAXINAL/PR 86840-000

Data de Início: 06/01/2022

Previsão de término: 18/02/2022

Coordenadas Geográficas: -23,8499 x -51,367487

Finalidade: Infra-estrutura

Proprietário: **TELES DE PROENÇA ENERGIA HIDRELÉTRICA SPE LTDA.**

CNPJ: **37.400.190/0001-44**

4. Atividade Técnica

Elaboração

[Detalhamento, Estudo de viabilidade ambiental, Estudo de viabilidade técnico-econômico] *Consolidação do Projeto Básico CGH Teles de Proença - Rio das Antas*

Quantidade

2,50

Unidade

MWATT

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

7. Assinaturas

Documento assinado eletronicamente por LUIZ DINIZ DE OLIVEIRA NETO, registro Crea-PR PR-184119/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 14/09/2022 e hora 15h16.

TELES DE PROENÇA ENERGIA HIDRELÉTRICA SPE LTDA. - CNPJ: 37.400.190/0001-44

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confex.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br

Central de atendimento: 0800 041 0067



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em : 14/09/2022

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso número: 2410101720224957841

A autenticidade desta ART pode ser verificada em <https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art>
Impresso em: 23/03/2023 15:58:21

www.crea-pr.org.br

