

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE

Barragem da PCH Francisco Gros
Rios Braço Norte Direito e Braço Norte Esquerdo
Alegre - ES

Empresa Proprietária



Órgão Fiscalizador



Responsável Técnico da PCH Francisco Gros

MARCELA JEISS
CREA N° 184460-7-SC

Versão Inicial	Responsável: Enemax Engenharia e Consultoria Ltda.	Data: 01/12/2023
Versão Atual	Responsável: Statkraft	Data: 01/12/2023

SUMÁRIO

SEÇÃO I – Informações Gerais da Barragem	8
1. Apresentação	8
2. Objetivo do PAE	9
3. Histórico	9
4. Acesso e Localização da Barragem	10
5. Dados Técnicos e Estruturas Associadas	14
SEÇÃO II – Responsabilidades Gerais no PAE	22
1. Empreendedor	22
2. Coordenação do PAE	22
2.1. Segurança de Barragens.....	23
2.2. Operação	23
2.3. Manutenção.....	23
3. Comitê de Crise	24
4. Equipe Técnica	25
5. Recursos Humanos	25
6. Sistema de Proteção e Defesa Civil	26
SEÇÃO III – Recursos para enfrentamento a cenários emergenciais	28
1. Equipe Técnica	28
2. Recursos Materiais Renováveis e Logísticos	29
SEÇÃO IV – Procedimentos de identificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura ou outras ocorrências anormais	31
1. Caracterização dos níveis de segurança da barragem	31
SEÇÃO V – Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais.....	34
1. Níveis de Segurança da Barragem.....	34
1.1. Nível Normal	34
1.2. Nível de Atenção	35
1.3. Níveis de Alerta e de Emergência.....	35
2. Fluxograma de Ações do PAE.....	37
3. Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais do PAE	38
4. Medidas específicas de resgate e redução de danos	40
4.1. Resgate de Atingidos (pessoas e animais)	40
4.2. Mitigação de Impactos Ambientais	40
4.3. Abastecimento de água potável	41
4.4. Salvaguarda do Patrimônio Cultural	43
SEÇÃO VI – Procedimentos de Notificação e Alerta	44
1. Plano de Comunicação.....	44
2. CONTATOS EMERGENCIAIS E FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO.....	48

SEÇÃO VII – Divulgação, Treinamento e Atualização do PAE	55
1. Programa de Treinamento e Divulgação	55
1.1. Treinamento Interno.....	55
1.2. Programação dos Simulados.....	56
SEÇÃO VIII – Síntese do Estudo de Inundação e Respetivos Mapas	57
1. Descrição da Zona de Autossalvamento – ZAS	58
2. Descrição das Zonas de Segurança Secundária – ZSS	58
SEÇÃO IX – Encerramento das Operações	60
SEÇÃO X – Aprovação do PAE	61
Glossário	62
Apêndices.....	63
Apêndice 1 – Ficha Técnica da Barragem	64
Apêndice 2 – Classificação da Barragem da PCH Francisco Gros	65
Apêndice 3 – Modelo de Termo de Recebimento de Documentos	67
Apêndice 4 – Procedimentos de identificação das ocorrências.....	68
Apêndice 5 – Respostas a Possíveis Ocorrências	77
Apêndice 6 – Situações de emergência que podem acarretar diretamente a ruptura da barragem.....	84
1. Abalos Sísmicos	84
2. Deslizamentos	85
3. Enchentes	85
Apêndice 7 – Formulário de Mensagem de Notificação	87
Apêndice 8 – Formulário de Declaração de Início de Emergência.....	88
Apêndice 9 – Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência.....	89
Apêndice 10 – Registro dos Treinamentos e Simulados	90
Apêndice 11 – Registro de Reuniões.....	91
Apêndice 12 – ART de Responsabilidade Técnica da PCH Francisco Gros.....	92
Apêndice 13 – ART de Atualização do PAE	93
Apêndice 14 – Síntese do Estudo de Ruptura	94
1. Capacidade de Descarga	94
2. Modelagem Hidrodinâmica	98
2.1. Base Topográfica e trecho de Simulação	98
3. Coeficiente de Rugosidade.....	100
4. Condição de escoamento	101
5. Cenários de Ruptura.....	102
6. Vazão de Ruptura	104
7. Mapas de Inundação	105
7.1. Resultados cenários 1 a 3: ruptura da barragem de derivação de Francisco Gros	105
7.2. Resultados cenários 4 a 6: ruptura da barragem de Geração de Francisco Gros.....	111
Apêndice 15 – Mapas de Inundação.....	117
Apêndice 16 – Sistema de Alerta.....	118

1. Dispositivos da estação	118
2. Fornecimento e Gestão de Energia	119
3. Sistema de Transmissão de Dados	119
4. Comunicação estruturada	120
5. Funcionamento do sistema de alerta e emergência	121
6. Integração com Defesa Civil e População	123

CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Data	Item	Descrição das alterações	RT	Aprovação
R0A	01/12/2023	-	Emissão Preliminar	Enemax	

DISTRIBUIÇÃO DE CÓPIAS

Entidade	Revisão	Data	Protocolo
PCH Francisco Gros			
Statkraft Energias Renováveis S.A. (filial Francisco Gros)			
Defesa Civil Municipal de Alegre			

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

SEÇÃO I – Informações Gerais da Barragem

1. Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência (PAE) é um documento formal elaborado para definir os procedimentos de resposta a situações emergenciais que ameacem as estruturas do barramento da PCH Francisco Gros ou decorrentes de sua ruptura, sendo válido somente para esta barragem. Este documento servirá de suporte para a elaboração dos Planos de Contingência Municipais (PLANCON).

Uma situação emergencial de barragem pode ser definida em duas fases. A primeira, uma fase interna, quando ações são realizadas no âmbito das responsabilidades do empreendedor e o foco são as condições de operação, segurança e estabilidade da barragem, cujos requisitos são definidos pelo respectivo órgão fiscalizador de barragens no país. A segunda fase é a externa, quando os procedimentos emergenciais devem ser adotados pela população em risco e pelo poder público local, contemplando as ações típicas de Proteção e Defesa Civil, cujo planejamento deve estar estabelecido em Planos de Contingência Municipais.

Convém ressaltar que a barragem da PCH Francisco Gros possui um PSB (Plano de Segurança da Barragem) atualizado, que visa garantir a segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e promover o monitoramento das estruturas.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

2. Objetivo do PAE

Com a finalidade de atender às disposições dos artigos 7º, 8º, 11º e 12º da Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, e à Resolução Normativa nº 1.064 da ANEEL, de 02 de Maio de 2013, foi criado o PAE para a barragem da PCH Francisco Gros.

Este plano tem por objetivo definir o conjunto de procedimentos e ações para identificação de situações de emergência em potencial da barragem, a fim de manter o controle da segurança na estrutura e garantir uma resposta eficaz a situações de emergência que ponham em risco a segurança da região a jusante.

Para tanto, o PAE descreve as instalações da barragem e estruturas associadas e as possíveis situações de emergência, bem como estabelece procedimentos técnicos e administrativos a serem adotados nessas situações, com a finalidade de mitigar o efeito provocado por ondas de cheia, podendo ocorrer por defluências induzidas ou por onda provocada por eventual ruptura da barragem da PCH Francisco Gros.

O documento estabelece de forma clara e objetiva as atribuições e responsabilidades dos envolvidos, sendo utilizado quando uma emergência tem o potencial de afetar os colaboradores, os bens da instalação, a produção, o meio ambiente e a população a jusante, visando garantir resposta rápida e efetiva a esta situação.

3. Histórico

O Plano de Ação de Emergência – PAE Francisco Gros foi elaborado, inicialmente, pela Fractal Engenharia, em 2017, em atendimento a Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, em consonância com a Resolução Normativa ANEEL nº 696, de 15 de dezembro de 2015.

O presente documento apresenta a atualização do PAE conforme as alterações na política nacional de segurança de barragens promovidas pela Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, e a Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 02 de maio de 2023. Este documento foi baseado nas observações e conclusões obtidas na Revisão Periódica de Segurança de Barragens da PCH Francisco Gros (2022) e o

Estudo de Ruptura Hipotética mais atualizado (2023), elaborados pela Enemax Engenharia e Consultoria Ltda.

4. Acesso e Localização da Barragem

A barragem da PCH Francisco Gros teve início da sua operação em 2009. Com concessão outorgada à empresa Statkraft Energias Renováveis S.A. (filial Francisco Gros), está localizada no município de Alegre, no estado do Espírito Santo e inserida na bacia hidrográfica do Atlântico Leste, tendo um aproveitamento de energia hidráulica com potência instalada de 29,00 MW.

As informações de localização das barragens de Derivação e de Geração estão dispostas no **Quadro 1** e **Quadro 2**, respectivamente, e a bacia hidrográfica contribuinte, na **Figura 11**.

Quadro 1 – Localização da barragem de Derivação

Localização da Barragem de Derivação	
Coordenadas	Latitude: 20°40'28.38"S Longitude: 41°29'49.71"O
Curso d'água	Rio Braço Norte Esquerdo
Sub-bacia/Código	Itapemirim-Itabapoana/57
Bacia/Código	Atlântico - Trecho Leste/5

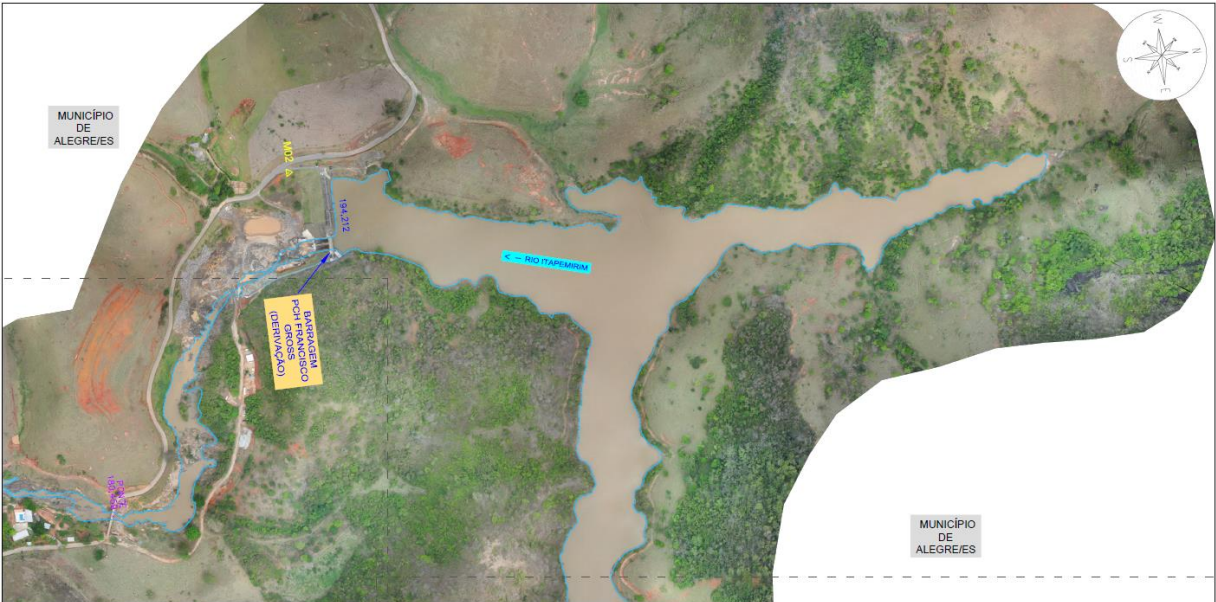


Figura 1 – Localização da Barragem de Derivação

Quadro 2 – Localização da barragem de Geração

Localização da Barragem de Geração	
Coordenadas	Latitude: 20°41'46.40"S Longitude: 41°30'57.62"O

Curso d'água	Rio Braço Norte Direito
Sub-bacia/Código	Itapemirim-Itabapoana/57
Bacia/Código	Atlântico - Trecho Leste/5

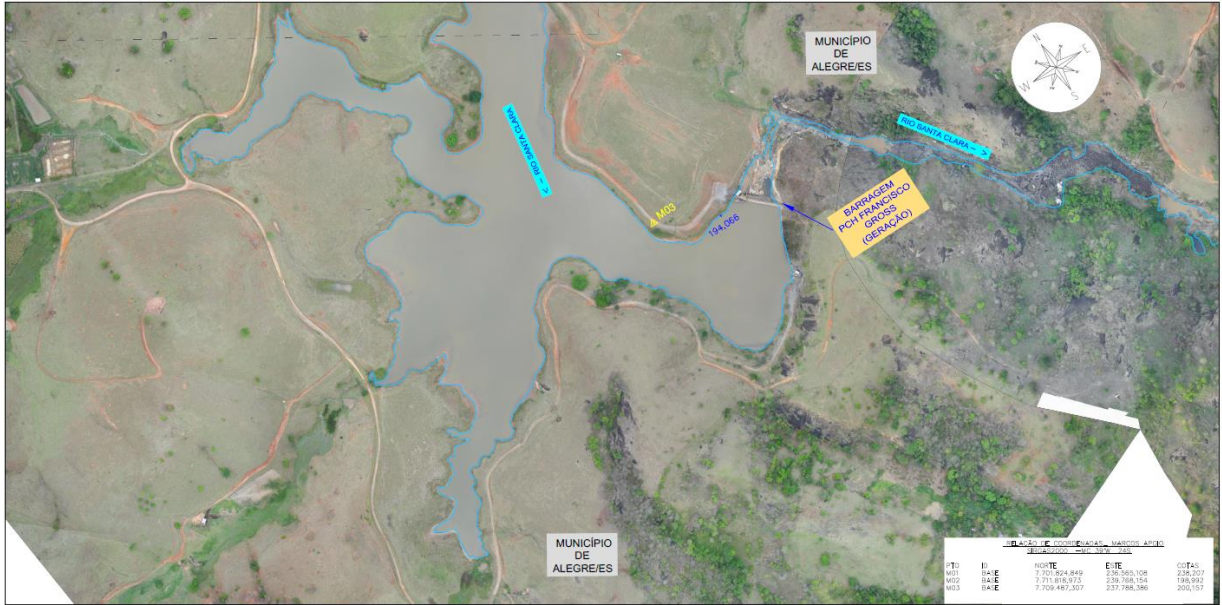


Figura 2 – Localização da Barragem de Geração

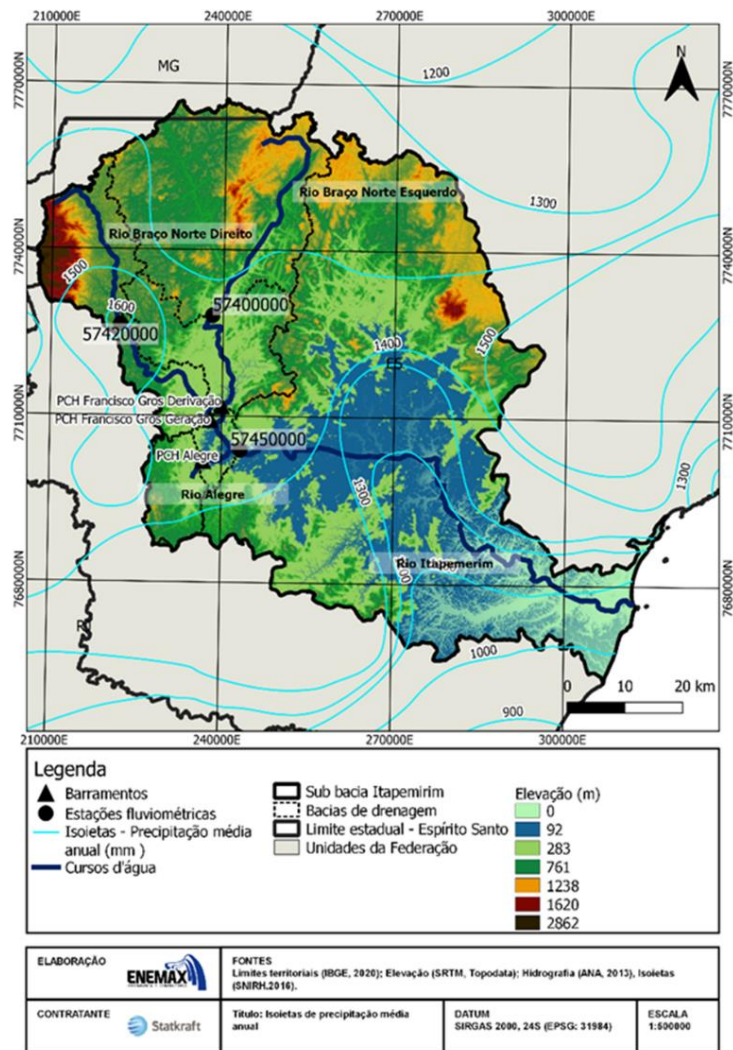


Figura 3 – Bacia hidrográfica contribuinte da PCH Francisco Gros.
Fonte: FGR-RPS-22-003 (Enemax Engenharia e Consultoria Ltda., 2022).

Localizada no município de Alegre, no Espírito Santo, a Pequena Central Hidrelétrica Francisco Gros se encontra nos rios Braço Norte Direito e Braço Norte Esquerdo, compreendida nas coordenadas 20°20' Sul de latitude e 41°80' Oeste de longitude.

O trajeto partindo de Vitória em direção a PCH Francisco Gros se dá pela BR-262 por cerca de 17,5 km, até a BR 101, por aproximadamente 29,7 km. Avançando para a Rodovia do Sol, por cerca de 43,5 km, na rotatória, seguindo pela ES-375 por 8,6 km, virando à direita e seguindo pela BR-101 por 33,2 km. Em seguida, por 11 km, seguindo na Rodovia Governador Lacerda de Aguiar, convergindo a direita e seguindo pela BR-482 por 62 km. Convergindo para a ES 181, onde segue-se por 8 km, até a PCH Francisco Gros, conforme **Figura 4**.

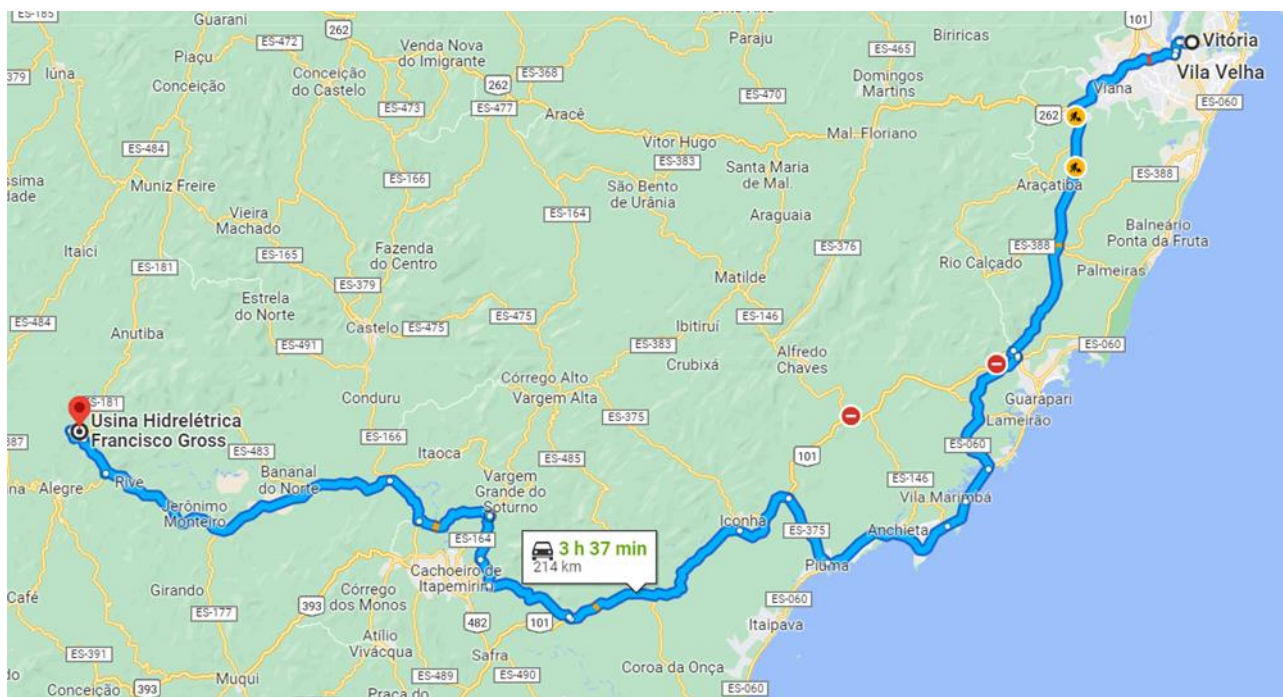


Figura 4 – Mapa de acessos da PCH Francisco Gros. Fonte: Google Maps (2022).

5. Dados Técnicos e Estruturas Associadas

O **Quadro 3** sintetiza as principais características do barramento da PCH Francisco Gros. Mais informações encontram-se na Ficha Técnica do empreendimento, contido no **Apêndice 1** – Ficha Técnica da Barragem. As informações referentes à Classificação da Barragem da PCH Francisco Gros estão dispostas no **Apêndice 2** – Classificação da Barragem da PCH Francisco Gros.

Quadro 3 – Características do Barramento da PCH Francisco Gros

Características da Barragem	
Empreendedor	Statkraft Energias Renováveis S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Potência Instalada	29,00 MW
Barragem de Derivação	
Tipo	Terra/Enrocamento
Altura máxima	23,00 m
Cota do coroamento	198,50 m
Comprimento do coroamento	147,90 m
Bacia Hidrográfica Barragem de Derivação	
Área de drenagem	1.448 km ²
Vazão máxima de projeto (10.000 anos)	1.167 m ³ /s
Barragem de Geração	
Tipo	Concreto Convencional (CCV) e Terra/Enrocamento
Altura máxima	19,00 m
Cota do coroamento	200,00 m
Comprimento do coroamento	120,60 m
Bacia Hidrográfica Barragem de Geração	
Área de drenagem	509 km ²
Vazão máxima de projeto (10.000 anos)	952 m ³ /s

A Pequena Central Hidrelétrica Francisco Gros, pertencente à Statkraft Energias Renováveis S.A. está localizada no rio Itapemirim, município de Alegre, estado do Espírito Santo, na sub-bacia do rio Itapemirim pertencente à bacia hidrográfica do Atlântico Leste.

A PCH foi inaugurada em 2009 e possui 29,00 MW de potência nominal instalada, derivada de duas unidades geradoras com turbina tipo Francis, de eixo horizontal, que aproveitam uma queda de 63,10 m até a casa de força abrigada. Este

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

aproveitamento hidrelétrico é composto por dois barramentos, sendo um de derivação e outro de geração.

O barramento de derivação, localizado no rio Braço Norte Esquerdo, desvia parte da água do rio para o reservatório do barramento de geração, no Rio Braço Norte Direito, por meio de um túnel de adução, escavado em maciço rochoso de gnaiss, que possui 5,50 m de diâmetro e 1.532 m de comprimento. A confluência destes dois rios forma o rio Itapemirim a montante da casa de força da PCH Francisco Gros.

A água captada na Tomada d'Água a montante no reservatório de geração é conduzida por meio de outro túnel de adução, de diâmetro 6,00 m e aproximadamente 610 m de comprimento, cuja fundação também é em rocha tipo gnaiss/granito. Em sequência, a água conduzida passa por uma chaminé de equilíbrio e um conduto forçado metálico, dividido em dois trechos, o primeiro com 79,00 m de extensão e diâmetro 4,80 m até uma bifurcação, e o segundo com 82,34 m e diâmetro 2,65 m, até a casa de força, construída na margem direita do rio Itapemirim.

O arranjo geral do barramento de derivação é constituído por uma barragem de terra homogênea de solo compactado, filtro em areia e transição em enrocamento com taludes 1,0V:1,6H. A estrutura possui 147,90 m de comprimento, 6,00 m de largura da crista e 23,00 m de altura máxima a partir da fundação, com a crista na El. 198,50 m, tendo sua fundação sobre o maciço rochoso de gnaiss no leito do rio e solo no encontro com as margens direita e esquerda.

O sistema extravasor da barragem de derivação é composto por um vertedouro, localizado na margem esquerda, controlado por duas comportas tipo segmento de 10,50m(H)x8,00m(L), com soleira na El. 186,50 m. Considerando-se a vazão decamilar instantânea de 1.167 m³/s (RT3 Estudos Hidrológicos, FGR-RPS-22-003, 2022) à barragem de derivação, tem-se o NA do reservatório na El. 197,57 m, resultando em uma borda livre de 0,93 m para barragem de terra e enrocamento e negativa para a estrutura de concreto (lâmina de 0,07 m), em desconformidade com o recomendado pelos Critérios de Projeto da Eletrobrás (2003).

O barramento de derivação conta ainda com dispositivo de vazão sanitária que possui 0,40 m de diâmetro e tem como objetivo manter uma quantidade mínima d'água no leito do rio, garantindo uma vazão de 0,71 m³/s para o N.A. Mínimo Normal de 194,230 m.

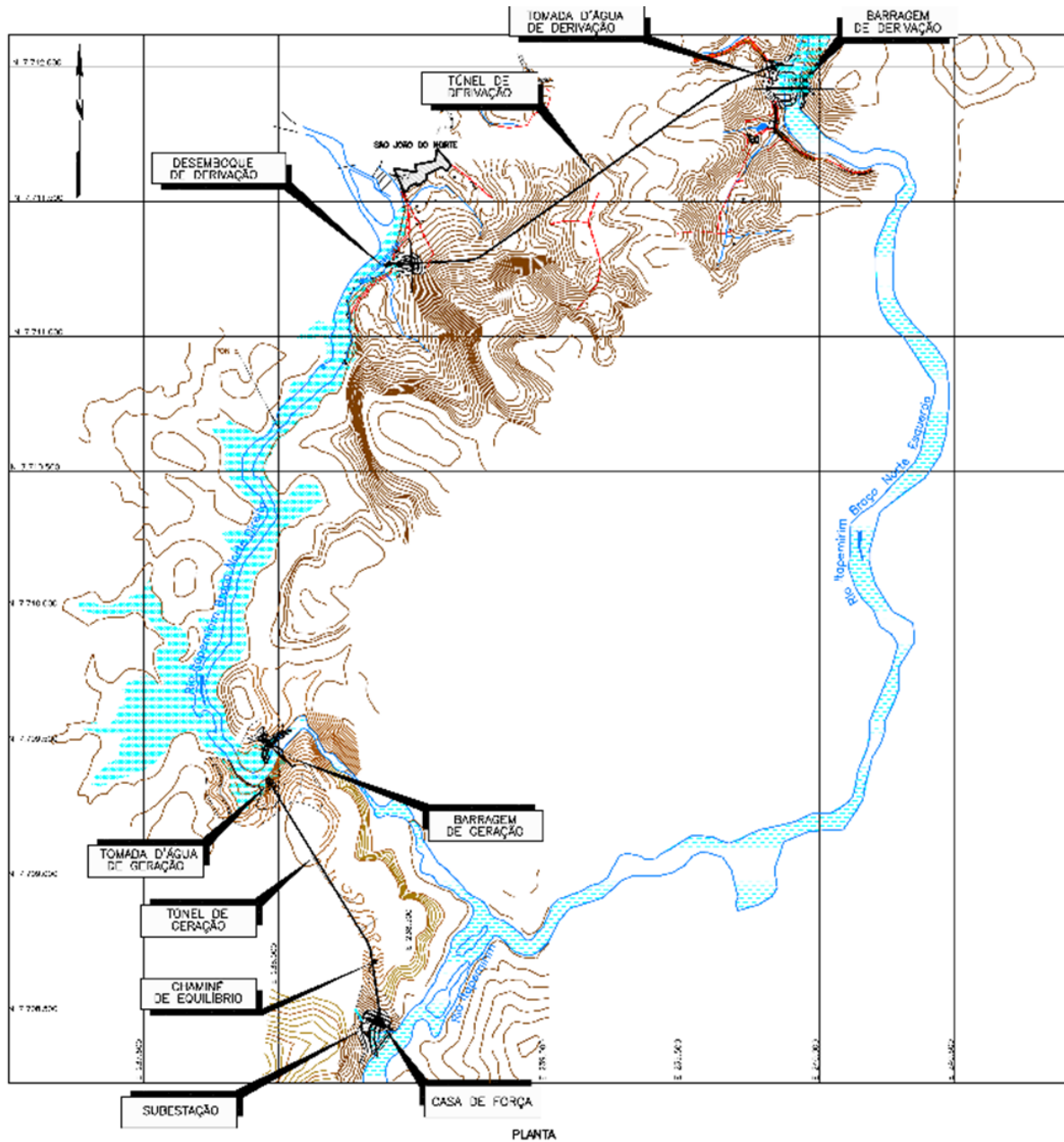
 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

O arranjo geral do barramento de geração é constituído por uma barragem de concreto convencional, de 120,60 m de comprimento, 6,00 m de largura da crista no muro de fechamento esquerdo e 19,00 m de altura máxima a partir da fundação, com a crista do muro de fechamento esquerdo na El. 200,00 m, tendo toda sua fundação em maciço rochoso do tipo gnaisse.

O sistema extravasor da barragem de geração é composto por um vertedouro do tipo soleira livre no leito do rio de 55,00m de comprimento, com a soleira na El. 196,00 m. Considerando-se a vazão decamilenar instantânea de 952 m³/s (FGR-RPS-22-003) afluente ao vertedouro, tem-se o NA do reservatório na El. 199,89 m, resultando em uma borda livre de 1,11 m para barragem de terra e enrocamento e 0,11 m para a de concreto, também em desconformidade com o recomendado pelos Critérios de Projeto da Eletrobrás (2003).

Ambos os reservatórios funcionam a fio d'água. O reservatório de derivação tem capacidade de cerca de 2,00 hm³ até o NA normal (196,50 m) ocupando uma área de 0,42 km², de acordo com a curva cota x área x volume obtida por levantamento batimétrico mais recente, feito pela Matrix Engenharia em 2020. O reservatório de geração tem capacidade de cerca de 2,19 hm³ até o NA normal (196,00 m) ocupando uma área de 0,56 km². Para o NA máximo maximorum (199,28 m), o volume do reservatório é de 4,48 hm³ em 0,87 km², de acordo com a curva cota x área x volume obtida por levantamento batimétrico mais recente, elaborado também em 2020 pela Matrix Engenharia e Topografia.

A Figura 5 a seguir apresenta o arranjo geral da usina, a Figura 6 e a Figura 7 trazem o arranjo geral dos barramentos com a identificação de suas principais estruturas e a Figura 8 apresenta a tomada d'água. A Figura 9 e a Figura 10 a exibem as planta e seções dos barramentos e, por fim, a Figura 11 apresenta a bacia hidrográfica de contribuição da PCH Francisco Gros.



**Figura 5 – Arranjo geral do aproveitamento.
Fonte: SAF-EC-DE-GE-1004, 2008.**

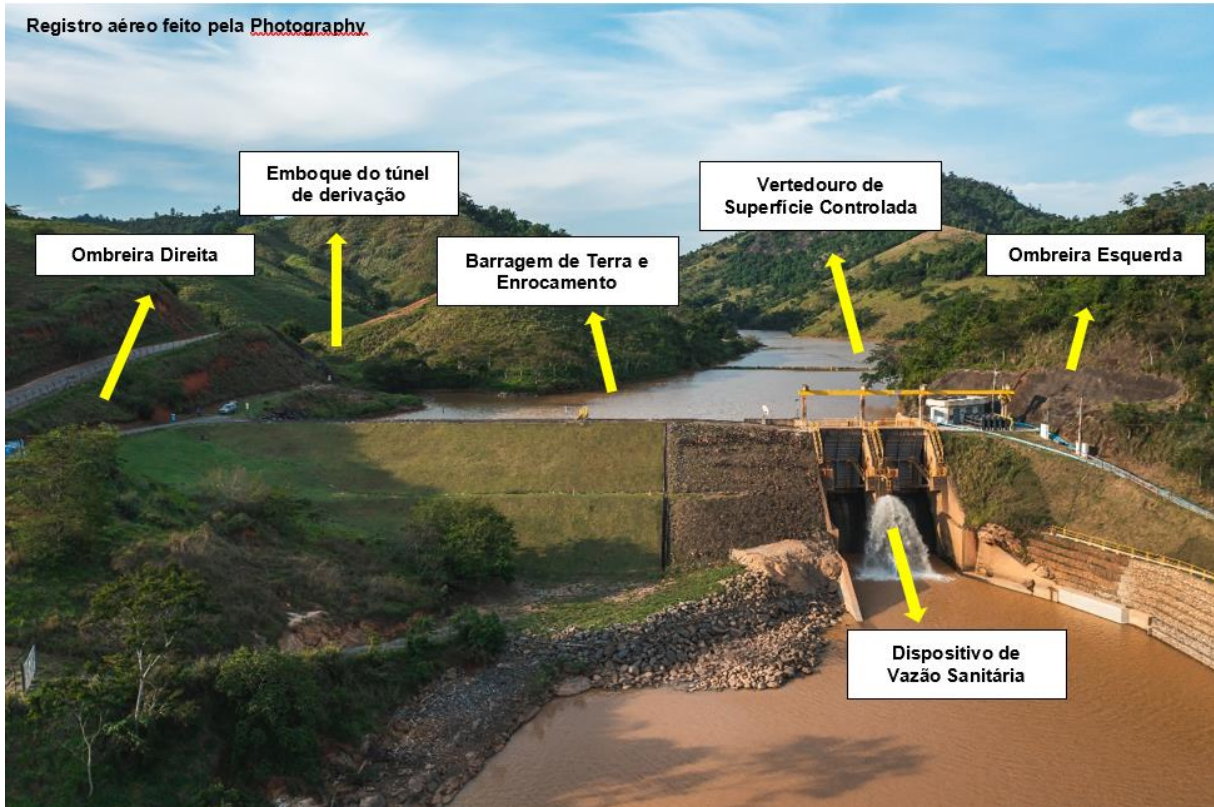


Figura 6 – Arranjo geral do barramento de derivação.

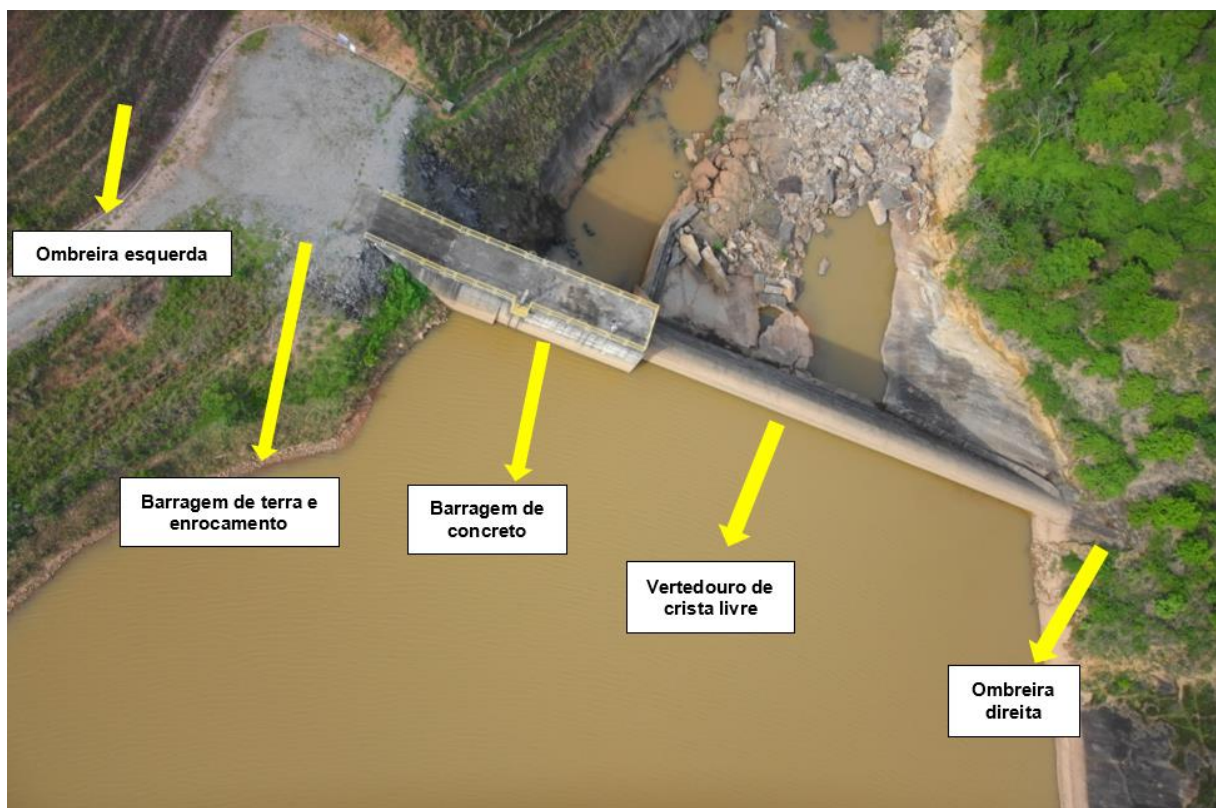
Figura 7 – Arranjo geral do barramento de geração.
Fonte: Matrix Engenharia, 2020.



Figura 8 - Tomada d'água.

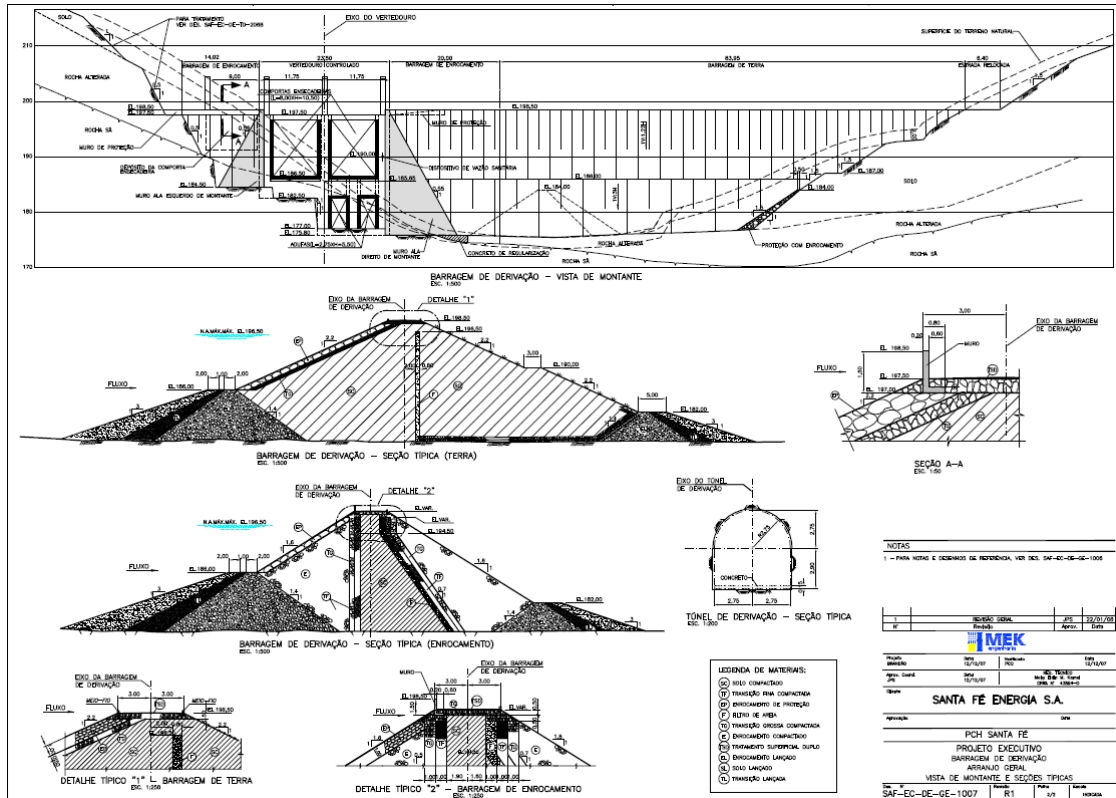


Figura 9 - Barragem de Derivação – Vista de montante e Seções.

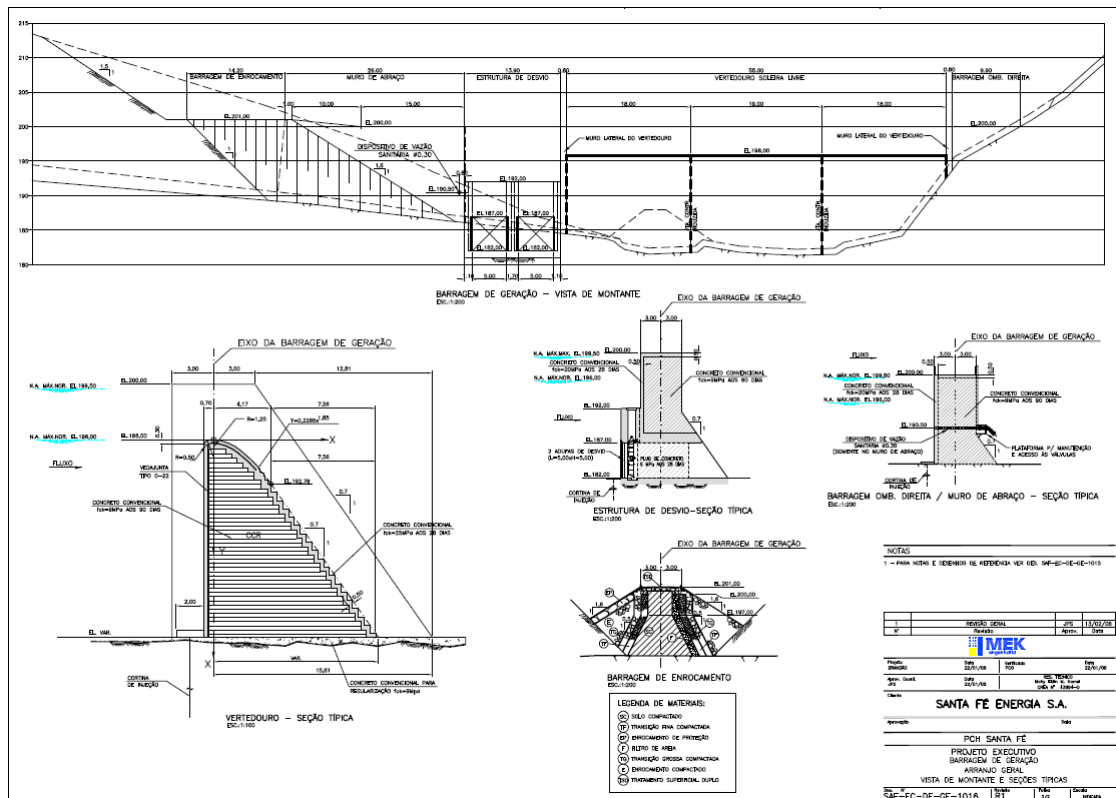


Figura 10 - Barragem de Geração – Vista de montante e Seções.

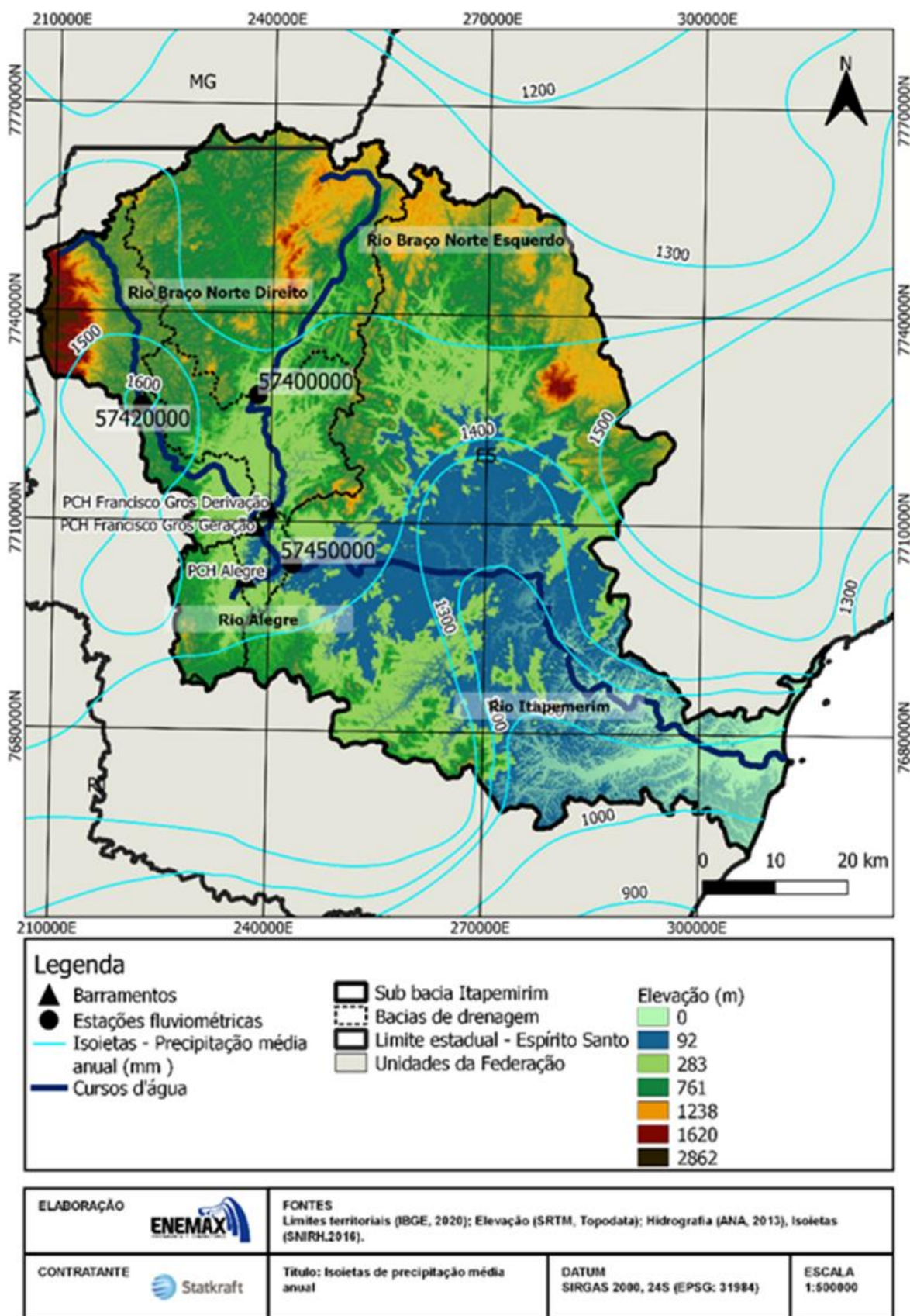


Figura 11 – Bacia hidrográfica de contribuição da PCH Francisco Gros.
Fonte: FGR-RPS-22-003 (Enemax Engenharia e Consultoria Ltda., 2022).

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	--	-------------------------------

SEÇÃO II – Responsabilidades Gerais no PAE

1. Empreendedor

O empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la, provendo os recursos necessários para tal e que as ações sejam conduzidas por responsável técnico. As responsabilidades detalhadas estão apresentadas na Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, em seus artigos 12 e 17, e no capítulo IV das disposições finais e transitórias da Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023, principalmente.

2. Coordenação do PAE

A Coordenação do PAE é realizada por intermédio dos times de Segurança de Barragens, Operação e Manutenção da Statkraft Energias Renováveis S.A., como apresentado posteriormente, no Fluxograma de Acionamento do PAE (**Figura 18**). Os profissionais destas três áreas são responsáveis por analisar e acompanhar as condições hidrológicas e estruturais que o barramento está suscetível e tomar as devidas providências em caso de emergência.

A coordenação do PAE é responsável pela confirmação e classificação da situação de emergência junto ao Comitê de Crise e acionamento do fluxograma de notificação, de maneira a informar às autoridades competentes e manter-se alerta e disponível durante toda a situação de emergência, até o encerramento das operações.

Suas principais atribuições são:

- Detectar, avaliar e classificar as situações de risco em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão;
- Declarar situação anormal e executar as ações descritas no PAE;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Comunicar os Órgãos de Proteção e Defesa Civil relacionados;
- Comunicar as usinas de relacionamento a montante e jusante;

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

- Comunicar a Diretoria de Operações Estratégicas.

2.1. Segurança de Barragens

O time de Segurança de Barragens é responsável por acompanhar e avaliar as ocorrências registradas nas estruturas da PCH Francisco Gros, analisando e/ou realizando inspeções visuais para diagnosticar possíveis anomalias, comportamento dos instrumentos de auscultação civil e o estado geral das estruturas civis, de modo a diagnosticar em qual condição elas se encontram: normal, atenção, alerta ou emergência.

Auxilia o time de Operação no fluxo de comunicação através do contato com os Órgãos de Proteção e Defesa Civil e Prefeituras envolvidas, além de comunicar à ANEEL sobre a ocorrência registrada.

2.2. Operação

O time de Operação é responsável pelo monitoramento em tempo real das estruturas da PCH Francisco Gros, por meio da previsão climática, do registro e controle dos níveis e afluências a montante do barramento, da operação e geração do reservatório via supervisor, sensores e câmeras de vigilância. É responsável, também, pela caracterização da situação hidrológica do curso d'água frente a sua curva de operação, conforme apresentado na **Figura 14**.

Realizam os comunicados externos junto aos Órgãos de Proteção e Defesa Civil sobre a situação hidrológica do curso d'água, assim como disparam os comunicados internos para a área de O&M. São, ainda, os responsáveis pelo acionamento primário do Sistema de Alerta.

2.3. Manutenção

O time de Manutenção é responsável pelas ações *in loco* através da equipe da planta, durante o horário comercial. Durante as ocorrências, a equipe atua em sobreaviso, realizando inspeções visuais nas estruturas de acordo com a situação em que o ativo se encontrar: de 4 em 4 horas para situação de Atenção, e de hora em hora para situações de Alerta e Emergência, desde que haja condições seguras para o time em campo. As informações são repassadas aos times de Segurança de

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	--	-------------------------------

Barragens e Operação que, a partir delas, irão tomar as devidas providências e decisão quanto ao diagnóstico da situação da estrutura.

Também podem realizar o acionamento do Sistema de Alerta no caso de inoperância por parte do time de Operação.

3. Comitê de Crise

O Comitê de Crise será estabelecido quando a Coordenação do PAE entender que a situação hidrológica ou estrutural do barramento encontrar-se em emergência.

A situação de emergência só será decretada após avaliação colegiada do Comitê de Crise, sendo oficializada pelo Comandante do Incidente (*Incident Commander*), pessoa de maior responsabilidade administrativa do Comitê, nesse caso, ocupada pelo VP de Operações Estratégicas.

As tomadas de decisões, durante todo o período de emergência e definição das ações, ocorrem dentro do Comitê de Crise. Suas principais atribuições são:

- Decidir sobre as ações a serem implementadas em função da situação de emergência;
- Coordenar a comunicação interna, externa e órgãos da imprensa;
- Disponibilizar recursos para situação de emergência;
- Participar das discussões dos desdobramentos das ocorrências;
- Contatar externamente os consultores;
- Elaborar notificações e relatórios internos;
- Autorizar o acionamento do Sistema de Alerta por parte do time de Operação.

O comitê é composto pelas diretorias da empresa, sendo liderado pelo VP de Operações Estratégicas. Dessa forma, a composição é dada por:

1. VP Operações Estratégicas;
2. SVP Country Manager;
3. VP Finance;
4. VP Business Support;
5. VP Development.

4. Equipe Técnica

Conforme previsto na Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023, “a equipe técnica de segurança de barragem deverá ser composta por profissionais treinados e capacitados, os quais deverão realizar as atividades relacionadas às inspeções de segurança de barragens”. São atribuições dessa equipe:

- Operar e manter a usina, garantindo o devido funcionamento de seus sistemas de extravasão, sistemas de comunicação e de aviso;
- Realizar testes periódicos do sistema de alerta e do fluxo de notificações previstos no PAE.

Na Figura 12 tem-se um fluxograma que resume e sugere, de maneira esquematizada, a posição e a relação da equipe técnica perante a organização administrativa das instalações.

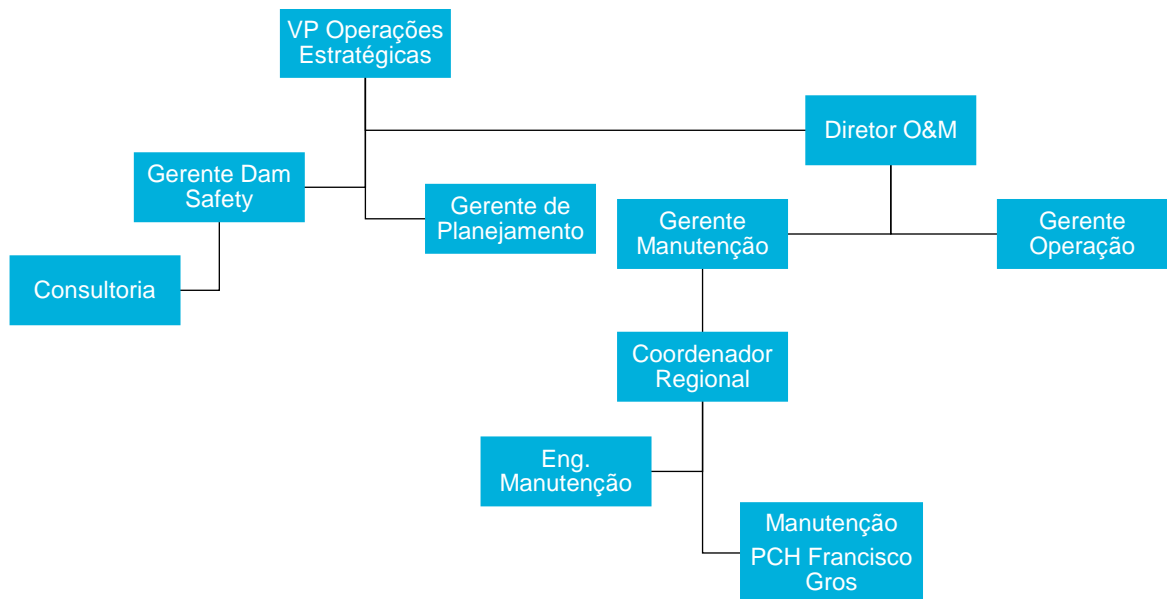


Figura 12 – Organização da Equipe Técnica

5. Recursos Humanos

A equipe de Recursos Humanos (RH) é composta pelos responsáveis por diversos processos que envolvem a companhia e seus colaboradores, sendo responsável pela gestão das pessoas que fazem parte da organização.

Neste sentido, os seguintes procedimentos devem ser adotados pelo RH quando for estabelecida uma situação de anormalidade envolvendo as estruturas do barramento:

- Assegurar a permanência – na barragem – somente de pessoal qualificado e treinado em ocasiões potenciais de acidente, como cheias excepcionais ou comportamento anormal da barragem;
- Treinar o pessoal efetivo e suplente, por meio de exercícios e simulações, para atuar com o sistema de comunicações e agir nas diferentes situações previstas.

6. Sistema de Proteção e Defesa Civil

De acordo com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, instituída pela Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, os Sistemas de Proteção e Defesa Civil são os responsáveis pela coordenação do conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e de reparação destinadas a evitar ou minimizar os efeitos da ocorrência de desastres, e por preservar o compromisso moral com a população e restabelecer a normalidade social.

As Defesas Civas Municipais e Estaduais devem desempenhar suas competências legais de, respectivamente, elaborar e apoiar o desenvolvimento de Planos de Contingência (PLANCON) para os cenários de risco identificados. Estes planos têm como objetivo a tentativa de reduzir a ocorrência de danos humanos em um desastre, por meio da indicação de responsabilidades de cada órgão envolvido, definição de sistemas de alerta e rotas de fuga, organização de exercícios simulados, entre outras atividades.

De maneira geral, as principais ações da Defesa Civil podem ser destacadas:



De acordo com o guia “Orientações para Apoio à Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens”, elaborado em setembro de 2016 pelos órgãos do CENAD, SEDEC e MI, o empreendedor deverá fornecer elementos básicos para elaboração do PLANCON, a saber:

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

- Cenário de risco identificado;
 - Identificação da ZAS e ZSS;
 - Identificação das edificações vulneráveis;
- Definição de sistemas de monitoramento e alerta;
- Definição de sistemas de alarme;
- Definição e sugestão de rotas de fuga e pontos de encontro;
- Plano de comunicação com as autoridades.

Ressalta-se que todos os elementos acima citados estão contemplados no presente documento do PAE. O Apêndice 3 – Modelo de Termo de Recebimento de Documentos contempla o **Modelo de Termo de Recebimento de Documentos** a ser assinado pelos representantes dos órgãos de Proteção e Defesa Civil durante o recebimento do PAE.

A PNPDEC dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e sobre o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC, definindo que os municípios devem elaborar o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON) e instituir órgãos municipais de defesa civil. O PLANCON será elaborado no prazo de um ano, sendo submetido a avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação.

Por fim, informações adicionais podem ser encontradas na Lei Federal nº 12.340/2010, a qual dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC e sobre as transferências de recursos para ações como assistência às vítimas e reconstrução de áreas atingidas por desastres, e também, na Lei 12.608 mencionada anteriormente.

SEÇÃO III – Recursos para enfrentamento a cenários emergenciais

Para atuar diante de cenários emergenciais, deverão ser dimensionados os recursos humanos que irão compor a equipe técnica especializada para agir em situações de emergência, com profissionais especificamente treinados para exercerem funções pertinentes em cenários que ameacem as estruturas do barramento e do vale a jusante.

De mesmo modo, devem existir no empreendimento recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os materiais de construção, meios de comunicação, de fornecimento de energia e de transporte.

Esses recursos, tanto humanos quanto materiais, são necessários para um atendimento imediato e provisório, para fazer frente às condições de emergência que estejam se iniciando, para que se possa ganhar tempo até à chegada de equipe, equipamentos e materiais para uma ação mais completa sobre o evento.

1. Equipe Técnica

O Quadro 4 apresenta o dimensionamento de recursos humanos para resposta ao pior cenário identificado.

Quadro 4 – Recursos Humanos para resposta a situações de emergência

LISTA DE RECURSOS HUMANOS	
CARGO	NOME
SVP Country Manager	Fernando De Lapuerta Montoya
VP Operações Estratégicas	Thiago Tomazzoli
Gerente de Segurança de Barragens	Marcela Jeiss
Engenheiro de Segurança de Barragens Sr.	Arthur Andreetta
Diretor O&M	Alexandre Murakami
Gerente de Planning	Rodrigo Prestes
Gerente de Operações	Robson Guimarães
Especialista em COS	Bruno Botelho
Gerente de HSSE	Dercílio Oliveira
Analista de HSSE	Letícia Schott
Técnico de HSSE	Danielle Machado
Gerente de Manutenção Hydro	Rodrigo Dutra
Coordenador Regional	Gustavo Matosinhos
Engenheiro Manutenção	Marcel Giannotti
Engenheiro de Manutenção	Felipe Augusto Cima

LISTA DE RECURSOS HUMANOS	
CARGO	NOME
Técnico Manutenção	Paulo Henrique Andrade
Técnico Manutenção	Eneias Dias
Técnico Manutenção	Marcos Netto
Técnico Manutenção	Cristiano Rangel
Técnico Manutenção	Matheus Rodrigues
Técnico Manutenção	João Carlos Vidigal
Técnico Manutenção	Devandro Camargo
Técnico Manutenção	Leandro Conceição
Técnico Manutenção	Ubirajara Paixão
Técnico Manutenção	Josetel Ratunde
Técnico Manutenção	Celio Santos
Técnico Manutenção	Ronaldo Arantes
Técnico Manutenção	Victor Carvalho
Técnico Manutenção	Marcelo Moraes
Gerente de Engenharia	Alexandre Shyu
Engenheiro Civil Especialista	Douglas Pichetti
VP Business Support	Ana Lima
Gerente de Comunicação	Mariana Aoad
Gerente de Meio Ambiente	Fabiana Fioretti
Gerente de Sustentabilidade	Aline Ohira
Gerente de RH	Andreia Cristolini

2. Recursos Materiais Renováveis e Logísticos

No Quadro 5 são listados os fornecedores de recursos materiais renováveis e mobilizáveis que podem ser acionados para agir frente a situações de emergência.

Quadro 5 – Lista fornecedores de materiais renováveis e mobilizáveis para serem usados em situações de emergência

LISTA DE EMPRESAS COM RECURSOS MATERIAIS MOBILIZÁVEIS				
Tipo de Material	Empresa	Características	Telefone para contato	Localização
Material para Construção Civil	Monteiro Material de Construção	Materiais de construção em geral	(28) 3552-3431	Alegre - ES
	Tocaia Material de Construção	Materiais de construção em geral	(28) 3552-1366	Alegre - ES

	Leal Material de Construção	Materiais de construção em geral	(28) 3552-1416	Alegre - ES
	FF Ferramentas e Variedades	Materiais de construção em geral	(28) 3552-3380	Alegre - ES
	Treze Material de Construção	Materiais de construção em geral	(28) 3552-4652	Alegre - ES
Obras civis	Hidroforte Construtora	Obras Civis	(28) 3552-3255	Alegre - ES

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

SEÇÃO IV – Procedimentos de identificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura ou outras ocorrências anormais

1. Caracterização dos níveis de segurança da barragem

A gestão da emergência é efetuada em função do nível de segurança da barragem, considerando o atual estado da estrutura e a identificação ou não de anomalias. Estes níveis serão utilizados para graduar as situações que podem comprometer a segurança da barragem e de ocupações a jusante.

Segundo a Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023 (REN 1.064/2023), uma anomalia caracteriza uma “deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa ou não a vir a afetar a segurança da barragem”. Para sua classificação e o diagnóstico do nível de segurança da barragem, a resolução define as seguintes categorias: Normal, Atenção, Alerta e Emergência.

A classificação dos níveis é feita com base na observação ou inspeção dos diferentes componentes da estrutura e/ou através da análise dos resultados do sistema de instrumentação e dados operacionais.

No **Quadro 6** estão descritos os níveis de segurança da barragem, com base nas possíveis situações de emergência que podem ocorrer na instalação. Já a **Figura 13** e a **Figura 14** apresentam, respectivamente, a caracterização das condições hidrológicas dos reservatórios das barragens de Derivação e de Geração de acordo com a curva referencial de operação, reforçando que a condição hidrológica do rio não reflete, necessariamente, o nível de segurança da barragem. Apenas para a condição hidrológica de emergência que se entenderá que o nível de segurança da barragem é de emergência.

O **Apêndice 4 – Procedimentos de identificação das ocorrências** apresenta um guia com ilustrações para identificação e classificação das ocorrências, com base em anomalias e modos de falha que podem ser observados nos barramentos.

Quadro 6 – Definição do nível de segurança da barragem para as possíveis situações de emergência

Nível de Segurança da barragem	SITUAÇÕES (PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS)
NORMAL	<p>Quando não houver anomalias ou as que existem não comprometem a segurança da barragem:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Probabilidade de acidente muito baixa; – Corresponde a ações de monitoramento rotineiro previstas no PSB; – São situações estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo e que podem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante; – Podem ser controladas pelo Empreendedor.
ATENÇÃO	<p>Quando as anomalias não comprometem a segurança da barragem de imediato, mas caso progridam, podem comprometer a estrutura, devendo ser monitoradas, controladas ou reparadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Probabilidade de acidente baixa; – Plano de Segurança da Barragem – revisão do monitoramento rotineiro e realização de estudos e/ou ações corretivas de anomalias programadas ao longo do tempo e que não comprometem a segurança estrutural no curto prazo; – A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; – Existe a convicção de ser possível controlar a situação.
ALERTA	<p>Quando as anomalias comprometem a segurança da barragem, exigindo providências imediatas para a sua eliminação e manutenção das condições de segurança:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Obriga um estado de prontidão na barragem onde serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente; – Probabilidade de acidente moderada; – Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode sair do controle; – Eventual rebaixamento do reservatório (depende da avaliação técnica) - envolvendo coordenação com os demais empreendedores de barragens da cascata; – O fluxo de notificações é apenas interno, a menos que sejam necessárias descargas preventivas ou o rebaixamento do reservatório; – Existe a possibilidade de a situação se agravar, com potenciais efeitos perigosos no vale a jusante; – Deve ser avaliada a necessidade de acionamento do PAE.
EMERGÊNCIA (RUPTURA)	<p>Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem.</p> <ul style="list-style-type: none"> – O fluxo de notificações externas do PAE deve ser acionado

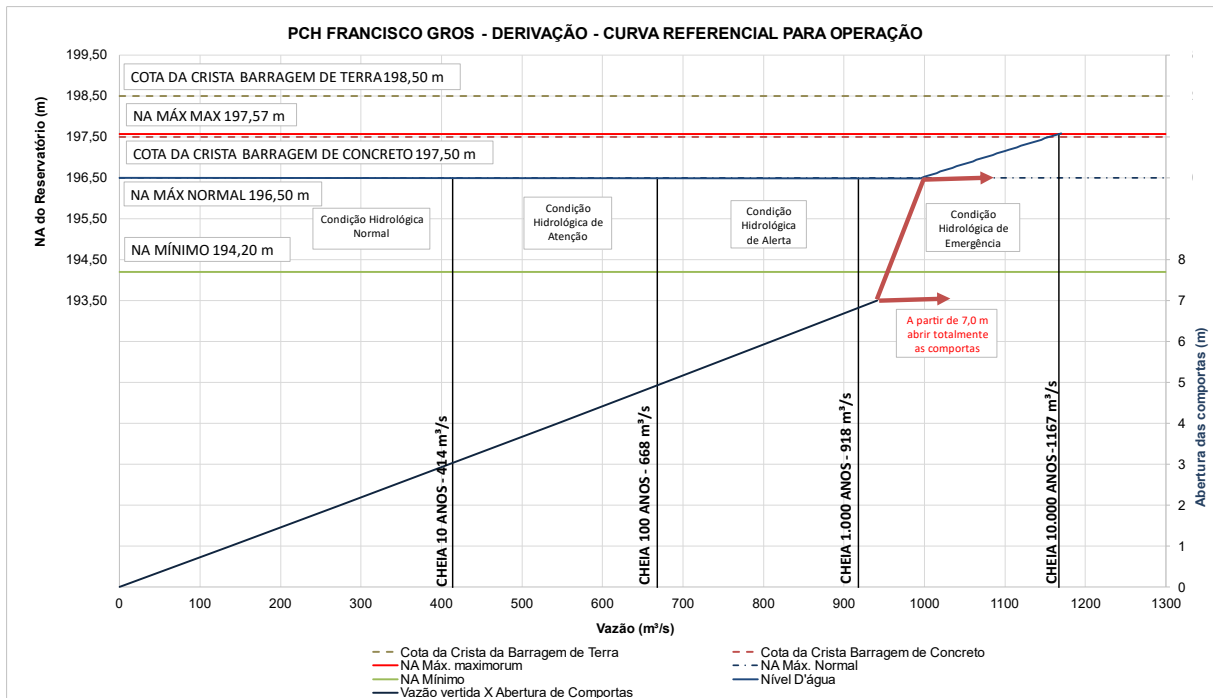


Figura 13 – Curva Referencial para Operação Hidráulica do Reservatório de Derivação.
Fonte: FGR-PSB-22-001_R00 (Enemax Engenharia e Consultoria Ltda., 2023).

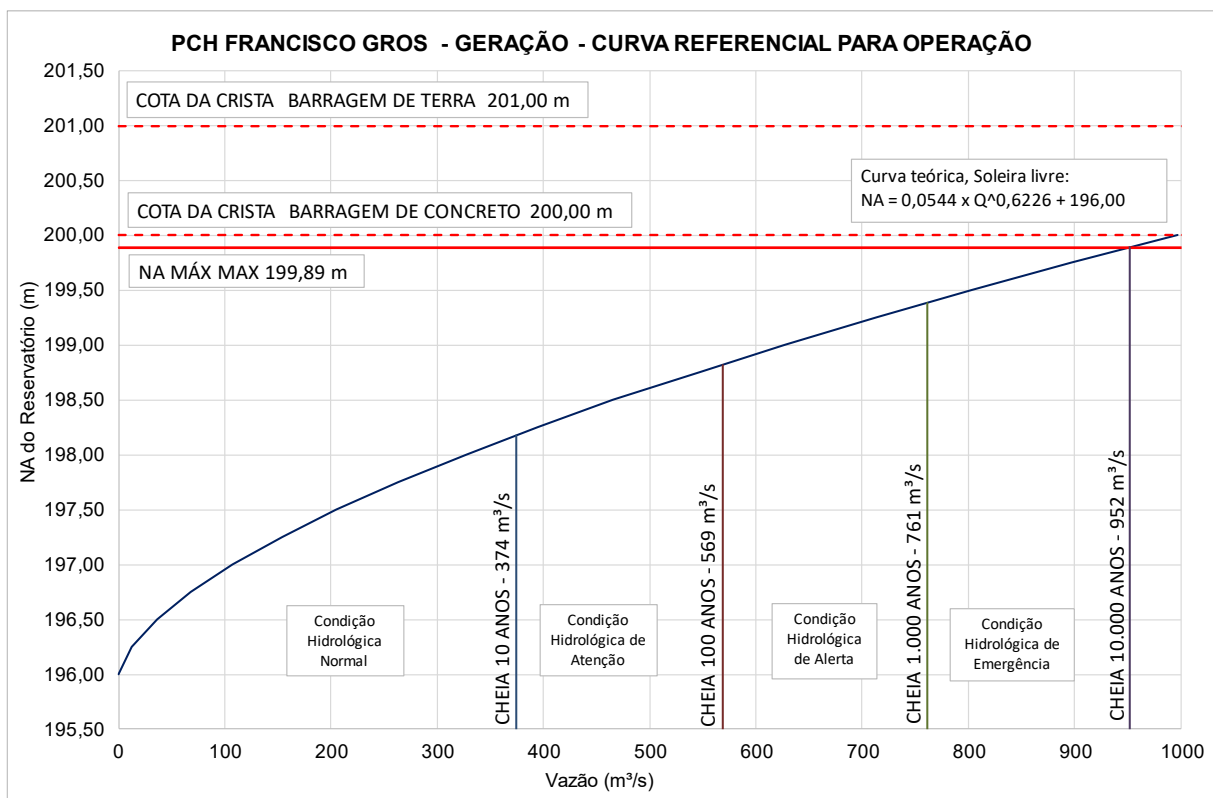


Figura 14 – Curva Referencial para Operação Hidráulica do Reservatório de Geração.
Fonte: FGR-PSB-22-001_R00 (Enemax Engenharia e Consultoria Ltda., 2023).

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

SEÇÃO V – Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a ser empreendida pela Coordenação do PAE é a classificação do nível de resposta correspondente ao nível de segurança da barragem.

Este tópico dispõe das ações a serem tomadas na barragem nas situações identificadas no item anterior, com indicação dos respectivos responsáveis pelas ações, uma vez identificado o nível de resposta correspondente à situação.

O **Apêndice 5 – Respostas a Possíveis Ocorrências** apresenta procedimentos preventivos e corretivos e as ações de resposta face às possíveis ocorrências nas estruturas e condições potenciais de ruptura do barramento.

Na ocorrência de incidentes e/ou acidentes decorrentes de abalos sísmicos, possíveis deslizamentos a montante e enchentes, as ações de resposta a serem tomadas a fim de estabilizar a situação estão apresentadas no **Apêndice 6 – Situações de emergência que podem acarretar diretamente a ruptura da barragem**.

1. Níveis de Segurança da Barragem

1.1. Nível Normal

O nível NORMAL corresponde ao cenário onde não existem anomalias ou quando é detectada uma anomalia ou evento para a barragem que não põe em risco a sua segurança estrutural, nem dos seus órgãos extravasores, configurando uma situação NORMAL de rotina, onde não há necessidade de intervenções imediatas.

Na situação NORMAL, entende-se que a usina se encontra em seu dia a dia típico, sendo que as informações são transmitidas mediante comunicados dos operadores/engenheiros/gestores de operação e manutenção.

No nível de resposta NORMAL, caso identificada uma anomalia, as principais ações desencadeadas pelos envolvidos da Coordenação do PAE são:

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

- Criar um grupo de comunicação para avaliação da ocorrência contendo a equipe técnica dos times envolvidos;
- Realizar uma inspeção visual e registros das anomalias;
- Analisar o comportamento geral das estruturas;
- Monitorar a situação, registrando todas as ações adotadas na resolução do problema;
- Implementar medidas preventivas e corretivas, se necessário.

1.2. Nível de Atenção

O nível de atenção do processo de gestão de emergência corresponde a situações que impõem um estado de ATENÇÃO à estrutura, com possibilidade de comprometimento da segurança da barragem. Neste cenário, as anomalias identificadas não representam riscos à segurança a curto prazo, mas demandam monitoramento, controle ou reparo no decurso do tempo.

Detectada a anomalia e classificada a situação como sendo de ATENÇÃO, a coordenação do PAE deve declarar situação de ATENÇÃO e oficializar a declaração mediante ao preenchimento do **Formulário de Mensagem de Notificação**, contido no Apêndice 7 – **Formulário de Mensagem de Notificação**, e transmissão da mensagem de alteração do Nível de Segurança para todos os envolvidos no nível de atenção.

Inicialmente é feito o comunicado interno pelo Centro de Operação de Sistema (COS) para a Diretoria de Operações Estratégicas que conta com todas as equipes do O&M da usina, assim como notificados os empreendimentos a jusante e os Órgãos de Proteção e Defesa Civil, também pelo COS, e a agência fiscalizadora, ANEEL, pelo time de Segurança de Barragens.

Outros órgãos como INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), CEMADEN (Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e, também, barragens a montante, podem ser contatados com vistas à obtenção de informações de domínio hidrometeorológico.

1.3. Níveis de Alerta e de Emergência

O nível de ALERTA do processo de gestão de emergência corresponde a situações que impõem um estado de ALERTA geral na estrutura, caracterizado por

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	--	-------------------------------

ocorrências que representam riscos à segurança da barragem, exigindo providências imediatas para prevenção e mitigação das condições de segurança. Já no nível de emergência, a ruptura é iminente, já é visível ou a anomalia identificada constitui uma realidade de EMERGÊNCIA a curto prazo, ou ainda, a condição hidrológica do rio Santa Maria da Vitória entrou em situação de emergência.

Detectada uma situação de ALERTA, a coordenação do PAE deve declarar o estado de ALERTA formalmente, via **Formulário de Mensagem de Notificação**, informando às entidades envolvidas sobre o novo nível de segurança do barramento (Órgãos de Proteção e Defesa Civil e ANEEL). A notificação para o nível de ALERTA deve ser realizada para que os órgãos de proteção e defesa civil e a população fiquem em estado de **prontidão** para uma possível evacuação. O COS ainda atualiza o comunicado interno e reforça a notificação aos empreendimentos de jusante. Ressalta-se que nesse nível todos os gerentes da diretoria de Operações Estratégicas estão envolvidos com o monitoramento e tomada de decisões, assim como o Comitê de Crise é instaurado e comunicado sobre a situação, passando a acompanhar sua evolução.

Agravada a situação, após análise e avaliação do Comitê de Crise, deve-se declarar o estado de EMERGÊNCIA e executar as ações previstas no PAE, para que seja acionado o sistema de alerta e iniciada a **evacuação**. A notificação sobre a alteração do nível deve ser feita às entidades envolvidas nos níveis de resposta de emergência explicitadas no fluxograma de notificação em situação de emergência (Figura 18 e Figura 19). Para protocolo e encaminhamento da alteração da situação do pode-se utilizar o **Formulário de Mensagem de Notificação**.

Face à situação de EMERGÊNCIA, o Comandante do Incidente do Comitê de Crise deve preencher o **Formulário de Declaração de Início de Emergência**, conforme modelo disponibilizado no **Apêndice 8** – Formulário de Declaração de Início de Emergência.

Os responsáveis do Centro de Operação do Sistema (COS) recebem a autorização do Comandante do Incidente do Comitê de Crise para acionar o sistema de alerta, de forma a alertar, além das áreas internas da empresa, a população na ZAS, os empreendimentos a montante e jusante, quando houver, e os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), com o auxílio

dos times de Comunicação e Segurança de Barragens, que ainda notificam a entidade fiscalizadora (ANEEL).

2. Fluxograma de Ações do PAE

A partir da identificação e classificação das anomalias e situações de emergência, as ações previstas neste plano deverão seguir o fluxograma da Figura 15, utilizando-se dos quadros e apêndices para realização dos procedimentos adequados.

Após a classificação de cada situação, deverão ser acionados os fluxos de comunicação e realizadas as ações de resposta. Com o avanço das atividades de recuperação, o coordenador deve analisar novamente o caso, alterando o nível de segurança conforme evolução da situação.

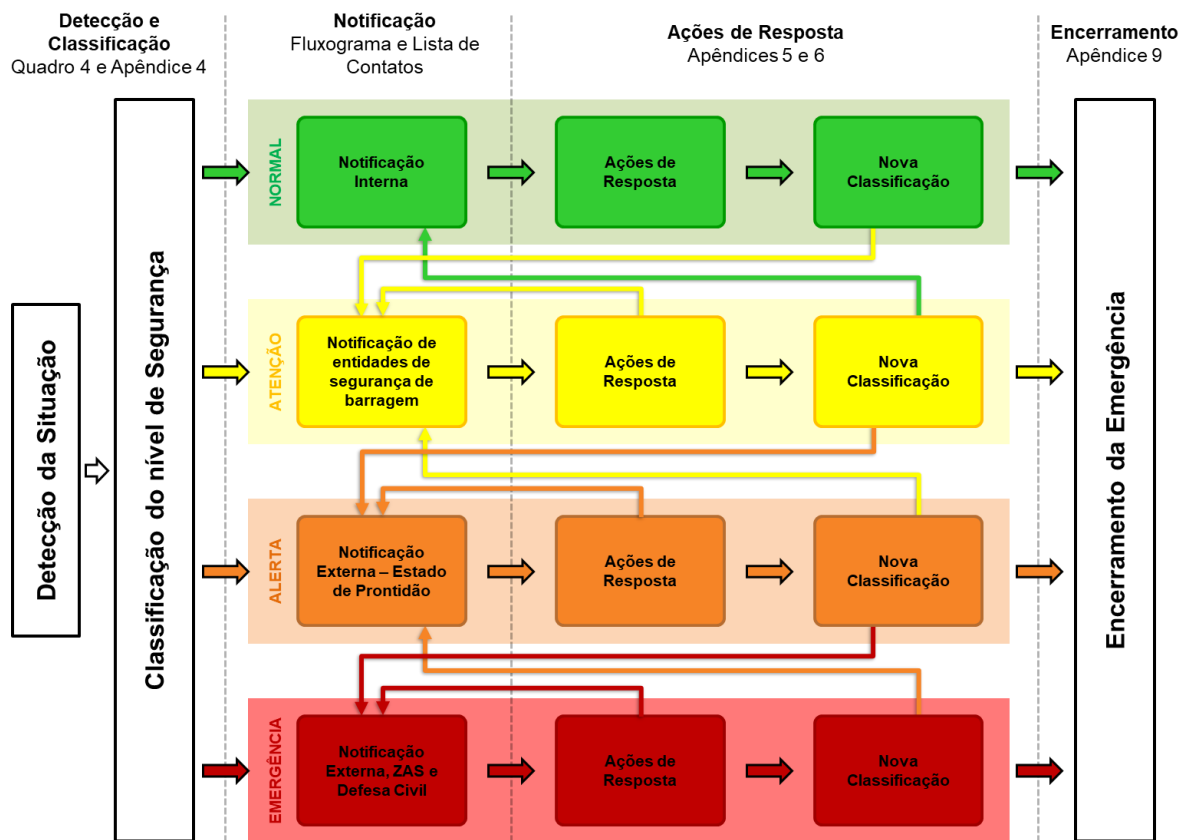


Figura 15 - Fluxograma de Ações do PAE

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

3. Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais do PAE

O sistema de monitoramento aborda as orientações para o monitoramento e controle de estabilidade da barragem, com o objetivo de apresentar de maneira esquemática as eventuais ocorrências detectáveis, conjuntamente aos apontamentos da instrumentação e inspeções rotineiras, integrando o sistema de monitoramento aos procedimentos emergenciais de ação e resposta ao PAE.

A PCH Francisco Gros estabelece uma rotina de acompanhamento de suas estruturas por meio da realização de inspeções visuais periódicas (inspeções rotineiras mensais e inspeções regulares anuais) e por instrumentos de auscultação civil, os quais permitem a identificação de possíveis anomalias/ocorrências que possam causar algum risco estrutural. O Manual de Inspeção e Instrumentação da PCH Francisco Gros (FGR-MII-22-001) detalha as atividades a serem realizadas no exercício do monitoramento.

Para a gestão da emergência, considera-se a convenção do nível de segurança, conforme estabelecido na Seção IV, utilizada para classificar em ordem de importância as situações que podem comprometer a segurança da barragem e ocupações a jusante, gerando um processo de emergência.

O fluxograma da Figura 16 ilustra a sequência de ações internas do empreendimento para integração das rotinas de monitoramento e controle aos procedimentos emergenciais, levando em consideração os níveis de segurança estabelecidos na Resolução Normativa nº 1.064/2023 da ANEEL.

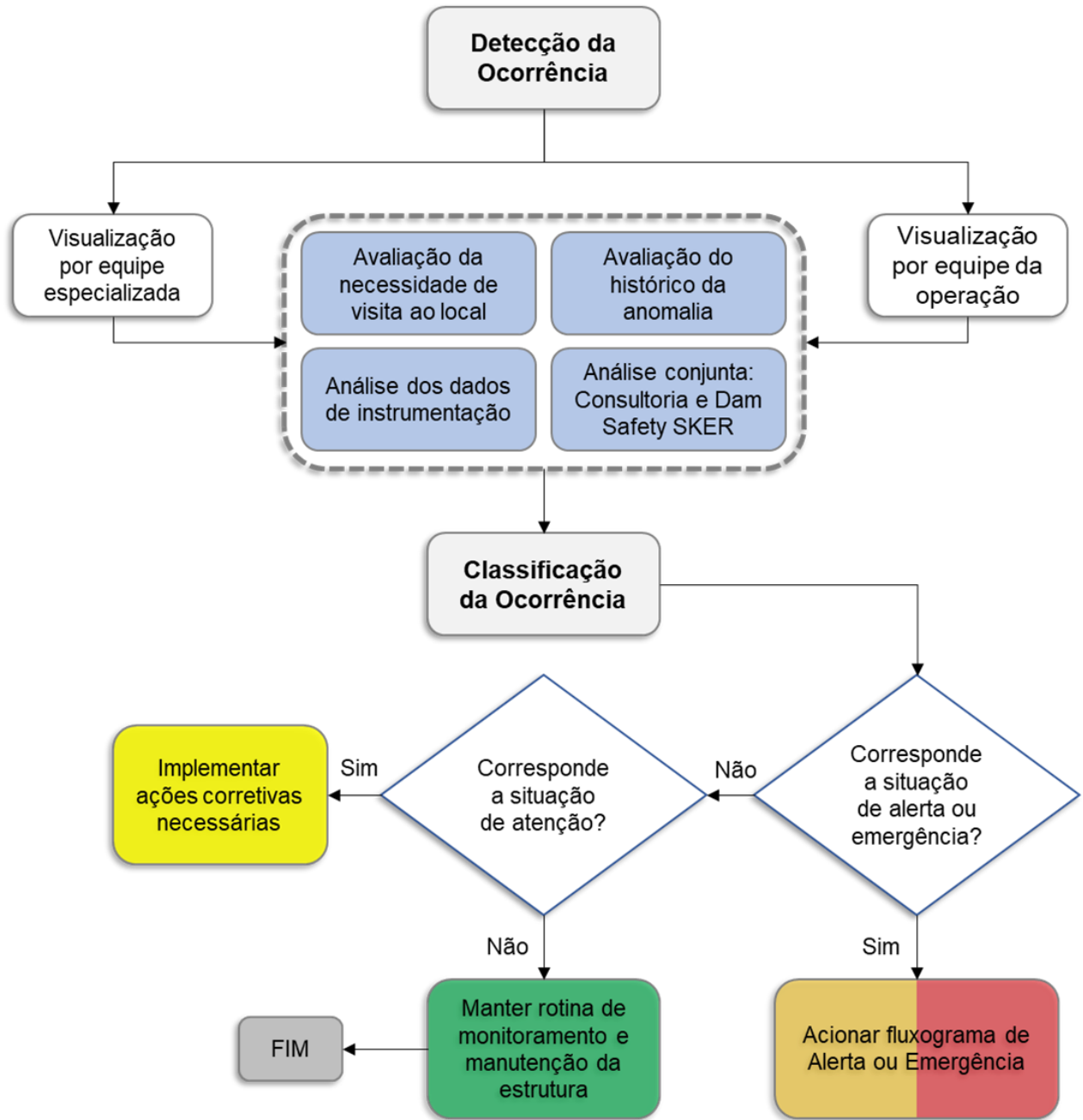


Figura 16 - Fluxograma para integração do Sistema de Monitoramento e Estabilidade aos procedimentos emergenciais.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

4. Medidas específicas de resgate e redução de danos

4.1. Resgate de Atingidos (pessoas e animais)

Este planejamento visa, por meio da articulação entre o empreendedor com os poderes públicos, estabelecer as medidas específicas para resgatar atingidos (pessoas e animais).

De acordo com o estabelecido pela Lei nº 12.608/2012, a Defesa Civil executa a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) em seu âmbito territorial. Nesta lei, estão preconizadas, em seu Art. 8º, as competências do órgão de Defesa Civil em cenários de desastre, como, por exemplo, organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre.

Cabe ressaltar que há presença permanente de pessoas e animais no vale a jusante da PCH Francisco Gros, na ZAS, na zona rural do distrito de Rive, no município de Alegre, ES. Desta forma, os planos de contingência (PLANCON) das prefeituras e defesas civis devem prever ações de preservação, resgate e salvaguarda dos animais de produção, domésticos e pessoas atingidas.

4.2. Mitigação de Impactos Ambientais

Como medidas mitigadoras de impacto ambiental, considerando os aspectos ambientais, seus efeitos e impactos prováveis face ao eventual cenário emergencial envolvendo as estruturas do barramento da PCH Francisco Gros, o empreendedor se dispõe a realizar as seguintes medidas específicas – de acordo com o cenário identificado e quando cabível:

- Manutenção e recuperação da mata ciliar e de APP;
- Recuperação das áreas degradadas;
- Controle de processos erosivos;
- Monitoramento limnológico e de qualidade da água;
- Monitoramento da ictiofauna;
- Verificação da alteração da dinâmica hídrica do rio; e
- Monitoramento das vazões.

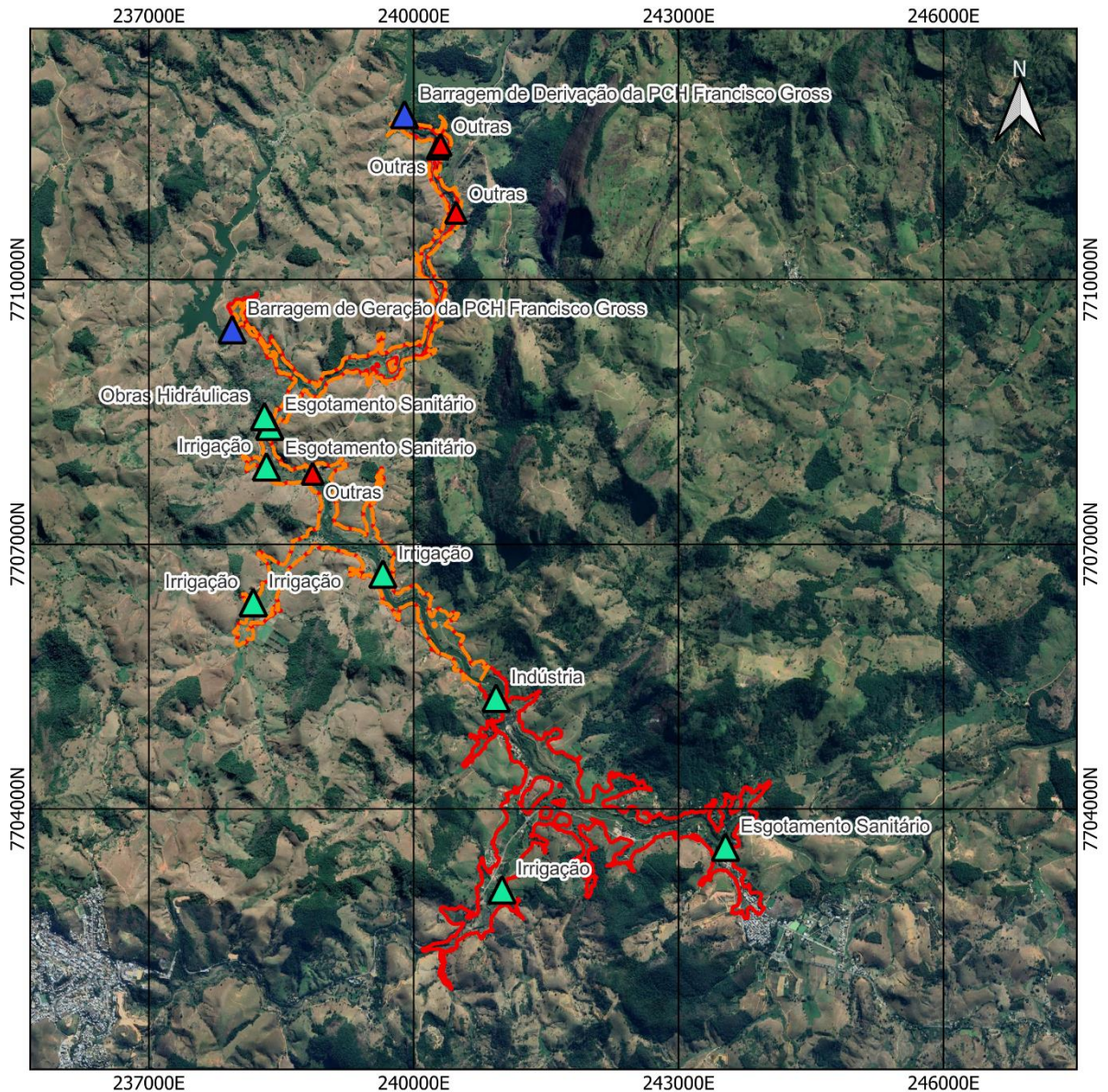
 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

4.3. Abastecimento de água potável

Cabe ao Poder Público, como medida emergencial de restabelecimento de serviços essenciais, no âmbito da PNPDEC, promover a retomada e continuidade da prestação de serviços de abastecimento de água potável à população atingida (art. 2º, V, do Decreto 10.593/20).

Conforme Outorga da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em parceria com a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh), não há sistema de abastecimento de grande porte no trecho que compreende a ZAS da PCH Francisco Gros. A informação está disponível na plataforma online GEOIEMA, desenvolvida pela Coordenação de Geomática, Inovação Tecnológica e Informações Ambientais (CGEO) do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA).

Cabe ressaltar que não há pontos de abastecimento de água potável a jusante da PCH Francisco Gros. A **Figura 17** apresenta a localização das estações de captação de água localizadas próximas a região da ZAS da PCH Francisco Gros, conforme Outorga ANA\AGERH (2023).



Legenda	
Uso de Recursos Hídricos	
▲ Barragem de Derivação da PCH Francisco Gros	▲ Outorgado
▲ Barragem de Geração da PCH Francisco Gros	▭ ZAS Barragem de Geração
▲ Uso Insignificante	▭ ZAS Barragem de Derivação



ELABORAÇÃO 	FONTES Outorga de uso de recursos hídricos (ANA/agerh, 2023); Imagens (Google Satélite).		
CONTRATANTE 	Título: Uso dos recursos hídricos na região a jusante da PCH Francisco Gros	Projeção UTM SIRGAS 2000, 24S (EPSG: 31984)	ESCALA 1:60000

Figura 17 – Mapa de uso de recursos hídricos na região de jusante da PCH Francisco Gros.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

4.4. Salvaguarda do Patrimônio Cultural

Face ao cenário emergencial envolvendo a Barragem da PCH Francisco Gros, caso haja bens de patrimônio cultural localizados nas regiões atingidas pela mancha de inundação proveniente do hipotético rompimento da barragem, o empreendedor atuará juntamente ao poder público para salvaguardar estes bens. Cabe ressaltar que não foram identificados patrimônios históricos ou culturais tombados na região.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

SEÇÃO VI – Procedimentos de Notificação e Alerta

1. Plano de Comunicação

Como o acesso a barragem da PCH Francisco Gros é restrito, as pessoas que podem frequentar a área do barramento são a própria equipe de planta, a equipe de conservação e terceiros (consultoria de segurança de barragens e outros possíveis serviços), que geralmente estão acompanhados por técnicos da planta. Assim, quando uma situação anômala for detectada na PCH Francisco Gros, a pessoa que fez tal constatação deve procurar imediatamente a equipe de planta local.

A equipe de planta então deve fazer uma avaliação prévia da situação e entrar em contato com a Coordenação do PAE, por meio do operador do **Centro Operacional (COS)**, o **Coordenador Regional da Manutenção** e o **time de Segurança de Barragens**, por um dos métodos:

- Teams;
- Telefone COS: **(48) 3877-7117 / (48) 3877-7154 / (48) 9 9126-4365**;
- Telefone Coordenador Regional:
 - Gustavo Matosinhos – **(27) 9 9879-3949**;
- Telefone time Segurança de Barragens:
 - Escritório – **(48) 3877-2514**;
 - Marcela Jeiss – **(41) 9 9131-1006**;
 - Arthur Andreetta – **(48) 9 9148-7143**.

Ao receber as informações referentes a anomalia, a pessoa que recebeu o comunicado deve instaurar o grupo de comunicação da equipe técnica da Coordenação do PAE para avaliarem a situação em conjunto, e identificarem qual o nível de segurança da anomalia encontrada.

Após conhecimento pleno e avaliação da anomalia pela **Coordenação do PAE**, de acordo com sua situação, deve seguir o processo de comunicação de acordo com o nível em questão.

Os contatos com as entidades externas: Órgãos de Proteção e Defesa Civil e empreendimentos relacionados (montante e jusante), caso necessário, devem ser

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	--	-------------------------------

realizados via grupo de aplicativos de mensagens instantâneas, por telefone e via e-mail. Já as prefeituras devem ser comunicadas formalmente através de cartas oficiais via e-mail e por telefone, para situação de emergência.

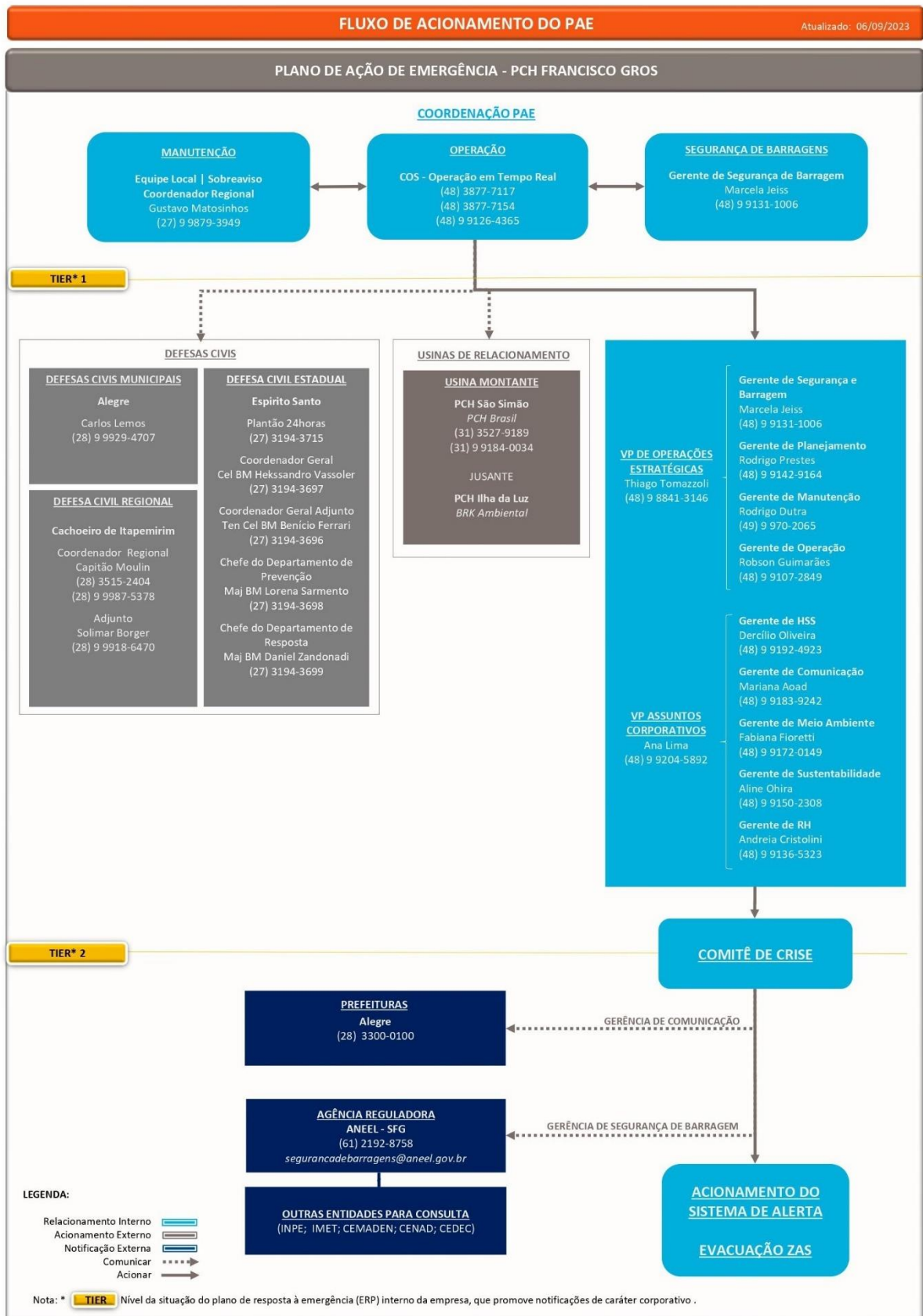
Os comunicados internos seguem via teams, e-mail, grupo de aplicativos de mensagens instantâneas e via telefone, se necessário.

Confirmada a situação de emergência, deve-se proceder conforme o Fluxograma de Acionamento disposto na **Figura 18**, cujos contatos externos estão detalhados na **Figura 19**, conforme estabelecido neste Plano de Comunicação e a evacuação no vale a jusante deve ser iniciada de imediato, de acordo com os procedimentos programados:

- 1. Notificar todos os trabalhadores no empreendimento sobre a possibilidade de rompimento e alertar para uma evacuação;**
- 2. Contatar barragens a jusante;**
- 3. Providenciar o acionamento do sistema de alerta previsto no PAE;**
- 4. Notificar as autoridades locais (Defesa Civil, Prefeitura, Polícia, Corpo de Bombeiros e Órgão Ambiental);**
- 5. Notificar a ANEEL e demais Órgãos Regulamentadores, seguindo os procedimentos recomendados.**

O Quadro 7 e o Quadro 8 apresentam os números de telefone dos envolvidos no Plano de Comunicação, com a indicação do enquadramento destes em cada nível de segurança.

Encerrada a situação de emergência, o Comandante do Incidente do Comitê de Crise deverá preencher o **Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência (Apêndice 9 – Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência)** e enviá-lo às entidades envolvidas no fluxograma de notificação.



PREFEITURAS
Alegre
(28) 3300-0100

AGÊNCIA REGULADORA
ANEEL - SFG
(61) 2192-8758
segurancadebarragens@aneel.gov.br

OUTRAS ENTIDADES PARA CONSULTA
(INPE; IMET; CEMADEN; CENAD; CEDEC)

GERÊNCIA DE COMUNICAÇÃO

GERÊNCIA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

COMITÊ DE CRISE

ACIONAMENTO DO SISTEMA DE ALERTA

EVACUAÇÃO ZAS

Figura 18 – Fluxograma de acionamento do PAE, 2023.

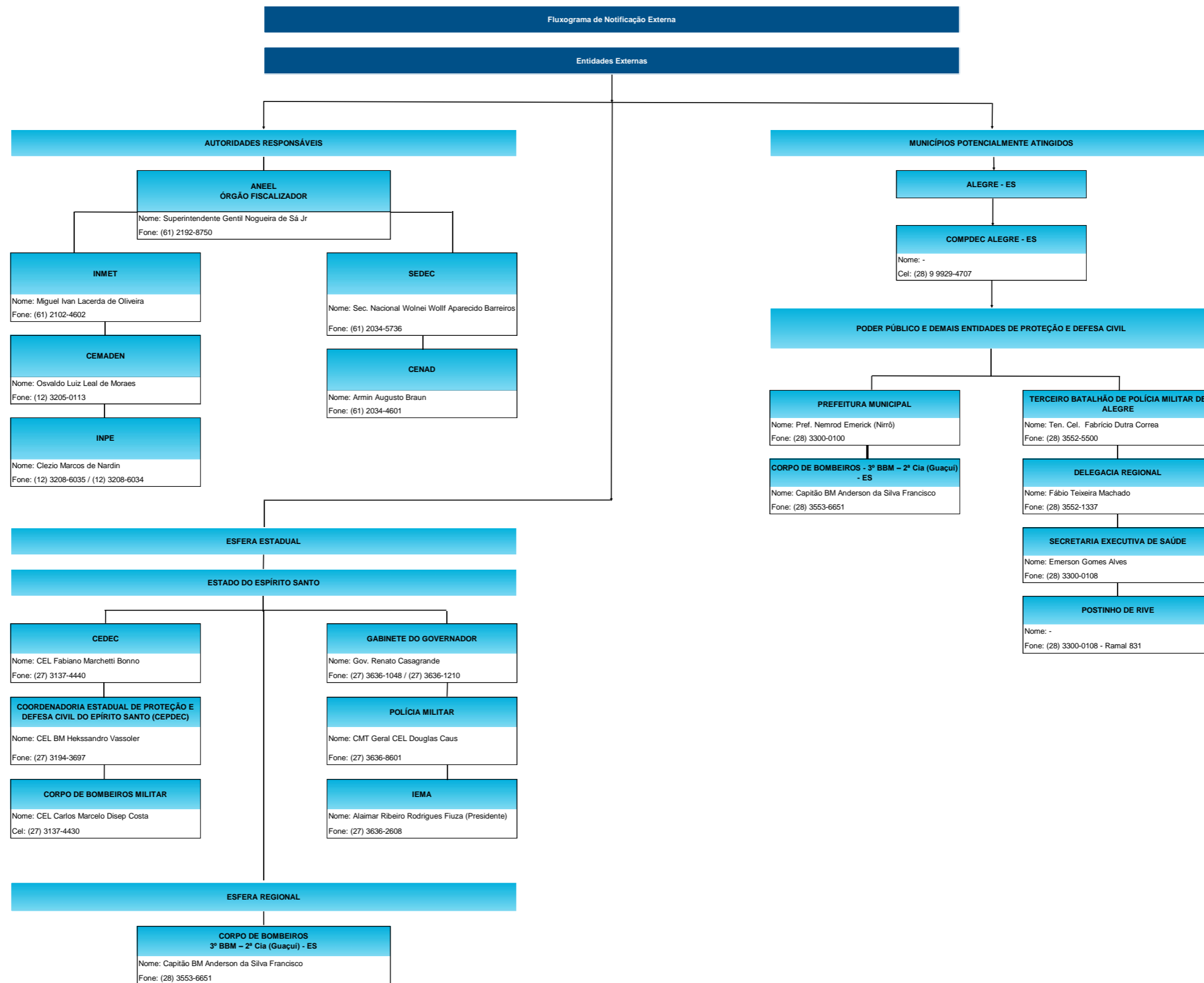


Figura 19 – Fluxograma de notificação do PAE, 2023.

2. CONTATOS EMERGENCIAIS E FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO

Quadro 7 - Lista de Notificação Interna

LISTA DE NOTIFICAÇÃO INTERNA – PCH FRANCISCO GROS		
CARGO	NOME	TELEFONE TRABALHO/ CELULAR/E-MAIL
COS	-	(49) 99126-4365 (48) 3877-7154 (48) 3877-7117
Gerente Segurança de Barragens	Marcela Jeiss	(48) 9 9131-1006 marcela.jeiss@statkraft.com
Gerente Operação	Robson Guimarães da Silva	(48) 9 9107-2849 robson.guimaraes@statkraft.com
Gerente Manutenção	Rodrigo Dutra	(54) 9 9970-2065 rodrigo.dutra@statkraft.com
Coordenador Regional	Gustavo Matosinhos	(27) 9 9879-3949 gustavo.matosinhos@statkraft.com
Eng. Manutenção	Marcel Giannotti	(16) 9 9741-2683 marcel.giannotti@statkraft.com
Eng. Manutenção	Felipe Augusto Cima	(22) 9 8179-1838 felipeaugusto.cima@statkraft.com
Técnico Manutenção	Júlio Santos	(49) 9 8844-2853 julio.santos@statkraft.com
Técnico Manutenção	Paulo Henrique Andrade	(27) 9 9516-4234 paulohenrique.andrade@statkraft.com
Técnico Manutenção	Eneias Dias	(67) 9 8434-4323 eneias.dias@statkraft.com
Técnico Manutenção	Marcos Netto	(27) 9 9890-6095 marcos.netto@statkraft.com
Técnico Manutenção	Cristiano Rangel	(28) 9 9902-2762 cristiano.rangel@statkraft.com
Técnico Manutenção	Matheus Rodrigues	(65) 9 9961-7770 matheus.rodrigues@statkraft.com
Técnico Manutenção	João Carlos Vidigal	(28) 9 9994-2314 joaocarlos.vidigal@statkraft.com
Técnico Manutenção	Devandro Camargo	(27) 9 9801-9647 devandro.camargo@statkraft.com
Técnico Manutenção	Leandro Conceição	(27) 9 9999-1866 leandro.conceicao@statkraft.com
Técnico Manutenção	Ubirajara Paixão	ubirajara.paixao@statkraft.com
Técnico Manutenção	Josetel Ratunde	(28) 9 9950-9471 josetel.ratunde@statkraft.com
Técnico Manutenção	Celio Santos	(27) 9 9801-9632 celio.santos@statkraft.com
Técnico Manutenção	Ronaldo Arantes	(22) 9 9901-4177 ronaldo.arantes@statkraft.com

Técnico Manutenção	Victor Carvalho	victor.carvalho@statkraft.com
Técnico Manutenção	Marcelo Moraes	marcelo.moraes@statkraft.com
VP Operações Estratégicas	Thiago Tomazzoli	(48) 9 8841-3146 thiago.tomazzoli@statkraft.com

GESTÃO O&M			
Nome	Função	E-mail	Telefone
Thiago Tomazzoli	VP Operações Estratégicas	thiago.tomazzoli@statkraft.com	(48) 9 8841-3146
Ewerton Carneiro	Diretor de Ativos	ewerton.carneiro@statkraft.com	(48) 9 9183-0302
Alexandre Murakami	Diretor O&M	alexandre.murakami@statkraft.com	(48) 9 9152-3416
Rodrigo Dutra	Gerente Manutenção Hidro	rodrigo.dutra@statkraft.com	(54) 9 9970-2065
Glauber Wandscheer	Coordenador Regional Sul	glauber.wandscheer@statkraft.com	(54) 9 9607-9806
Gustavo Matosinhos	Coordenador Regional SE	gustavo.matosinhos@statkraft.com	(27) 9 9879-3949
Elton Alves de Alvarenga	Supervisor SE	elton.alvarenga@statkraft.com	(28) 9 9944-1064
Alexandre Shyu	Gerente Engenharia	alexandre.shyu@statkraft.com	(48) 9 9153-9719
Douglas Pichetti	Especialista em Engenharia Civil	douglas.pichetti@statkraft.com	(48) 9 9952-1720
Lucas Freitas	Gerente PMO	lucas.freitas@statkraft.com	(28) 9 9991-3411
Charles Ribeiro	Engenheiro de PMO	charles.ribeiro@statkraft.com	(48) 9 8466-9526
Robson Guimarães	Gerente de Operação	robson.guimaraes@statkraft.com	(48) 9 9107-2849
Bruno Botelho	Especialista COS	bruno.botelho@statkraft.com	(48) 9 9992-2798
Lucas Nunes	Analista COS	lucas.nunes@statkraft.com	(48) 9 9134-2457
Dercilio Oliveira	Gerente HSS	dercilio.oliveira@statkraft.com	(48) 9 9190-3475
Rodrigo Prestes	Gerente de Planejamento	rodrigo.prestes@statkraft.com	(48) 99179-3060
Adriana Pereira	Especialista Planejamento O&M	adriana.pereira@statkraft.com	(48) 9 8456-2505
Lucas Heckler	Especialista Planejamento & Manutenção	lucas.heckler@statkraft.com	(48) 9 9947-1710
Marcela Jeiss	Gerente Segurança de Barragem	marcela.jeiss@statkraft.com	(48) 9 9131-1006
Arthur Andreetta	Engenheiro de Segurança de Barragens	arthur.andreetta@statkraft.com	(48) 9 9148-7143

SVP			
Nome	Função	E-mail	Telefone
Fernando De Lapuerta	SVP Country Manager	fernando.delapuerta@statkraft.com	(48) 9 9160-9434
Aline Serafini	Secretária	aline.serafini@statkraft.com	(48) 9 9169-6098

SUPORTE			
Nome	Função	E-mail	Telefone
Ana Lima	VP Business Support	ana.lima@statkraft.com	(48) 9 9204-5892
Mariana Aoad	Gerente de Comunicação	mariana.aoad@statkraft.com	(48) 9 9183-9242
Aline Ohira	Gerente de Sustentabilidade	aline.ohira@statkraft.com	(48) 9 9150-2308
Joana Bischoff	Analista de Sustentabilidade	joana.bischoff@statkraft.com	(48) 9 9124-5932
Fabiana Fioretti	Gerente de Meio Ambiente	fabiana.firetti@statkraft.com	(48) 9 9172-0149
Isabela Destefani	Analista de Meio Ambiente	isabela.destefani@statkraft.com	(27) 9 9952-7721
Lucas Luz	Analista de Meio Ambiente	lucas.luz@statkraft.com	(48) 9 9141-2046
Andreia Cristofolini	Gerente de RH	andreia.cristofolini@statkraft.com	(48) 9 9136-5323
Andrei Almeida	Especialista Business Partner RH	andrei.almeida@statkraft.com	(48) 9 8835-7764
Eraldo Almeida	Gerente de HSSE	eraldo.almeida@statkraft.com	(48) 9 9192-4923
Leticia Schott	Analista de HSSE	leticia.schott@statkraft.com	(48) 9 8864-1923

REGIONAL SUL				
Município	Nome	Função	E-mail	Telefone
Nonoai	Glauber Wandscheer	Coordenador Regional Sul	glauber.wandscheer@statkraft.com	(54) 9 9607-9806
Barracão	Sidnei Stankiewicz	Eng. Manutenção Sr.	sidnei.stankiewicz@statkraft.com	(49) 9 9802-4609
Faxinal dos Guedes	Marlon Bragagnolo	Técnico HSSE	marlon.bragagnolo@statkraft.com	(49) 9 9821-0086
Barracão	Júlio Santos	Técnico Manutenção Sr.	julio.santos@statkraft.com	(49) 9 8844-2853
Barracão	Evertom Santos	Técnico Manutenção	evertom.santos@statkraft.com	(54) 9 9606-9726
Faxinal dos Guedes	Marcelo Arruda	Técnico Manutenção	marcelo.arruda@statkraft.com	
Faxinal dos Guedes	Cassio Zardinello	Técnico Manutenção	cassio.zardinello@statkraft.com	
Nonoai	Tailor Arsego	Técnico Manutenção	tailor.arsego@statkraft.com	

REGIONAL SUL				
Município	Nome	Função	E-mail	Telefone
Nonoai	Alex Barazetti	Técnico Manutenção	alex.barazetti@statkraft.com	(54) 9 9910-2262
Nonoai	Diego Bieseck	Técnico Manutenção	diego.bieseck@statkraft.com	
Nonoai	Douglas Maffi	Técnico Manutenção	douglas.maffi@statkraft.com	
Nonoai	Emerson Stievens de Arruda	Externo - Serviços Gerais	emerson.stievensdearruda@statkraft.com	(54) 9 9660-8744
Nonoai	Daniel Oliveira Pereira	Externo - Serviços Gerais	daniel.oliveirapereira@statkraft.com	(54) 9 9606-9142
Nonoai	Ederson Matte	Externo - Serviços Gerais	ederson.matte@statkraft.com	(49) 9 9924-2568
Nonoai	Exequiel Lima	Externo - Serviços Gerais	ezequiel.lima@statkraft.com	(54) 9 9680-7349
Nonoai	Odacir José Schio	Externo - Serviços Gerais	odacir.joseschio@statkraft.com	(49) 9 9175-5751

Quadro 8 - Lista de Notificação Externa

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA – ENTIDADES		
ENTIDADE/MUNICÍPIO	NOME	TELEFONE TRABALHO/CELULAR/ E-MAIL
Prefeitura Municipal de Alegre - ES	Pref. Nemrod Emerick (Nirrô)	(28) 3300-0100 gabinete@alegre.es.gov.br
Coordenadoria Municipal de proteção e Defesa Civil (COMPDEC) - Alegre - ES	-	(28) 99929-4707 defesacivil@alegre.es.gov.br
Superintendência de Proteção e Defesa Civil de Alegre - ES	Carlos Lemos Barbosa Júnior	(28) 3300-0109 defesacivil@alegre.es.gov.br
Unidade Central de Controle Interno (UCCI)	Controlador Geral do Município Kassio Valadares Amorim	(28) 3300-0110 controladoria@alegre.es.gov.br
Terceiro Batalhão de Polícia Militar de Alegre - ES	Tem. Cel. Fabício Dutra Correa	(28) 3552-5500
6ª Delegacia Regional (Alegre)	Fábio Teixeira Machado (Delegado Regional Tipo 3)	(28) 3552-1337
Corpo de Bombeiros 3º BBM – 2ª Cia (Guaçuí) - ES	Capitão BM Anderson da Silva Francisco	(28) 3553-6651 2cia.3bbm@bombeiros.es.gov.br
Corpo de Bombeiros Alegre - ES	-	193
SAMU Alegre - ES	-	192
Defesa Civil Alegre - ES	-	199

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA – ENTIDADES		
ENTIDADE/MUNICÍPIO	NOME	TELEFONE TRABALHO/CELULAR/ E-MAIL
CEMADEN	Diretor Oswaldo Luiz Leal de Moraes	(12) 3205-0200 (12) 3205-0201
	Assessora de Comunicação Maria Rosário Orquiza	(12) 3205-0215 (12) 3205-0115 assessoriaimprensa@cemaden.gov.br contato@cemaden.gov.br
ANEEL	Superintendente Gentil Nogueira de Sá Júnior	(61) 2192-8750 gentilsa@aneel.gov.br
INPE	Clezio Marcos De Nardin	(12) 3208-6035 diretor@inpe.br
INMET	Miguel Ivan Lacerda de Oliveira	(61) 2102-4602 diretor.inmet@inmet.gov.br
	Centro de Previsão do Tempo - Distritos de Metereologia	(61) 2102-4700

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA DA USINA		
LOCAL	NOME	TELEFONE
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Superintendente Gentil Nogueira de Sá Júnior	(61) 2192-8750
	Adjunto Rodrigo Cesar Neves Mendonça	(61) 2192-8536
PCH Ilha da Luz BRK Ambiental	PCH Ilha da Luz BRK Ambiental	0800 771 0012
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Diretor Miguel Ivan Lacerda de Oliveira	(61) 2102-4602
	Coordenadora Helenir Trindade de Oliveira	(61) 2102-4614
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Diretor Clezio Marcos de Nardin	(12) 3208-6035
	Coordenador Oswaldo Duarte Miranda	(12) 3208-6049
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)	Diretor Oswaldo Luiz Leal de Moraes	(12) 3205-0113
	Coordenador Rodolfo Modrigais Strauss Nunes	(12) 3205-0111
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)	Diretor Armin Braun	(61) 2034-4601 armin.braun@mdr.gov.br cenad@mdr.gov.br
	Coordenadora Júnia Cristina Ribeiro	(61) 2034-4661 junia.ribeiro@mdr.gov.br

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA DA USINA

LOCAL	NOME	TELEFONE
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)	Plantão 24h (CENAD)	(61) 2034-4600 0800-644-0199
	Secretário Nacional Wolnei Wolf Aparecido Barreiros	(61) 2034-5736 wolnei.wolff@mdr.gov.br
	Chefe de Gabinete Wesley de Almeida Felinto	(61) 2034-5513 wesley.felinto@mdr.gov.br
Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Espírito Santo (CEPDEC)	CEL BM Hekssandro Vassoler (Coordenador Estadual de Proteção e Defesa Civil)	(27) 3194-3697 defesacivil@bombeiros.es.gov.br
	TEN CEL BM Benício Ferrari Junior (Coordenador Estadual Adjunto de Proteção e Defesa Civil)	(27) 3194-3696
Coordenação Estadual de Defesa Civil (CEDEC)	CEL Fabiano Marchetti Bonno	(27) 3137-4440 (27) 3137-4441 defesacivil@cb.es.gov.br
Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo	CEL Carlos Marcelo Disep Costa	(27) 3137-4430 ajudancia@cb.es.gov.br edimilton.aguiar@bombeiros.es.gov.br
Polícia Militar do Estado do Espírito Santo	CMT Geral CEL Douglas Caus	(27) 3636-8601 cmt.geral@pm.es.gov.br
Governador do Espírito Santo	Gov. Renato Casagrande	(27) 3636-1048 (27) 3636-1210
Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)	Diretoria Presidente Alaimar Ribeiro Rodrigues Fiuza	(27) 3636-2608 gabinete@iema.es.gov.br
Superintendência de Proteção e Defesa Civil de Alegre - ES	Carlos Lemos Barbosa Júnior	(28) 3300-0109 defesacivil@alegre.es.gov.br
Coordenadoria Municipal de proteção e Defesa Civil (COMPDEC) - Alegre - ES	-	(28) 99929-4707 defesacivil@alegre.es.gov.br
Alegre - ES		
Prefeitura Municipal de Alegre - ES	Pref. Nemrod Emerick (Nirrô)	(28) 3300-0100 gabinete@alegre.es.gov.br
Superintendência de Proteção e Defesa Civil de Alegre - ES	Carlos Lemos Barbosa Júnior	(28) 3300-0109 defesacivil@alegre.es.gov.br
Unidade Central de Controle Interno (UCCI)	Controlador Geral do Município Kassio Valadares Amorim	(28) 3300-0110 controladoria@alegre.es.gov.br
Terceiro Batalhão de Polícia Militar de Alegre - ES	Ten. Cel. Fabrício Dutra Correa	(28) 3552-5500
6ª Delegacia Regional (Alegre)	Fábio Teixeira Machado (Delegado Regional Tipo 3)	(28) 3552-1337

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA DA USINA

LOCAL	NOME	TELEFONE
Corpo de Bombeiros 3º BBM – 2ª Cia (Guaçuí) - ES	Capitão BM Anderson da Silva Francisco	(28) 3553-6651 2cia.3bbm@bombeiros.es.gov.br
Corpo de Bombeiros Alegre - ES	-	193
SAMU Alegre - ES	-	192
Defesa Civil Alegre - ES	-	199
Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE)	José Gilberto Vial (Diretor Executivo)	(28) 3552-1435 (28) 9 9886-5499 (Plantão 24h)
Secretária Executiva de Saúde	Emerson Gomes Alves	(28) 3300-0108 saude@alegre.es.gov.br
Postinho de Rive	-	(28) 3300-0108 - Ramal 831

SEÇÃO VII – Divulgação, Treinamento e Atualização do PAE

1. Programa de Treinamento e Divulgação

Para que as ações de resposta previstas no Plano de Ação de Emergência atinjam os resultados esperados nas situações de emergência, o plano deve ser divulgado internamente na PCH Francisco Gros, além de ser integrado com outras instituições que poderão atuar conjuntamente na resposta aos acidentes.

Ainda, visando minimizar e controlar os danos potencialmente causados numa eventual situação de ruptura de barragem, especialmente no que tange à preservação da vida, são necessários treinamentos e exercícios simulados, como forma de treinamento para resposta à cenários emergenciais. Desta forma, é possível avaliar as ações de resposta propostas no PAE a nível interno e externo ao empreendimento. Para tanto, é fundamental que o PAE preveja a periodicidade para a realização dos simulados, com intervalo de no máximo 3 anos.

Conforme o Estudo de rompimento da PCH Francisco Gros, a Casa de Força do empreendimento e algumas edificações estão compreendidas na região da Zona de Autossalvamento. Dessa forma, existe população a ser treinada, sendo necessário o treinamento interno dos colaboradores da barragem e da população do vale a jusante. Além disso, o distrito de Rive se encontra no vale a jusante do trecho compreendido nesse estudo, na região da ZSS.

1.1. Treinamento Interno

O objetivo de um exercício de nível interno é testar o sistema de resposta no nível da barragem e avaliar a eficácia dos procedimentos de resposta definidos no PAE. Este exercício serve para verificação e correção da capacidade operacional de resposta e coordenação de ações de acordo com o estabelecido nos planos, nomeadamente, as comunicações e a identificação de competências e de capacidade de mobilização. Assim, é imprescindível a participação dos colaboradores do empreendimento, inclusive a Coordenação do PAE.

Além disso, o treinamento busca testar a resposta a nível interno, ou seja, avalia-se o conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE, a eficácia dos procedimentos internos, o fluxograma de acionamento, a comunicação e cooperação

internas, as atribuições da Coordenação do PAE, do Comitê de Crise e seu Comandante do Incidente e o acionamento do sistema de alerta.

1.2. Programação dos Simulados

O **Quadro 9** apresenta o resumo do conteúdo programático para a realização dos Simulados Internos. Ressalta-se que os assuntos e cargas horárias são ajustáveis de acordo com o objetivo e particularidades do empreendimento. No **Apêndice 10** – Registro dos Treinamentos e Simulados é apresentado o quadro de **Registro dos Treinamentos e Simulados** desenvolvidos, bem como a descrição do caráter da atividade e descrição.

Quadro 9 – Conteúdo dos treinamentos internos

TREINAMENTO INTERNO	
Participantes	Defesas Civas, Empreendedor, Coordenação do PAE, Equipe de Planta.
Conteúdo programático	Inspeção do Local de Realização do Simulado
	Reunião de Alinhamento com entidades e demais participantes
	Exercício Simulado com evacuação dos participantes
	Encerramento e análise dos resultados do treinamento

Ainda, no **Apêndice 11** – Registro de Reuniões está o quadro de **Registro de Reuniões**, que contempla o tipo de atividade, participantes e data de realização de todas as reuniões realizadas referentes ao documento PAE.

SEÇÃO VIII – Síntese do Estudo de Inundação e Respective Mapas

O estudo de modelagem hidráulica da PCH Francisco Gros foi realizado com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, onde foram gerados os mapas de inundação associados à cartografia da região. Os mapas indicam, em uma forma simples e em escala adequada, os locais importantes situados nas zonas de inundação.

Segundo ANEEL (2023), o pior cenário de ruptura da barragem deve considerar o maior impacto entre a área atingida pela inundação incremental de rompimento em cenário de cheia natural histórica, considerada para o presente estudo como a vazão decamilenar, equivalente à vazão de projeto das estruturas do vertedouro, e a área atingida por inundação proveniente de rompimento em dia seco, independente de cheia natural.

Assim, os mapas apresentados neste documento contemplam os cenários de ruptura hipotética das barragens de Derivação e de Geração da PCH Francisco Gros, sob diversas condições de operação, com diferentes vazões afluentes, variando de QMLT até um Tempo de Retorno (TR) igual a 10.000 anos.

A simulação hidrodinâmica utilizou um modelo digital de terreno proveniente do levantamento topográfico de alta precisão realizado em 2022 pela empresa SAI Brasil. O levantamento apresentou curvas de 10 cm em 10 cm, com trecho desde o reservatório da barragem de Derivação até 55 km a jusante e, por fim, o MDT foi integrado às seções topobatimétricas levantadas pela empresa Matrix Engenharia e Topografia, em 2020 e 2022.

Conforme apresentado no Estudo de Rompimento da PCH Francisco Gros, devido ao significativo volume do reservatório da PCH Francisco Gros, as vazões de ruptura imporiam um alto risco para o vale a jusante, justificando, então o uso do limite em 10 km.

O detalhamento do estudo de ruptura hipotética da PCH Francisco Gros, elaborado pela Enemax Engenharia e Consultoria Ltda. em 2023, está apresentado no **Apêndice 14** – Síntese do Estudo de Ruptura.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

1. Descrição da Zona de Autossalvamento – ZAS

A Zona de Autossalvamento (ZAS) é a região a jusante da barragem que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de emergência. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA sugere adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos. Devido ao significativo volume dos reservatórios da PCH Francisco Gros, as vazões de ruptura imporiam um alto risco para o vale a jusante, justificando, então, o uso do limite em 10 km.

Para a delimitação mais detalhada da região da ZAS, foi utilizada a mancha de inundação previamente modelada para o barramento da PCH Francisco Gros. Assim, a partir do MDT gerado pelo levantamento de alta precisão, aliado à mancha de inundação modelada, foi identificada a Casa de Força da barragem de Geração e algumas poucas edificações na ZAS, que são impactadas pela mancha.

No caso da PCH Francisco Gros, foram encontrados pontos de interesse correspondentes a lugares sensíveis e/ou com concentração de pessoas na Zona de Autossalvamento, tendo em vista que o distrito de Rive se encontra a jusante, no vale de propagação da mancha.

2. Descrição das Zonas de Segurança Secundária – ZSS

A Zona de Segurança Secundária (ZSS) é a área limitada geograficamente situada a jusante da barragem não definida como ZAS e que pode vir a ser atingida caso haja uma ruptura das estruturas.

A extensão dessa área corresponde ao comprimento do trecho percorrido pelo material extravasado fora da calha do rio ou da drenagem natural existente a jusante da barragem.

Onde houver ocupação humana, é necessário existir um planejamento para a realização de uma evacuação emergencial da área, visando a preservação da vida nestes locais. Este planejamento deve ser feito por meio de um Plano de Contingência Municipal (PLANCON), cuja elaboração cabe aos organismos de Proteção e Defesa Civil.

Nos estudos de rompimento das barragens de Derivação e de Geração da PCH Francisco Gros foram identificadas edificações e infraestruturas na ZSS para todos os cenários de ruptura. A maior concentração de edificações na mancha de inundação ocorreu a cerca de 13 km de distância da Barragem de Derivação de Francisco Gros, após 8 km da confluência entre os rios Braço Norte Esquerdo e Braço Norte Direito.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

SEÇÃO IX – Encerramento das Operações

Uma vez que as condições indiquem que não existe mais uma situação de emergência na instalação, a partir da declaração do Comitê de Crise e da Coordenação do PAE de que a crise passou, as operações de emergência são finalizadas.

Encerradas as ações emergenciais de resposta, deve-se desmobilizar pessoal, equipamentos e materiais empregados e realizar a comunicação de encerramento através do **Apêndice 9 – Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência**.

É recomendado ao empreendedor a elaboração de um Relatório de Encerramento de Emergência a ser entregue a ANEEL em um prazo de até 60 dias após o encerramento da operação de emergência e será realizada uma Inspeção de Segurança Especial, conforme preconizado no Art. 11 da resolução nº 1.064/2023 da ANEEL.

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

SEÇÃO X – Aprovação do PAE

Quaisquer mudanças nas informações contidas nesse plano deverão ser informadas a Coordenação do PAE para atualização. A **ART de Responsabilidade Técnica da PCH Francisco Gros** encontra-se no Apêndice 12 – ART de Responsabilidade Técnica da PCH e a de **atualização** do presente documento, no Apêndice 13 – ART de Atualização do PAE.

Aprovação do PAE:

Responsável Técnico

Marcela Jeiss

Diretor Presidente

Fernando De Lapuerta Montoya


Glossário

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e Saneamento Básico
CEDEC	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
COMDEC	Coordenadoria Municipal da Defesa Civil
CREPDEC	Coordenadorias Regionais de Proteção e Defesa Civil
E	Este
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
N	Norte
NA	Nível d'água
PAE	Plano de Ação de Emergência
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PLANCON	Plano de Contingência Municipal
PSB	Plano de Segurança da Barragem
REDEC	Regional de Defesa Civil
S	Sul
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
ZAS	Zona de Autossalvamento
ZSS	Zona de Segurança Secundária
W	Oeste

Apêndices

- APÊNDICE 1 - Ficha Técnica da Barragem
- APÊNDICE 2 - Classificação da Barragem
- APÊNDICE 3 - Modelo de Termo de Recebimento de Documentos
- APÊNDICE 4 - Procedimentos de Identificação das Ocorrências
- APÊNDICE 5 - Resposta a Possíveis Ocorrências
- APÊNDICE 6 - Situações de Emergências Provocadas por Acidentes na Barragem
- APÊNDICE 7 - Formulário de Mensagem de Notificação
- APÊNDICE 8 - Formulário de Declaração de Início de Emergência
- APÊNDICE 9 - Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência
- APÊNDICE 10 - Registro dos Treinamentos e Simulados
- APÊNDICE 11 - Registro de Reuniões
- APÊNDICE 12 - ART de Responsabilidade Técnica da PCH Francisco Gros
- APÊNDICE 13 - ART de Atualização do PAE
- APÊNDICE 14 - Localização das Estruturas e Pontos Vulneráveis na ZAS e ZSS
- APÊNDICE 15 - Mapas de Inundação

Apêndice 1 – Ficha Técnica da Barragem

FICHA TÉCNICA		 Statkraft		
FOTO		ÓRGÃOS EXTRAVASORES - VERTEDOIRO		
		Tipo:	Controlado-Segmento	
		Comprimento (m):	46,00 (total) 40,00 (livre)	
		Capacidade (m³/s):	946,80 TR>10.000 anos	
		Comportas	Número:	4
			Altura (m):	6,00
Elevação da Soleira (m):	Largura (m):	10,00		
		Elevação da Soleira (m):	344,50	
		ÓRGÃOS EXTRAVASORES - COMPORTA FUNDO		
		Tipo:	Válvula Difusora	
		Elevação da Soleira (m):	336,65 Qmáx 27 m³/s	
		Comportas	Número:	1
			Altura (m):	1,70
			Largura (m):	1,30
IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR		TOMADA D'ÁGUA		
Nome:	UHE Suíça	Tipo:	Gravidade/Aliviada	
Municípios:	Santa Leopoldina - ES	Comprimento (m):	----	
Proprietário:	Statkraft Energias Renováveis S.A.	Comportas	Número:	1
			Altura (m):	2,00
			Largura (m):	4,00
DATAS		ADUÇÃO		
Conclusão Barramento:	----	Tipo:	Túnel	
Início Operação:	1965	Comprimento (m):	1852,00	
Manutenção Barragem:	2009-Repotenciação	Diâmetro (m):	3,10	
BACIA HIDROGRÁFICA		CHAMINÉ		
Curso d'Água:	Rio Santa Maria da Vitória	Altura (m):	33,00	
Bacia (ANEEL):	Atlântico- Trecho Leste - 5	Diâmetro (m):	10,00	
Sub-Bacia (ANEEL):	Itapemirim, Itabapoana - 57			
RESERVATÓRIO		CONDUTOS FORÇADO		
Área NA Normal - (km²):	0,08	Unidades:	1	
Volume NA Normal (hm³):	0,27	Diâmetro (m):	1,90	
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	Comprimento Total (m):	774,00	
	Normal:			
	Minimo:			
BARRAGEM		CASA DE FORÇA		
Tipo:	Concreto CCV	Tipo:	Abrigada	
Comprimento (m):	130,00	Potência Instalada (MW)	35,40	
Altura Máxima (m):	16,50	Garantia Física (MW)	18,91	
Largura Crista (m):	3,70	Unidades Geradoras:	2 Francis Vertical	
Elevação da Crista (m):	352,30	Vazão Máxima (m³/s):	17,55	
Fundação:	---	Queda Bruta (m)	247,00	
		Nível de água jusante (m):	Máx. Max.:	102,00
			Normal:	102,00
			Minimo:	102,00
CASCATA		TURBINA		
Usina Montante:	PCH Timbuí Seco (PB)	Potência Nominal [MW]	16,40 18,7	
Usina Jusante:	PCH Santa Leopoldina (PB)	Vazão Nominal [m³/s]	8,00 9,55	
		GERADOR		
		Potência Nominal [MW]	17,55 20,8	
		Tensão Nominal [kV]	6,30 6,3	
		Rotação Nominal [rpm]	900,00 720	
		Fator de Potência	0,90 0,9	

Apêndice 2 – Classificação da Barragem da PCH Francisco Gros

A Lei nº 12.334, de 2010, em seu art. 7º, atribuiu ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) a competência de estabelecer critérios gerais de classificação das barragens por categoria de risco, dano potencial associado e volume.

A classificação da Categoria de Risco se baseia em atributos da própria barragem que podem influenciar na probabilidade de um acidente, levando em conta características técnicas, métodos construtivos, estado de conservação e idade do empreendimento, o atendimento ao Plano de Segurança de Barragem, além de outros critérios definidos pelo órgão fiscalizador. A Categoria de Risco para a PCH Francisco Gros foi classificada como **baixa**.

O dano potencial associado – classificado em função como o potencial de perda de vidas humanas, o impacto ambiental e impacto socioeconômico – observado no vale a jusante da PCH Francisco Gros foi definido a partir da simulação da ruptura hipotética da barragem para o pior cenário observado. Para tal, considerou-se o maior impacto entre a área atingida *pela inundação incremental de rompimento em cenário de cheia de projeto* e a área atingida *por inundação proveniente de rompimento em dia seco, independente de cheia natural*, resultando em classificação como nível **alto**.

Assim, as barragens de Geração e de Derivação da PCH Francisco Gros foram classificadas como de *Categoria de Risco Baixo e Dano Potencial Alto*, conferindo às estruturas a **Classe B**. De acordo com o primeiro parágrafo do Art. 13 da Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2015, o PAE constitui peça obrigatória para barragens classificadas como A ou B e barragens classificadas como médio e alto potencial.

Tabela 1 - Classificação da Barragem de Geração da PCH Francisco Gros. Fonte RPS 2022.

Categoria de Risco		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	19
2	Estado de Conservação (EC)	9
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	2
Pontuação Total (CRI) = CT + EC + PS		30
Dano Potencial Associado		Pontos
Dano Potencial Associado (DPA)		24
Resultado Final da Avaliação		
Categoria de Risco		Baixo
Dano Potencial Associado		Alto
Classe da Barragem		B

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

Tabela 2 - Classificação da Barragem de Derivação da PCH Francisco Gros. Fonte RPS 2022.

Categoria de Risco		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	20
2	Estado de Conservação (EC)	5
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	2
Pontuação Total (CRI) = CT + EC + PS		27
Dano Potencial Associado		Pontos
Dano Potencial Associado (DPA)		24
Resultado Final da Avaliação		
Categoria de Risco		Baixo
Dano Potencial Associado		Alto
Classe da Barragem		B

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

Apêndice 3 – Modelo de Termo de Recebimento de Documentos

TERMO DE RECEBIMENTO DO PAE DA PCH FRANCISCO GROS E DE PARTICIPAÇÃO DE TREINAMENTO SOBRE A DOCUMENTAÇÃO DO PAE RECEBIDA

Declaramos, para os devidos fins, que **recebemos da empresa Statkraft Energias Renováveis S.A. (Filial Francisco Gros)**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob o nº 00.662.416/0005-75, com sede da PCH Francisco gros na Rodovia José Carlos Daux, Nº 5500, Bloco Jurerê, A - 3º Andar - Saco Grande, Florianópolis/SC, CEP 88032-005, os documentos abaixo listados, referentes ao Plano de Ação de Emergência da **PCH Francisco Gros**, em conformidade com o que determina a legislação aplicável, em especial a Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, e a Resolução ANEEL nº 1.064/2023. Os documentos entregues, nomeadamente, são:

- Plano de Ação de Emergência da PCH Francisco Gros;
- Mapas de inundação proveniente da ruptura hipotética da barragem da PCH Francisco Gros.

Também **ratificamos que**, durante a entrega dos documentos supracitados, **foi realizada uma apresentação**, para fins de esclarecimentos, contemplando o conteúdo listado a seguir:

- Aspectos da Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, da Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e da Resolução ANEEL nº 1.064 de 02 de maio de 2023;
- Apresentação e Objetivo do PAE;
- Conceitos relacionados à ZAS e ZSS;
- Resumo do Estudo de Inundação;
- Procedimentos de Notificação e Alerta;
- Responsabilidades Gerais no PAE;
- Funcionalidades do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID) e Solicitação de Recursos à União.

_____, ____ de _____ de _____.

Statkraft Energias Renováveis S.A.

Nome e cargo do representante

Entidade/Empresa Receptora













Nome e cargo do representante da entidade receptora

Apêndice 4 – Procedimentos de identificação das ocorrências






Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Crista, Paramentos de Montante e Jusante – Barragem de Terra			
Erosões, Fissuras transversais e longitudinais		Erosão interna ou piping do maciço ou fundação da barragem. Desenvolvimento de erosão na barragem a partir de água barrenta na saída a jusante. Desabamento de uma caverna erodida ou pequeno furo na parede da tomada d'água pode resultar em um sumidouro.	Emergência
		Fissuras pronunciadas, uma porção do maciço se moveu devido a perda de resistência, ou a fundação pode ter se movido causando um movimento no maciço.	
		Fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais devido ao recalque diferencial do maciço da barragem.	Alerta
		Assentamentos diferentes entre seções adjacentes ou zonas do maciço da barragem. Falha na fundação causando perda de estabilidade. Estágios iniciais de deslizamentos do maciço.	
		Movimentos desiguais das partes adjacentes da estrutura.	
		Deformação causada por tensão estrutural ou instabilidade.	



Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Crista, Paramentos de Montante e Jusante – Barragem de Terra			
Deslizamento, Afundamento, Escorregamento, Encharcamento, Deslocamento e Desabamento		Deslizamento de terra ou pedras pelo talude devido a sua inclinação exagerada ou ao movimento da fundação.	Emergência
		Deslizamento devido a movimentos de terra na bacia do reservatório.	
		Falta ou perda de resistência do material do maciço da barragem.	
		Perda de resistência pode ser atribuída à infiltração de água no maciço ou falta de suporte da fundação.	
		Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barragem.	
		Deformação ou falha estrutural causada por instabilidade estrutural ou falha na fundação.	
		Afundamento ou colapso devido à falta de uma compactação adequada.	Alerta
		Toca de animais.	
		Piping através do maciço ou fundação.	
		Desabamento da crista por atividade de roedores.	
		Erosão do material do maciço da barragem devido a furos no conduto da tomada d'água.	
		Erosão interna ou piping do material do maciço devido a infiltração.	

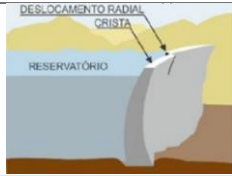
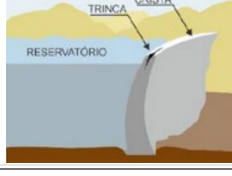
Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)




OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Crista, Paramentos de Montante e Jusante – Barragem de Terra			
Área molhada e Fluxo de água		Grande área molhada devido a caminho preferencial de percolação através da ombreira ou do maciço.	Emergência
		Área molhada em uma faixa horizontal da camada de material permeável usado na construção do maciço.	
		Fuga de água localizada devido à uma passagem através do maciço.	
		Fuga localizada de água barrenta devido à uma passagem através do maciço, erodindo e carregando material deste.	
		Fuga de água através de fissuras no topo do maciço devido intenso ressecamento. Fissuras pronunciadas transversais devido a recalques no maciço ou na fundação.	

Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Crista, Paramentos de Montante e Jusante – Barragem de Terra			
Área molhada e Fluxo de água		Fluxo de água através de fissuras nas ombreiras.	Emergência
		Fluxo borbulhando a jusante da barragem: <ul style="list-style-type: none"> – Alguma parte do maciço de fundação está permitindo a passagem de água com facilidade. Pode ser uma camada permeável formada por areia ou pedregulho existente na fundação ou mesmo fratura na rocha subjacente, que não foi tratada convenientemente quando da execução de injeção de cimento na rocha de fundação. 	




Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Crista, Paramentos de Montante e Jusante – Barragem de Concreto			
Fissuras, Trincas, Rachaduras e Deslocamentos		Fissuras superficiais e abrasão no concreto.	Atenção
		Fissuras transversais ligando montante com jusante, com profundidade <u>menor</u> que 3 mm.	
		Fissuras abertas, do tipo aleatório, com presença de sílica-gel, devido à RAA.	

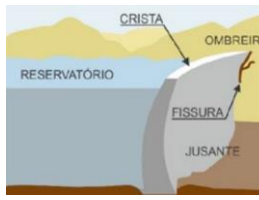

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
		Fissuras rasas do tipo aleatório na crista devido ao tráfego excessivo de veículos ou concreto do pavimento isolado do concreto da barragem.	Alerta
		Fissuras tipo mapa, abertas e extensíveis com presença de sílica-gel, devido à RAA.	
		Fissuras transversais ligando montante com jusante, com profundidade <u>maior</u> que 3 mm.	

Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)


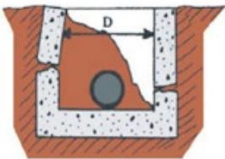
OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Crista, Paramentos de Montante e Jusante – Barragem de Concreto			
Deslocamentos diferenciais		Deslocamentos diferenciais entre juntas < 2,5 mm.	Atenção
		Abertura das juntas < 5 mm.	
		Deslocamentos diferenciais entre juntas > 2,5 mm.	Alerta
		Abertura das juntas > 5 mm.	

Infiltrações ou Vazamentos		Infiltrações através das juntas ou de fissuras, documentadas e monitoradas.	Atenção
		Infiltrações através das juntas ou de fissuras, documentadas e monitoradas, com indícios de aumento de vazão.	Alerta
		Lixiviação do concreto e carbonatação devido à ligação inadequada entre juntas ou concreto poroso.	Alerta
Piping	Surgências (afloramento de água) de grande dimensão, piping em evolução no pé da barragem ou fundação.	Emergência	
Sinkhole ou Subsidência	Subsidências no pé da barragem aumentando rapidamente.		
Ruptura iminente ou em andamento	Tombamento de bloco (s) de concreto da barragem; Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água; Colapso completo da estrutura; Furo na tubulação da tomada d'água podendo originar um sumidouro.		

Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)

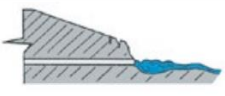
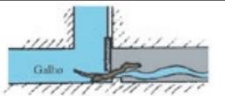
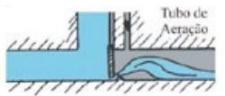
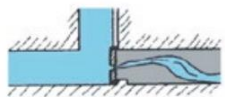
OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Ombreiras e Interfaces do corpo da barragem com as ombreiras (abraço) – Barragem de Concreto			
Trincas, Fissuras e Rachaduras (documentadas ou não)		Trincas estáveis, documentadas e monitoradas.	Atenção
		Presença de trincas transversais e/ou longitudinais profundas que não se estabilizam.	
		Fissuras / Trincas pronunciadas; Trincas/Rachaduras transversais e/ou longitudinais na ombreira; Deslocamento do muro de abraço.	Alerta
		Trincas / Rachaduras longitudinais profundas no talude ocasionando o recalque/deslizamento do maciço do talude ou a abertura de uma brecha na barragem; Trincas transversais profundas, ocasionando a abertura de uma brecha.	Emergência
Surgências, Infiltrações ou Vazamentos		Vazamentos/Surgências documentados e considerados controláveis.	Atenção
		Surgência entre a interface da ombreira e a barragem de concreto, sem carreamento de material.	
		Surgência de água próximo ao corpo da barragem, a jusante: <ul style="list-style-type: none"> - Não documentada e/ou não monitorada; - Com carreamento de materiais de origem desconhecida; - Aumento das infiltrações com o tempo; - Água saindo com pressão. 	Alerta
		Surgência entre a interface da ombreira e a barragem de concreto, com carreamento de material	
		Suspeita de piping pela fundação da barragem de concreto.	
		Vazamentos/Surgências incontroláveis no contato com ou sem carreamento de material ou piping em andamento.	Emergência
Ombreiras e Interfaces do corpo da barragem com as ombreiras (abraço)			
Erosões, Deslizamentos, Instabilidade e Subsidências		Erosões superficiais no abraço entre a barragem de concreto e as ombreiras; pequena quantidade de buracos de animais e/ou insetos.	Atenção
		Buracos de animais e/ou insetos em demasia; Erosões não monitoradas/controladas ou em evolução; Erosões ou escorregamentos no contato entre a barragem e a ombreira, formando um tipo de “bancada de escavação”.	Alerta
		Deslizamento profundo nas ombreiras.	
		Deformação (Spreading) lateral: verificar redução de borda livre; procurar escarpas.	

Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (continuação)

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Ombreiras e Interfaces do corpo da barragem com as ombreiras (abraço) – Barragem de Concreto			
Erosões, Deslizamentos, Instabilidade e Subsidiências		Sinkhole ou subsidências; Escorregamentos rápidos ou repentinos no contato; Deslocamento vertical/Deformação ou Falha estrutural ocasionada por instabilidade estrutural ou falha na fundação.	Emergência
Reservatório			
Elevação do nível de montante		Risco de galgamento.	Alerta
		Nível d'água acima do MÁXIMO MAXIMORUM.	Emergência (*)
Galgamento da barragem iniciado		Possibilidade de rebaixamento do nível d'água através da abertura dos extravasores.	Alerta
		Água passando pela crista da barragem sem a possibilidade de rebaixamento do nível	Emergência
Equipamentos eletromecânicos			
Danos nas tubulações		Fissuras ou rachaduras devido à recalques ou impacto.	Atenção
		Buracos devido a ferrugens, corrosão ou desgaste por cavitação.	
		Juntas desiguais devido a recalques ou falha na construção.	
Falha nos equipamentos eletromecânicos		Extravasores inoperantes no período seco.	Atenção
		Falha em dispositivo de descarga, como tomada d'água e vertedouro.	
		Extravasores inoperantes no período chuvoso.	Emergência
Vazamento em válvulas		Ruptura da estrutura de concreto da saída de água devido ao esforço excessivo decorrente do empuxo do aterro ou deficiente da armadura do concreto.	Alerta

(*) Conforme Figura 14, o nível d'água acima do MÁXIMO MAXIMORUM configura Condição Hidrológica de Emergência, momento a partir do qual o Nível de Segurança das estruturas também alcança a Emergência.

Quadro 10 – Procedimentos de identificação das ocorrências (fim)

OCORRÊNCIA	ILUSTRAÇÃO	DESCRIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
Equipamentos eletromecânicos			
Vazamento em válvulas		Água de infiltração saindo por um ponto adjacente à saída de água (canal de fuga, vazão sanitária, descarregador de fundo) devido à tubulação quebrada facilitando a abertura de um caminho preferencial para percolação d'água no entorno da tubulação.	Alerta
		Saída d'água liberada erodindo o pé da barragem.	Emergência
Sistemas de comporta			
Detritos presos embaixo da comporta		Grade de proteção quebrada ou faltante impedindo o fechamento da comporta, gerando riscos de danos à válvula ou haste do sistema devido ao esforço para fechar a comporta.	Atenção
Danos no berço ou guias da comporta		Danos nos dispositivos devido a ferrugens, efeitos de vibração ou tensão.	Alerta
		Danos nos dispositivos hidromecânicos (hastes de controle, guias, pistões, ancoragem), exigindo reparos imediatos para eliminação de risco à segurança da barragem.	Emergência
Comporta rachada		Comporta com risco de ruptura e consequente esvaziamento do reservatório.	Emergência
		Rachadura na comporta devido a ferrugem, erosão, cavitação, vibração ou desgastes gerando riscos de vazamentos ou perda de suporte da comporta, fazendo com que se torne inoperante.	Alerta
Sistemas de alerta e de aviso			
Falhas durante o período seco		Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Normal
		Impossibilidade de aviso externo à população.	Atenção
Falhas durante o período chuvoso		Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Atenção
		Impossibilidade de aviso externo à população.	Alerta
Fatores externos			
Ameaças à Segurança		Bomba detonada ou sismos que possam resultar em danos a barragens ou estruturas associadas.	Emergência
Sabotagem ou Vandalismo		Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.	

Apêndice 5 – Respostas a Possíveis Ocorrências

Quadro 11 – Possíveis ocorrências e ações de resposta (continua)

OCORRÊNCIA	MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU CORRETIVAS	NÍVEL DE RESPOSTA
Sismos	Parada geral dos equipamentos e maquinários; Realização da Inspeção de Segurança Especial; Leitura e análise dos instrumentos de auscultação civil após o abalo.	Alerta
Enchentes	Quando <u>há possibilidade de controle do nível do reservatório e o nível d'água estiver abaixo da crista da barragem</u> : Contatar o Órgão Fiscalizador e informar: <ul style="list-style-type: none"> - Elevação atual do nível do reservatório e borda livre; - Taxa de elevação do nível do reservatório; - Condições climáticas – passado, presente e previsão; - Condições de descarga dos riachos e rios a jusante. 	Normal
	Quando há <u>risco de galgamento</u> : abrir os dispositivos de descarga até o seu limite máximo de segurança, estudar formas de esvaziar o reservatório antes que a barragem não suporte a carga de água e contatar o Órgão Fiscalizador.	Atenção
	Quando há <u>risco de galgamento e não há como rebaixar o nível do reservatório</u> : O Nível de Resposta deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente	
Barragem de Concreto, Ombreiras e Abraço– Fissuras e Deslocamentos		
Fissuras	<u>Pequenas fissuras ou fissuras devido ao ressecamento</u> : monitorar (visualmente ou através de instrumentos) e documentar sua evolução.	Atenção
	<u>Trincas transversais ou longitudinais profundas que não se estabilizam</u> : selar as fissuras e reforçar o revestimento do local; inspecionar a área em busca de Infiltração; em caso de fissura a montante, obstruí-la para prevenir a passagem de água do reservatório; inspeção no local por engenheiro qualificado; avaliar a possibilidade de injeção de resinas poliuretanas em trincas localizadas em estruturas de concreto.	
Fissuras / Trincas nos paramentos ou Deslocamentos diferenciais entre juntas	<u>Fissuras/Trincas pronunciadas</u> : dependendo da dimensão das fissuras e da constatação de fluxo de montante para jusante, baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas. <u>Deslocamentos diferenciais < 2,5 mm</u> : baixar o nível do reservatório, realizar o diagnóstico das causas e seu tratamento. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a serem tomadas.	Alerta
	<u>Trincas/Rachaduras longitudinais profundas</u> gerando riscos a abertura de uma brecha na barragem: <u>Deslocamentos diferenciais</u> com risco de tombamento de blocos da barragem: Emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.	Emergência
Fissuras ou Rachaduras na Crista da Barragem	<u>Transversais e/ou Longitudinais</u> : selar a abertura transversal para impedir a passagem de água e a longitudinal para prevenir infiltração de água superficial; inspecionar, anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e demais características pertinentes; monitorar frequentemente ; Um engenheiro qualificado deve inspecionar o local para recomendar outras ações a serem tomadas.	Alerta
	<u>Trincas/Rachaduras transversais profundas</u> passantes ocasionando a abertura de uma brecha na barragem: Emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.	Emergência

Quadro 11 – Possíveis ocorrências e ações de resposta (continuação)

OCORRÊNCIA	MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU CORRETIVAS	NÍVEL DE RESPOSTA
Barragem de Concreto, Ombreiras e Abraço – Fissuras e Deslocamentos		
Abertura das juntas	Se o deslocamento foi > 5mm, baixar o nível do reservatório e realizar o tratamento da abertura e sua causa. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o local para recomendar outras ações a serem tomadas.	Atenção
Desplacamento do concreto	Limpeza superficial e aplicação de uma nova camada de concreto ou “gunitagem” se o dano foi excessivo.	Alerta
	Se o deslocamento foi maior do que 60 cm e houver exposição de ferragens, um engenheiro qualificado deve inspecionar imediatamente o local para recomendar outras ações a serem tomadas.	
Trincas, Fissuras e Rachaduras no contato entre a barragem e as ombreiras	Movimentos diferenciais, fissuras abertas e sem preenchimento, devido à deformação lenta (movimento) do maciço rochoso (Deslocamentos diferenciais entre juntas < 2,5 mm): atirantar e drenar a rocha. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.	Atenção
	Movimentos diferenciais, fissuras abertas e sem preenchimento, devido à deformação lenta (movimento) do maciço rochoso (Deslocamentos diferenciais entre juntas > 2,5 mm): atirantar e drenar a rocha. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.	Alerta
	Instabilidade dos taludes e escorregamentos, devido à movimentação diferencial nas Ombreiras: deve-se rebaixar o reservatório e reforçar a ombreira. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.	
Barragem de Concreto, Ombreiras e Abraço – Infiltrações e Vazamentos		
Surgências ou infiltrações no contato entre a barragem e as ombreiras	Aumento das pressões de poro e eventuais fugas d’água no abraço sem carreamento de material: deve-se rebaixar o reservatório e reforçar a ombreira. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.	Atenção
	Aumento das pressões de poro e eventuais fugas d’água no abraço com carreamento de material: deve-se rebaixar o reservatório e reforçar a ombreira. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a serem tomadas.	Emergência
	Vazamentos/Surgências documentados e considerados controláveis: documentar e monitorar a sua evolução e promover reparo para regressão ao nível Normal.	Atenção
	Suspeita de piping pela fundação da barragem de concreto: <ul style="list-style-type: none"> - Deve-se rebaixar o nível do reservatório e estancar o fluxo com qualquer material disponível, caso a entrada de fluxo esteja no reservatório e promover os reparos necessários; - Deve-se posicionar um filtro com areia e brita sobre a área de saída do fluxo ou lançar algum material que impeça para evitar o carreamento de material pelo fluxo, como sacos de areia, bentonita, areia etc. 	Alerta
	Vazamentos/Surgências incontroláveis no contato com ou sem carreamento de material ou piping em andamento : Emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.	Emergência

Quadro 11 – Possíveis ocorrências e ações de resposta (continuação)

OCORRÊNCIA	MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU CORRETIVAS	NÍVEL DE RESPOSTA
Barragem de Concreto, Ombreiras e Abraço – Infiltrações e Vazamentos		
Vazamentos	<u>Infiltrações através das juntas ou de fissuras, documentadas e monitoradas:</u> monitorar e promover reparo para regressão ao nível Normal.	Atenção
	<u>Infiltrações através das juntas ou de fissuras, documentadas e monitoradas, com indícios de aumento de vazão:</u> Deplecionar o reservatório a um nível que permita o reparo.	Alerta
Redução da borda livre e/ou da largura da crista	Posicionar enrocamento e sacos de areia adicionais em áreas danificadas para prevenir mais erosão do aterro; Rebaixar o nível da água no reservatório para uma cota abaixo da área afetada; Recompôr a borda livre com sacos de areia ou aterro e enrocamento; Dar continuidade a uma inspeção detalhada da área afetada até a melhoria das condições climáticas.	Atenção
Ruptura iminente ou em andamento	Emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.	Emergência
Equipamentos eletro e hidromecânicos		
Danos nas tubulações	<u>Um engenheiro qualificado deve inspecionar o local para determinação do nível de resposta da anomalia (normal, atenção, alerta ou emergência).</u> Verificar evidências de água saindo ou entrando na tubulação pela fissura (rachadura), orifício ou juntas da tubulação. Bater de leve na tubulação, na vizinhança da área danificada, tentando ouvir um barulho oco que mostra que se formou um vazio ao longo da parte de fora do conduto.	
Falha nos equipamentos		
Vazamento em válvulas	<u>Ruptura da estrutura de concreto da saída de água:</u> monitorar o desenvolvimento da ruptura progressiva medindo uma dimensão típica, como a largura transversal à tubulação. Reparar, remendando as fissuras e instalando um sistema de drenos no maciço de solo onde está alocada a estrutura de concreto (fundação). Uma substituição total da estrutura de saída de água pode ser necessária.	Alerta
	<u>Água de infiltração saindo por um ponto adjacente à saída de água:</u> examinar cuidadosamente a área para tentar determinar a causa. Verificar se a água está carreando partículas de solo. Determinar a quantidade do fluxo. Se o fluxo aumentar ou for carregado material do maciço, o nível do reservatório deverá ser rebaixado até que a infiltração pare. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem imediatamente e orientar as ações a serem tomadas.	
	<u>Saída d'água liberada erodindo o pé da barragem:</u> estender a tubulação além do pé da barragem. Proteger a região atingida com rip-rap assente sobre uma camada de solo bem compactado. Construir uma estrutura de concreto na saída da tubulação para orientar o fluxo e dissipar energia. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem imediatamente e orientar as ações a serem tomadas.	Emergência

Quadro 11 – Possíveis ocorrências e ações de resposta (continuação)

OCORRÊNCIA	MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU CORRETIVAS	NÍVEL DE RESPOSTA
Sistemas de Comporta		
Detritos presos embaixo da comporta	Eleva e baixa a comporta vagarosamente até os detritos serem soltos e levados pela água. Usar equipe de mergulhadores para remover os detritos. Quando necessário, reparar ou substituir a grade de proteção.	Atenção
Danos no berço ou guias da comporta	<u>Danos nos dispositivos devido a ferrugens, efeitos de vibração ou tensão: evitar a operação da comporta até que seja reparada ou substituída.</u>	Atenção
	<u>Danos nos dispositivos hidromecânicos (hastes de controle, guias, pistões, ancoragem), exigindo reparos imediatos para eliminação de risco à segurança da barragem: reparar ou substituir a comporta, evitando sua operação da comporta até que o problema seja resolvido. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a estrutura para avaliar a situação e orientar demais ações a serem tomadas.</u>	Alerta
	<u>Comporta com risco de ruptura e consequente esvaziamento do reservatório: emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.</u>	Emergência
Comporta rachada	<u>Rachadura na comporta devido a ferrugem, erosão, cavitação, vibração ou desgastes gerando riscos de vazamentos ou perda de suporte da comporta, fazendo com que se torne inoperante: manter a comporta somente nas posições completamente fechada ou completamente aberta. Evitar a operação da comporta até que seja reparada ou substituída. Quando necessário, substituir a comporta. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a estrutura para dar orientações e avaliar a situação para recomendação de outras ações a serem tomadas.</u>	Alerta
	<u>Risco de ruptura da comporta e consequente esvaziamento do reservatório devido à perda de suporte da estrutura: emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.</u>	Emergência
Reservatório		
Elevação do nível de montante	Verificar se aparecem novas surgências a jusante em decorrência da elevação. Estudar formas de esvaziar o reservatório antes que ocorra o galgamento ou a barragem não suporte a carga de água. Posicionar sacos de areia ao longo da crista da barragem para aumentar a borda livre e forçar um maior fluxo pelo sangradouro e dispositivos de descarga.	Atenção
	<u>Risco de galgamento: um engenheiro qualificado deve inspecionar a estrutura para dar orientações e avaliar a situação para recomendação de outras ações a serem tomadas. Implementar formas para o rebaixamento do reservatório; Pode-se aumentar a descarga de sangria, efetuando aberturas em pequenas aberturas na barragem. Executar esta ação somente em último caso. Contatar a Coordenação do PAE antes de tentar executar estas ações e atentar-se para o possível acionamento do PAE.</u>	Alerta
Galgamento da barragem iniciado	Emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.	Emergência

Quadro 11 – Possíveis ocorrências e ações de resposta (fim)

OCORRÊNCIA	MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU CORRETIVAS	NÍVEL DE RESPOSTA
Reservatório		
Órgãos extravasores danificados	Reparar imediatamente os equipamentos;	Alerta
	Em caso de cheia excepcional, se o reparo não for possível para conter o galgamento, deve-se instituir o nível de emergência. Emitir os alertas previstos e promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis.	Emergência
Falha em dispositivo de adução ou descarga, como tomada d'água, vertedouro	Fechar a tomada d'água ou posicionar proteção temporária para o vertedouro danificado; Utilizar mergulhadores profissionais experientes para verificar o problema e, se necessário, efetuar reparos; Rebaixar o nível do reservatório até uma cota segura. Caso a tomada d'água esteja inoperante, a instalação de moto-bombas, sifões ou abertura controlada do aterro pode ser necessária.	Atenção
Sistemas de Alerta e de Aviso		
Falhas durante o período seco	Reparar os sistemas imediatamente;	Normal
	Adquirir um meio de comunicação alternativo que permita contatar os envolvidos fora da usina.	Atenção
Falhas durante o período chuvoso	Adquirir um meio de comunicação alternativo; Manter contato com a defesa civil para que o aviso, se necessário, seja comunicado pelo meio alternativo; Verificar previsões climáticas para a região.	Alerta

Quadro 12 – Possíveis condições hidrológicas e ações de resposta para a barragem de Derivação

Condição Hidrológica	Cenário Identificado	Resposta
Normal	Operação normal das estruturas de descarga Cheia até 414 m ³ /s (TR até 10 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Criado grupo de Coordenação do PAE para monitoramento da situação;
Atenção	Cheia de 414 até 668 m ³ /s (TR entre 10 e 100 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Realizar inspeção contínua a cada 4 horas no barramento buscando observar alguma anomalia nas estruturas que possa ter surgido; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Realizado comunicado interno para os times de O&M e ESG & Comunicação diretamente envolvidos;
Alerta	Cheia de 668 até 1.167 m ³ /s (TR entre 100 e 1000 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Realizar inspeção contínua a cada hora no barramento buscando observar alguma anomalia nas estruturas que possa ter surgido; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Atualizar os times de O&M e ESG & Comunicação diretamente envolvidos; - Instituído o Comitê de Crise; - Realizar uma ISE após o retorno a normalidade para avaliação da condição estrutural do barramento.
Emergência	Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Realizar inspeção contínua a cada hora no barramento buscando observar alguma anomalia nas estruturas que possa ter surgido; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Realizado comunicado interno para os times de O&M e ESG & Comunicação diretamente envolvidos; - Ativar o Fluxograma de acionamento do PAE; - Acionar o Sistema de Alerta; - Realizar uma ISE após o retorno à normalidade para avaliação da condição estrutural do barramento.

Nota: A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica.

Quadro 13 – Possíveis condições hidrológicas e ações de resposta para a barragem de Geração

Condição Hidrológica	Cenário Identificado	Resposta
Normal	Operação normal das estruturas de descarga Cheia até 374 m ³ /s (TR até 10 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Criado grupo de Coordenação do PAE para monitoramento da situação;
Atenção	Cheia de 374 até 569 m ³ /s (TR entre 10 e 100 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Realizar inspeção contínua a cada 4 horas no barramento buscando observar alguma anomalia nas estruturas que possa ter surgido; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Realizado comunicado interno para os times de O&M e ESG & Comunicação diretamente envolvidos;
Alerta	Cheia de 569 até 952 m ³ /s (TR entre 100 e 1000 anos)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Realizar inspeção contínua a cada hora no barramento buscando observar alguma anomalia nas estruturas que possa ter surgido; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Atualizar os times de O&M e ESG & Comunicação diretamente envolvidos; - Instituído o Comitê de Crise; - Realizar uma ISE após o retorno a normalidade para avaliação da condição estrutural do barramento.
Emergência	Rompimento da Barragem com formação da onda de cheia com qualquer condição hidrológica	<ul style="list-style-type: none"> - Observar a pluviometria da região e os dados de vertimento das usinas à montante; - Realizar inspeção contínua a cada hora no barramento buscando observar alguma anomalia nas estruturas que possa ter surgido; - Comunicar as Defesas Civas sobre o status do rio Bernardo José a partir dos dados da usina, com atualização horária da condição hidrológica; - Realizado comunicado interno para os times de O&M e ESG & Comunicação diretamente envolvidos; - Ativar o Fluxograma de acionamento do PAE; - Acionar o Sistema de Alerta; - Realizar uma ISE após o retorno à normalidade para avaliação da condição estrutural do barramento.

Nota: A ruptura do barramento pode ocorrer em qualquer condição hidrológica.

Apêndice 6 – Situações de emergência que podem acarretar diretamente a ruptura da barragem

1. Abalos Sísmicos

Um abalo sísmico que prejudicial à segurança da barragem possui magnitude igual ou superior a 3 graus na escala Richter. Neste caso, os tremores são sentidos por todos: pessoas caminham sem equilíbrio, janelas e objetos de vidro são quebrados, livros caem de estantes, móveis movem-se ou tombam, alvenarias e rebocos racham, árvores balançam visivelmente ou ouve-se ruídos.

Caso ocorra um abalo com estas características ou colaboradores da barragem tenham sentido tremores de terra, é recomendado:

- Efetuar imediatamente uma inspeção visual de toda a barragem e estruturas complementares;
- Implementar imediatamente os procedimentos descritos para **Nível de Alerta** se a barragem estiver danificada a ponto de acarretar aumento de fluxo para jusante;
- Implementar imediatamente as instruções descritas no item de **Nível de Emergência** em caso de **Ruptura Iminente** ou **em progressão**.
- Em caso de danos que não configurem riscos imediatos:
 - Identificar a natureza, localização e extensão, assim como o potencial de ruptura;
 - Entrar em contato com o gerente do empreendimento para maiores instruções;
 - Descrever superfícies de deslizamentos, zonas úmidas, aumento ou surgimento de percolações ou subsidências, incluindo sua localização, extensão, taxa de subsidência, efeitos em estruturas próximas, fontes ou vazamentos, nível da água no reservatório, condições climáticas e outros fatores pertinentes será também importante;
- Caso não exista perigo iminente de ruptura da barragem, deverá ser feita inspeção detalhada dos seguintes itens:

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

- a) Coroamento e ambos os taludes da barragem: observar ocorrência ou aumento de trincas, recalques ou infiltrações;
 - b) Ombreiras: identificar possíveis deslocamentos;
 - c) Drenos ou vazamentos: verificar turbidez ou lama na água ou aumento de vazão;
 - d) Estrutura do vertedouro: confirmar uma continuidade da operação em segurança;
 - e) Dispositivos de descarga, casa de controle, túnel e câmara de comportas: verificar a integridade estrutural;
 - f) Áreas no reservatório e a jusante: identificar possíveis deslizamentos de terra;
 - g) Outras estruturas complementares;
 - h) **Realizar novas inspeções pelas próximas duas a quatro semanas**, já que alguns danos podem não aparecer imediatamente após o abalo.
- Relatar todos os aspectos observados ao órgão fiscalizador e instituições contatadas anteriormente durante a emergência.

2. Deslizamentos

Todo deslizamento na região a montante que tenha potencial para deslocar rapidamente grandes volumes de água pode gerar grandes ondas no reservatório ou vertedouro. Deslizamentos na região de jusante que possam impedir o fluxo de água normal também são relevantes.

Todos os deslizamentos devem ser relatados ao órgão fiscalizador. Entretanto, antes, é importante determinar a localização, extensão, causa provável, grau de efeito na operação, probabilidade de movimentos adicionais da área afetada e outras áreas de deslizamento, desenvolvimentos de novas áreas e outros fatores considerados relevantes.

3. Enchentes

No caso de um evento de cheia excepcional, procedimentos especiais devem ser efetuados para assegurar vidas e propriedades a jusante. Se algum evento ocasionar elevação anormal do nível da água no reservatório, mas ainda abaixo da crista da barragem, contate o órgão responsável imediatamente relatando o seguinte:

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------

- a) Elevação atual do nível do reservatório e borda livre;
- b) Taxa de elevação do nível do reservatório;
- c) Condições climáticas – passado, presente e previsão;
- d) Condições de descarga dos riachos e rios a jusante;
- e) A vazão dos drenos.

A Operação Hidráulica do empreendimento deve seguir os procedimentos e/ou instruções padrões de operações do reservatório definidos pela equipe responsável pelo barramento.

Apêndice 7 – Formulário de Mensagem de Notificação



BARRAGEM DA PCH FRANCISCO GROS DECLARAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE NÍVEL

Esta é uma mensagem de notificação da Alteração do Nível de Segurança da PCH Francisco Gros, feita pela Coordenação do Plano de Ação de Emergência - PAE do empreendimento.

Horário: _____:_____ h

Data: _____ / _____ / _____

Nível de Segurança:

Normal Atenção Alerta Emergência

A causa da alteração é _____
(descrição mínima da situação, identificação da condição anormal, possíveis danos, risco de ruptura potencial ou real, etc).

As circunstâncias ocorridas fazem com que devam se precaver e colocar em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do PAE da Barragem da PCH Francisco Gros e os respectivos Mapas de Inundação, de acordo com o nível de resposta/segurança aqui estabelecido.

Favor confirmar o recebimento desta comunicação aos Senhores:

Coordenador do PAE: Gustavo Matosinhos

- Telefone Trabalho/celular: **(27) 9 9879-3949**

Nós os manteremos atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou se torne pior. Para outras informações, entre em contato com o Sr. _____ pelo telefone número () _____ - _____ e/ou e-mail _____.

Apêndice 8 – Formulário de Declaração de Início de Emergência



BARRAGEM DA PCH FRANCISCO GROS DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA

Eu, _____ (nome), na condição de Comandante do Incidente do Comitê de Crise da Barragem da PCH Francisco Gros e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Emergência para o barramento da PCH Francisco Gros a partir das _____ horas e _____ minutos do dia ____/____/_____, em função da ocorrência

de: _____
_____.

_____, _____ de _____ de _____.

(Assinatura)

(Cargo)

Apêndice 9 – Formulário de Declaração de Encerramento de Emergência



BARRAGEM DA PCH FRANCISCO GROS DECLARAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE NÍVEL

Nível de Segurança Atual:

- Normal
 Atenção
 Alerta
 Emergência

Eu, _____ (nome), na condição de Comandante de Incidente do Comitê de Crise da Barragem da PCH Francisco Gros e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da Declaração de Encerramento da Emergência, para a Barragem da PCH Francisco Gros a partir das _____ horas e _____ minutos do dia ____/____/____, em função da recuperação das condições adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

Observações:

_____, _____ de _____ de _____.

(Assinatura)

(Cargo)

Apêndice 12 – ART de Responsabilidade Técnica da PCH Francisco Gross



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART CREA-SC
Lei nº 6.496, de 7 de setembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina



ART OBRA OU SERVIÇO
25 2021 8076451-4
Inicial
Individual

1. Responsável Técnico
MARCELA WAMZER JEISS
Título Profissional: Engenheira Civil
RNP: 1705648517
Registro: 184460-7-SC
Empresa Contratada: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA
Registro: 091050-7-SC

2. Dados do Contrato
Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA
Endereço: RODOVIA JOSE CARLOS DAUX
Complemento: Sala 325, Torre A
Cidade: FLORIANOPOLIS
Bairro: SACO GRANDE
UF: SC
CPF/CNPJ: 00.622.416/0001-41
Nº: 5500
CEP: 88032-005
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 2.000.000,00
Honorários: Vinculado à ART:
Ação Institucional: Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço
Proprietário: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA
Endereço: Rodovia José Carlos Daux
Complemento: Sala 325, Torre A
Cidade: FLORIANOPOLIS
Data de Início: 09/12/2021
Data de Término: 09/12/2027
Bairro: SACO GRANDE
UF: SC
CPF/CNPJ: 00.622.416/0001-41
Nº: 5500
CEP: 88032-005
Coordenadas Geográficas:
Código:

4. Atividade Técnica

Gestão	Dimensão do Trabalho:	Hora(s)/Semana(s)
Piano de Segurança de Barragem	40,00	
Piano de Ação de Emergencial - PAE para Barragem	40,00	
Segurança de Barragem Regular	40,00	
Segurança de Barragem Especial	40,00	
Revisão Periódica de Segurança de Barragem	40,00	

5. Observações
Responsável Técnico de Segurança de Barragens - PCHs: Moinho, Esmeralda, Passos Maia, Santa Laura, Santa Rosa II, Francisco Gros, São João, Rio Bonito, Jucu, Fruteiras, Viçosa, Alegre e UHEs: Monjolinho e Suiça

6. Declarações
Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe
SENGE/SC - 13

8. Informações
A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R\$ 233,94 | Data Vencimento: 20/12/2021 | Registrada em: 09/12/2021
Valor Pago: R\$ 233,94 | Data Pagamento: 09/12/2021 | Nosso Número: 14002104000627033
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas
Declaro serem verdadeiras as informações acima.
FLORIANOPOLIS - SC, 09 de Dezembro de 2021

MARCELA WAMZER JEISS
047.***.***-17
Contratante: STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS SA
00.622.416/0001-41

Apêndice 13 – ART de Atualização do PAE

Página 1/2

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977****CREA-MG****ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20232571602****Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

INICIAL

1. Responsável Técnico**GLAUCO GONCALVES DIAS**Título profissional: **ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO-CIVIL**

RNP: 1402872046

Registro: **MG0000093955D MG**Empresa contratada: **ENEMAX ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**Registro Nacional: **16407-MG****2. Dados do Contrato**Contratante: **STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS S/A**CPF/CNPJ: **00.622.416/0001-41****RODOVIA JOSÉ CARLOS DAUX**Nº: **5500**Complemento: **KM 5 SALA 325 ANDAR 3 PAVMTOJURERE A**Bairro: **SACO GRANDE**Cidade: **FLORIANÓPOLIS**UF: **SC**CEP: **88032005**Contrato: **4500360423**Celebrado em: **16/02/2022**Valor: **R\$ 70.000,00**Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**Ação Institucional: **Outros****3. Dados da Obra/Serviço****RUA DESEMBARGADOR JORGE FONTANA**Nº: **80**Complemento: **Sala 401**Bairro: **BELVEDERE**Cidade: **BELO HORIZONTE**UF: **MG**CEP: **30320670**Data de Início: **01/10/2023**Previsão de término: **31/12/2023**Coordenadas Geográficas: **0, 0**Finalidade: **INFRAESTRUTURA**Código: **Não Especificado**Proprietário: **STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS S/A**CPF/CNPJ: **00.622.416/0001-41****4. Atividade Técnica****14 - Elaboração****77 - Planejamento > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.1 - DE CONCRETO**

Quantidade

Unidade

4,00

un

77 - Planejamento > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > BARRAGENS E DIQUES > DE BARRAGENS > #5.2.1.2 - DE TERRA

4,00

un

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

5. Observações

Elaboração dos PAE (Plano de Ação Emergencial) das PCHs Francisco Gros, São João, Rio Bonito e UHE Suiça. Por se tratar de estudo o local de ocorrência é no escritório da contratada em Belo Horizonte/MG.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/gpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente de que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte, 30 de Novembro de 2023

Local

data


GLAUCO GONCALVES DIAS - CPF: 014.177.646-35

STATKRAFT ENERGIAS RENOVAVEIS S/A - CNPJ: 00.622.416/0001-41

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 2c2vWV
Impresso em: 30/11/2023 às 13:47:52 por: , ip: 191.37.75.180www.crea-mg.org.br
Tel: 0800 031 2732atendimento@crea-mg.org.br
Fax:

Apêndice 14 – Síntese do Estudo de Ruptura

A realização do estudo de ruptura hipotética da PCH Francisco Gros teve como principal objetivo determinar, através de uma modelagem hidráulica computacional, os parâmetros da onda gerada em um eventual rompimento da barragem. Os estudos foram elaborados pela Enemax Engenharia e Consultoria em 2023 e estão disponíveis no documento FGR-DBK-RT-23-001.

1. Capacidade de Descarga

O nível de operação do reservatório está na elevação 196,00 m e o nível máximo maximum na elevação 199,28 m. A curva cota-área-volume do reservatório da barragem de Derivação da PCH Francisco Gros está representada na **Tabela 3** e na **Figura 20**.

Tabela 3 – Cota-Volume do Reservatório da barragem de Derivação. Fonte: Levantamento Planialtimétrico (Matrix Engenharia e Topografia, 2020).

NA Projeto (m)	Área (m2)	Volume (m3)
183,00	593,80	0,00
184,00	769,24	681,52
185,00	1.105,73	1.619,01
186,00	1.862,21	3.102,98
187,00	4.092,55	6.080,36
188,00	5.288,22	10.770,74
189,00	10.346,96	18.588,33
190,00	17.710,30	32.616,96
191,00	27.270,21	55.107,22
192,00	40.149,33	88.816,99
193,00	58.283,20	138.033,25
194,00	79.685,07	207.017,39
195,00	103.031,85	298.375,85
196,00	133.931,83	416.857,69
197,00	177.581,41	572.614,31
198,00	242.172,34	782.491,18
199,00	319.161,36	1.063.158,03

NA Projeto (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
199,28	328.341,93	1.153.808,49

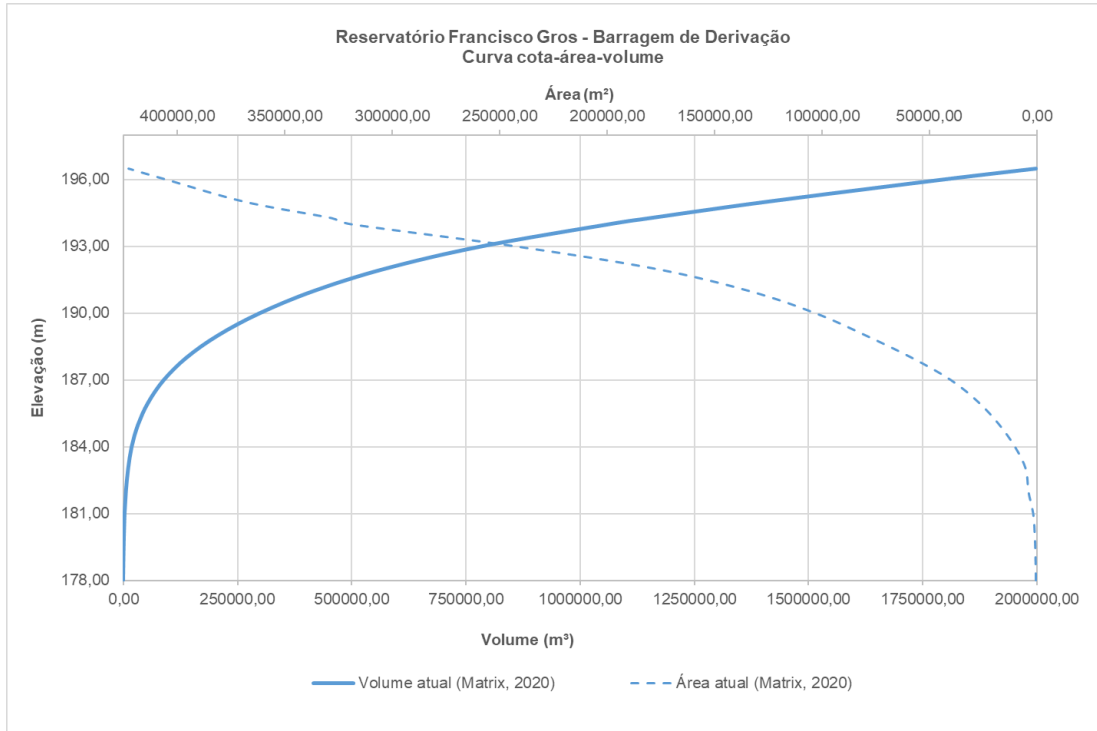


Figura 20 – Curva cota-área-volume do reservatório da barragem de derivação. Fonte: Lev. Planialtimétrico Cadastral (Matrix Engenharia e Topografia, 2020).

Para a barragem de geração, os dados e a respectiva curva cota-área-volume do reservatório são apresentados na **Tabela 4** e **Figura 21**, respectivamente.

Tabela 4 – Cota-Volume do Reservatório da Barragem de Geração. Fonte: Levantamento Planialtimétrico (Matrix Engenharia e Topografia, 2020).

NA Projeto (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
183,00	3.059,09	0,00
184,00	7.817,30	5.438,20
185,00	14.791,37	16.742,53
186,00	25.488,86	36.882,65
187,00	41.297,77	70.275,96
188,00	60.436,59	121.143,14
189,00	83.758,43	193.240,65
190,00	116.712,43	293.476,08
191,00	159.412,54	431.538,57

NA Projeto (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
192,00	216.547,50	619.518,59
193,00	308.203,12	881.893,90
194,00	404.121,23	1.238.056,07
195,00	473.233,56	1.676.733,47
196,00 ¹	564.724,93	2.195.712,71
197,00	613.086,76	2.784.618,56
198,00	717.619,99	3.449.971,93
199,00	861.479,60	4.239.521,73
199,28	868.934,50	4.481.779,70

¹ Cota da soleira do vertedouro.

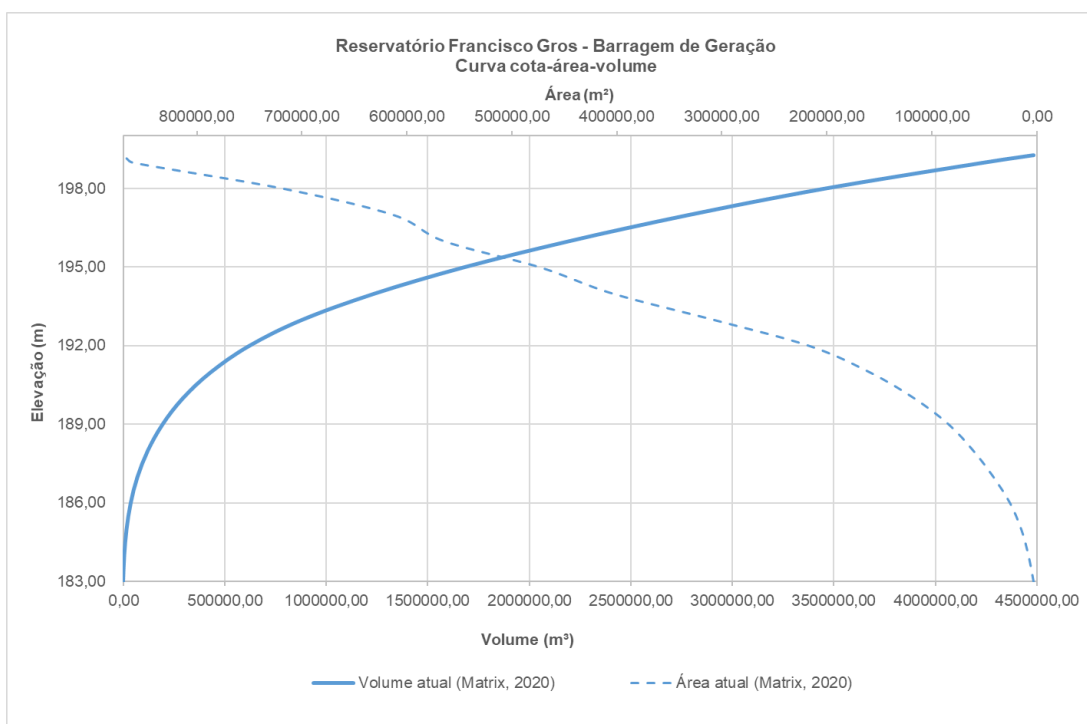


Figura 21 – Curva cota-área-volume do reservatório. Fonte: Lev. Planialtimétrico Cadastral (Matrix Engenharia e Topografia, 2020).

A seguir, a **Tabela 5**, a

Figura 22 e a **Figura 23** dispõem, nesta ordem, os dados de cota-vazão e a respectiva curva de descarga dos vertedouros das barragens de Derivação e de Geração.

Tabela 5 – Curva cota-descarga dos vertedouros das barragens de derivação e geração. Fonte: adaptado de FGR-RPS-22-007 (Enemax Engenharia e Consultoria, 2022).

Barragem de Derivação		Barragem de Geração	
Cota (m)	Descarga (m ³ /s)	Cota (m)	Descarga (m ³ /s)
196,00	0	186,50	0
196,25	12	187,20	16
196,50	36	187,90	46
196,75	68	188,60	87
197,00	107	189,30	136
197,25	154	190,00	194
197,50	205	190,70	256
197,75	263	191,40	326
198,00	328	192,10	403
198,25	394	192,80	482
198,50	465	193,50	569
198,75	547	194,20	666
199,00	628	194,90	765
199,25	713	195,60	862
199,50	803	196,30	963
199,75	898	197,00	1068
200,00	996	-	-

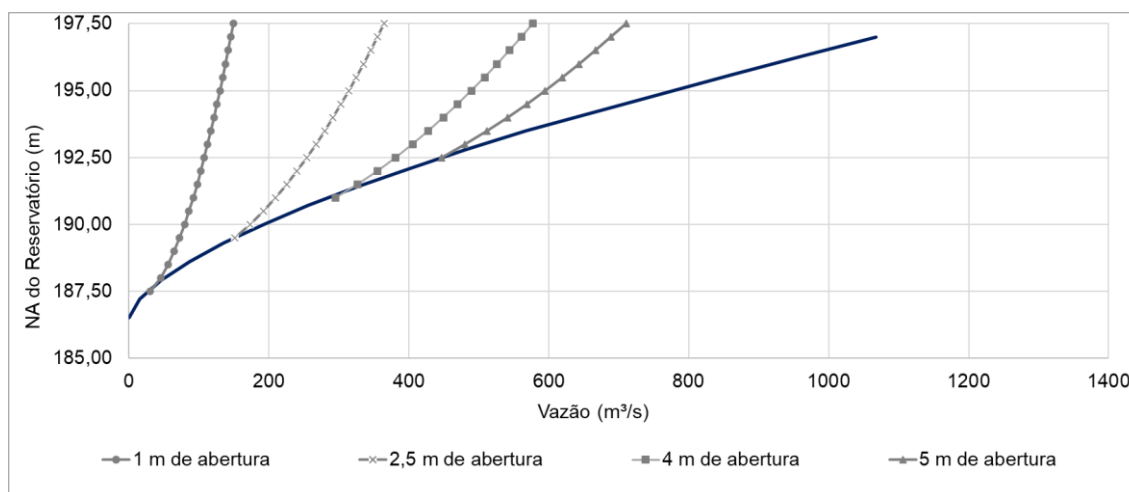


Figura 22 – Curva cota-descarga do vertedouro – Barragem de Derivação. Fonte: adaptado de FGR-RPS-22-007 (Enemax Engenharia e Consultoria, 2022).

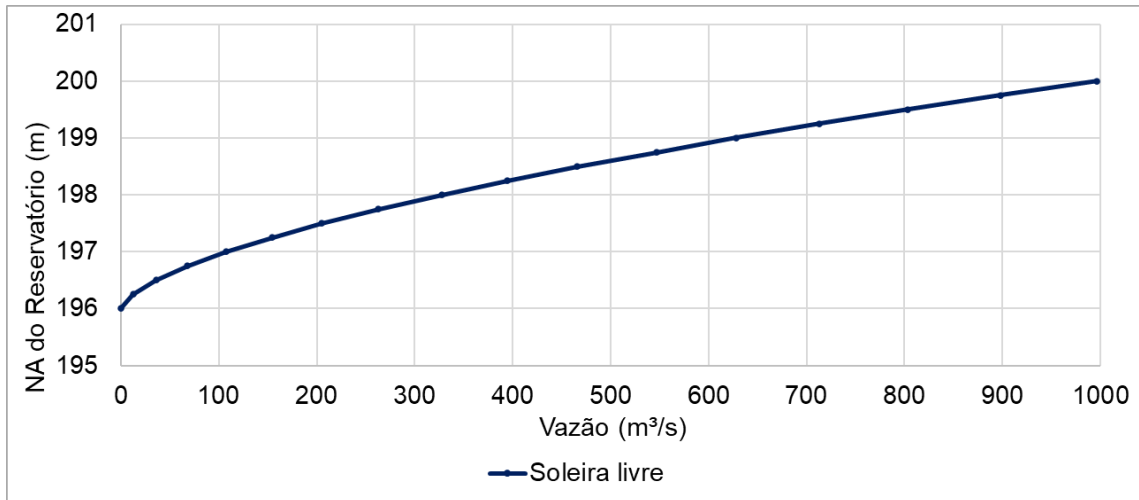


Figura 23 – Curva cota-descarga do vertedouro – Barragem de Geração. Fonte: adaptado de FGR-RPS-22-007 (Enemax Engenharia e Consultoria, 2022).

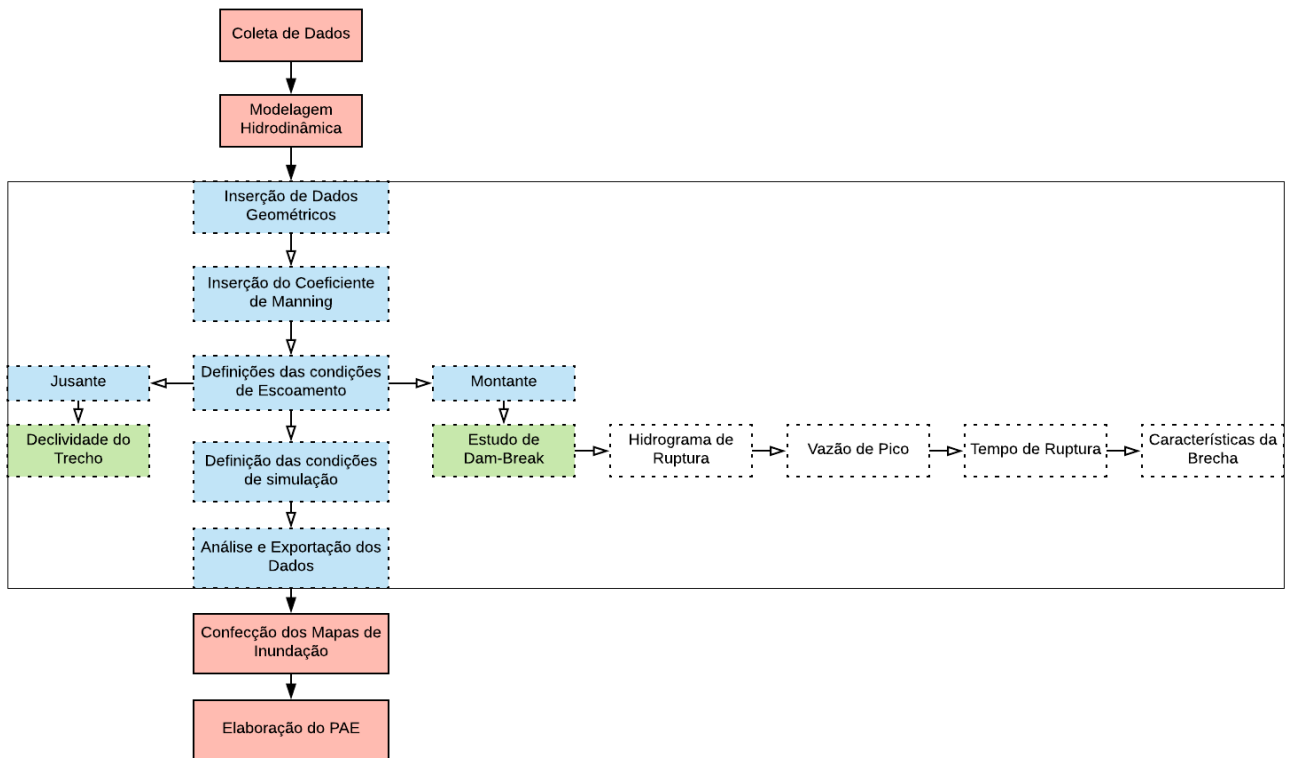


Figura 24 – Metodologia aplicada para simulação de rompimentos de barragens

2. Modelagem Hidrodinâmica

2.1. Base Topográfica e trecho de Simulação

O trecho de propagação para a simulação possui cerca de 55 km, até a região de jusante da barragem de Derivação da PCH Francisco Gros, no distrito de Santa Leopoldina, ES. A morfologia da calha do rio foi elaborada através das profundidades e dos NAs (níveis de água) tomados ao longo do trecho de jusante.

A área estudada está representada na **Figura 25** através da ortofoto e do modelo digital do terreno – MDT, fornecidos pela SAI Brasil em 2022. O trecho final da modelagem foi complementado com os levantamentos fornecidos pela Matrix Engenharia e Topografia em 2020. Os dados básicos do levantamento são apresentados na **Tabela 6** e na **Tabela 7**.

Tabela 6 – Dados do aerolevanteamento com drone. Fonte: adaptado de SAI Brasil, 2022.

Dados aerolevanteamento fotogramétrico	
Datum Horizontal	SIRGAS 2000
Datum Vertical	Altitude ortométrica Imbituba (SC)
Fuso	24S
Modelo geoidal	MapGeo2015
Resolução especial (MDT)	10 cm
GSD (Ortofoto)	25 cm

Tabela 7 – Dados do aerolevanteamento com drone. Fonte: adaptado de Matrix Engenharia e Topografia, 2020.

Dados aerolevanteamento fotogramétrico	
Datum Horizontal	SIRGAS 2000
Datum Vertical	Altitude ortométrica Imbituba (SC)
Fuso	24S
Modelo geoidal	MapGeo2015
Resolução espacial	1 m/pixel



Figura 25 – MDT e ortofoto da área estudada. Fonte: Serviço de aerolevanteamento com geração de produtos cartográficos – Áreas no Estado do Espírito Santo. SAI Brasil (2022).

A malha adotada para a modelagem numérica bidimensional (2D) possui células de 15x15 m, sendo que na calha principal a malha foi refinada, para melhor caracterização hidráulica, com células de 5x5 m (**Figura 26**).

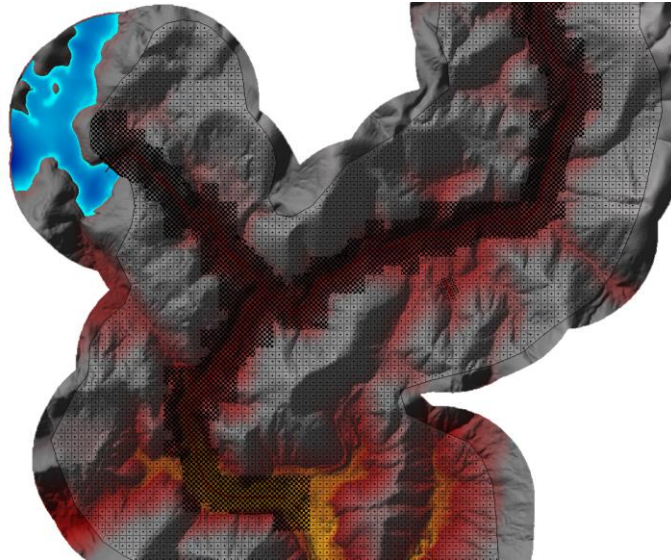


Figura 26 - Trecho da malha utilizada para processamento do modelo.

3. Coeficiente de Rugosidade

No estudo de ruptura hipotética, admite-se a hipótese simplificadora de escoamento invíscido, ou seja, ausência de forças internas de resistência ao escoamento. No que concerne a forças externas, a resistência (perda de carga) que a rugosidade do leito do rio e da planície de inundação impõe ao fluxo foi caracterizada pelo coeficiente de Manning (n). O coeficiente de Manning foi atribuído através de comparações entre o local do estudo e os valores sugeridos na literatura (Chow, 1959).

O mapeamento do uso e cobertura do solo nas regiões de jusante, foi realizado via classificação supervisionada de imagem do satélite CBERS 04A (WPM) com 2 m de resolução espacial (INPE, 2022). A **Tabela 8** indica a setorização do uso do solo com os respectivos coeficientes de Manning adotados para a modelagem.

Tabela 8 – Coeficientes de Manning adotados. Fonte: adaptado de Chow, 1959.

Categoria	n (rugosidade Manning)
Pastagem e Solo Exposto	0,045
Leito Rio	0,065
Vegetação Densa	0,080
Vegetação Rasteira	0,050

Área urbana	0,200
-------------	-------

4. Condição de escoamento

A propagação do hidrograma de ruptura no vale a jusante da PCH Francisco Gros foi realizada com o software HEC-RAS 6.2. O software utiliza métodos numéricos para solucionar as equações completas de Saint-Venant, que modelam o escoamento em regime não-permanente, a partir dos princípios de conservação do momento linear e da massa, como uma tentativa de simular, de maneira aproximada, a realidade de um evento dessa proporção.

Em todos os cenários simulados a condição inicial foi gerada a partir do preenchimento da calha com vazões constantes das cheias naturais afluentes ao reservatório e provenientes dos tributários a jusante do barramento.

Os hidrogramas de ruptura das barragens de Derivação e de Geração, **Figura 27** e **Figura 28**, respectivamente, correspondentes à cada cenário foram adotados como condição de contorno de montante a ser propagada a jusante. A condição de contorno de jusante foi definida pela profundidade normal.

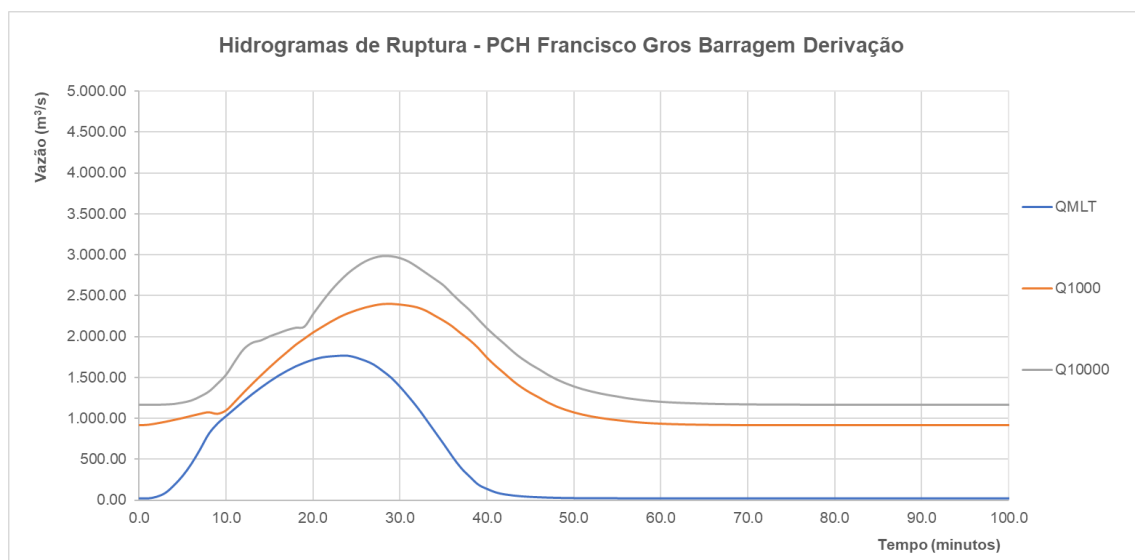


Figura 27 - Hidrogramas de ruptura da barragem de Derivação para os cenários estudados

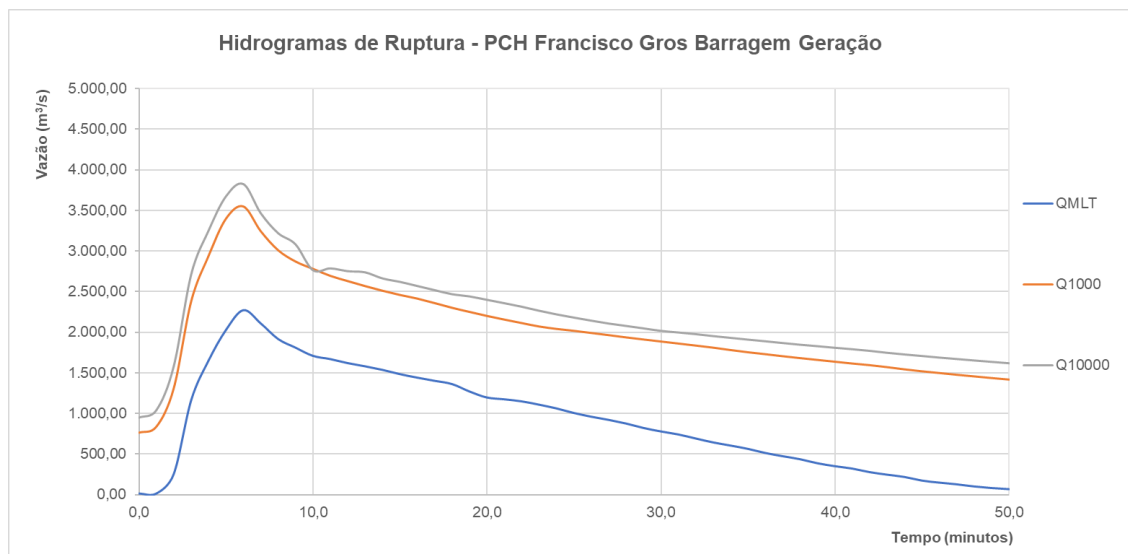


Figura 28 - Hidrogramas de ruptura barragem de Geração para os cenários estudados

Para a definição do critério de parada foi adotada a diferença entre a profundidade do hidrograma de ruptura e a profundidade da cheia natural na vizinhança de 61 cm (ou dois pés).

As vazões de contribuição dos tributários foram determinadas por regionalização de vazões conforme a área de drenagem do tributário na confluência com o curso d'água principal (rio Itapemirim).

5. Cenários de Ruptura

Foram analisados seis cenários contemplando a eventual ruptura das barragens de Derivação e de Geração.

Avaliando os possíveis cenários de ruptura da barragem de Derivação, o trecho que resultaria em maior volume de água propagado e, conseqüentemente, maior hidrograma defluente é, justamente, a estrutura da barragem de terra de Derivação, por possuir maiores altura e largura em relação aos outros trechos.

A Barragem de Derivação da PCH Francisco Gros é constituída por uma barragem de terra homogênea de solo compactado, filtro em areia e transição em enrocamento com taludes 1V:1,6H na El. 198,50 m, tendo sua fundação em rocha no leito do rio e solo no encontro com as margens direita e esquerda.

A **Figura 29** e a **Figura 30** ilustram a factibilidade geométrica e lateral da brecha (em vermelho, sobreposta ao perfil longitudinal da barragem), que se encontra entre

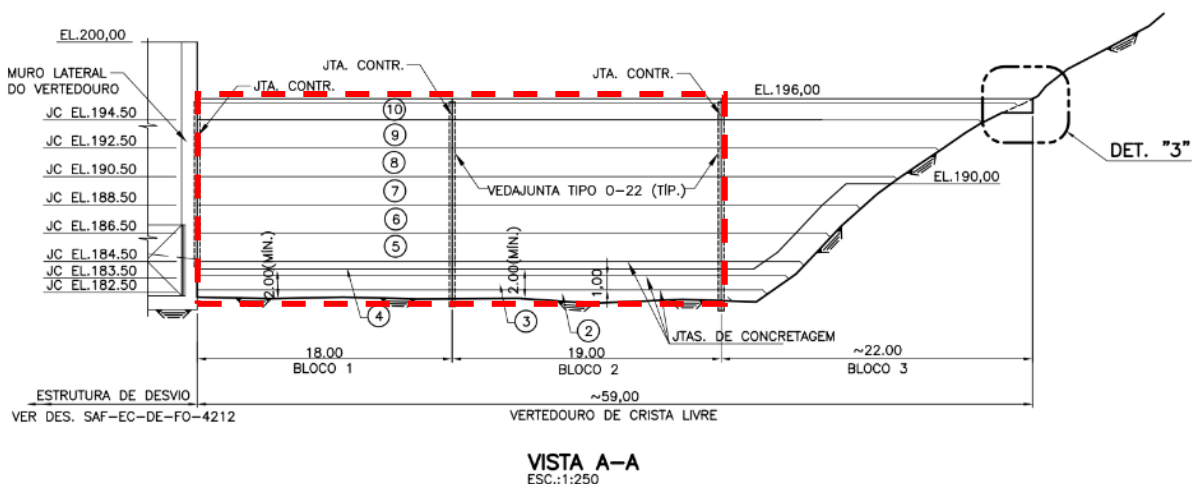


Figura 31 – Seção do Vertedouro. Fonte: Vertedouro de Geração e Barragem Ombreira Direita – Formas (SAF-EC-DE-FO-4219-R2). MEK Engenharia.

6. Vazão de Ruptura

Foram analisados seis cenários contemplando a eventual ruptura de um bloco da estrutura do vertedouro de soleira livre, sob diversas condições de operação, com diferentes vazões afluentes, e a ruptura em cascata da PCH Francisco Gros, variando de QMLT até um Tempo de Retorno (TR) igual a 10.000 anos (**Tabela 9**).

Foram analisados seis cenários contemplando a eventual ruptura da barragem de terra de Derivação da PCH Francisco Gros, sob diversas condições de operação, com diferentes vazões afluentes, e outros três cenários de ruptura de dois blocos da estrutura do vertedouro controlado por comportas da barragem de Geração, variando de QMLT até um Tempo de Retorno (TR) igual a 10.000 anos.

As vazões de referência utilizadas no estudo de *Dam Break* são relativas a tempos de retorno comumente utilizados nesse tipo de estudo.

Tabela 9 – Cenários considerados no estudo.

Cenário	Descrição	Modo de falha		Tempo de Retorno (TR)	Vazão afluente (m ³ /s)
		Barragem de Derivação	Barragem de Geração		
1	Ruptura em dia seco (associada à vazão média de longo termo - Q _{MLT})	Piping	-	Q _{MLT}	23,30
2	Ruptura associada à vazão afluente de TR de 1.000 anos	Piping	-	1.000 anos	918
3	Ruptura associada à vazão afluente de TR de 10.000 anos	Piping	-	10.000 anos	1.167
4	Ruptura em dia seco (associada à vazão média de longo termo - Q _{MLT})	-	Tombamento	Q _{MLT}	14,80
5	Ruptura associada à vazão afluente de TR de 1.000 anos	-	Tombamento	1.000 anos	761
6	Ruptura associada à vazão afluente de TR de 10.000 anos	-	Tombamento	10.000 anos	952

Resumidamente, as análises permitiram obter o hidrograma de ruptura, para cada um dos cenários, e propagá-lo no vale a jusante através de modelagem hidrodinâmica 2D (HEC-RAS 6.3.1). Foram gerados os mapas de inundação, permitindo a identificação da zona de auto salvamento (ZAS) e zona de segurança secundária (ZSS).

7. Mapas de Inundação

7.1. Resultados cenários 1 a 3: ruptura da barragem de derivação de Francisco Gros

Os cenários 1, 2 e 3 avaliam a cheia da eventual ruptura da barragem de terra de Derivação (erosão interna) considerando afluência das cheias naturais Q_{MLT} (dia seco), 1.000 anos e 10.000 anos (dia chuvoso).

Para o cenário 1 (Q_{MLT}), a vazão máxima de ruptura obtida para a seção imediatamente a jusante da barragem foi de 1.766,26 m³/s (**Tabela 10**), sendo amortecida nas seções subsequentes e atingindo uma vazão mínima de 133,50 m³/s na seção ST-FGR-CON-40000.

Os efeitos de uma eventual ruptura no cenário 1 (QMLT) são comparáveis a uma cheia natural com tempo de recorrência superior a 10.000 anos na seção imediatamente a jusante da barragem de terra e inferior a 2 anos a partir da seção ST-FGR-CON-15000. A mancha de inundação permanece contida na calha do rio Itapemirim atingindo algumas edificações entre as seções ST-FGR-CON-7000 e ST-FGR-CON-9000, com lâmina d'água superior a 61 cm e alto risco hidrodinâmico.

Para o cenário 2 (Q1.000), a vazão máxima de ruptura obtida para a seção imediatamente a jusante da barragem de terra foi de 2.401,10 m³/s. A mancha de inundação atinge uma quantidade significativa de edificações a partir da seção ST-FGR-CON-7000, onde o tempo de chegada de 2 pés é de 1 hora e 39 minutos com uma vazão máxima de 2.449,00 m³/s (**Tabela 11**). A partir desta seção a profundidade incremental, a saber, a diferença entre a cota da cheia de inundação e a cota da cheia natural, é inferior a 61 cm até o fim da região de estudo.

O cenário 3 (Q10.000), apresenta uma vazão máxima de ruptura obtida para a seção imediatamente a jusante do vertedouro foi de 2.983,80 m³/s. A mancha de inundação atinge uma quantidade significativa de edificações a partir da seção ST-FGR-CON-7000, onde o tempo de chegada de 2 pés é de 1 hora e 35 minutos com uma vazão máxima 3.049,90 m³/s (**Tabela 12**). A partir desta seção a profundidade incremental, a saber, a diferença entre a cota da cheia de inundação e a cota da cheia natural, é inferior a 61 cm até o fim da região de estudo.

A partir das tabelas a seguir, verifica-se que no cenário 1 o tempo de chegada de elevação de 2 pés foi atingido em quase todas as seções. Para os cenários 2 e 3, esse tempo foi atingindo até a seção ST-FGR-CON-7000.

Tabela 10 – Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais para o cenário 1

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 1 (Q _{MLT})			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-0	0	1.766,30	00:27	00:06	185,32
ST-FGR-GER-50	50	14,80	23:29	-	183,13
ST-FGR-GER-900	900	47,80	00:47	00:32	151,19
ST-FGR-DER-1000	1000	1.677,40	00:31	00:12	179,17
ST-FGR-DER-2000	2000	1.623,50	00:33	00:17	173,59
ST-FGR-DER-3000	3000	1.586,00	00:36	00:22	166,13
ST-FGR-DER-4000	4000	1.388,60	00:44	00:25	155,82

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 1 (Q _{MLT})			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-5000	5000	1.311,30	00:45	00:30	151,73
ST-FGR-CON-1000	6000	1.312,10	00:49	00:35	127,91
ST-FGR-CON-2000	7000	1.187,60	00:57	00:42	122,77
ST-FGR-CON-3000	8000	825,70	01:14	00:48	120,90
ST-FGR-CON-4000	9000	647,90	01:21	00:54	119,85
ST-FGR-CON-5000	10000	598,90	01:26	01:02	117,52
ST-FGR-CON-6000	11000	578,80	01:41	01:10	110,50
ST-FGR-CON-7000	12000	476,10	01:57	01:20	108,73
ST-FGR-CON-8000	13000	434,80	02:24	01:28	106,98
ST-FGR-CON-9000	14000	384,60	02:40	01:37	106,11
ST-FGR-CON-10000	15000	336,40	02:59	01:47	105,23
ST-FGR-CON-11000	16000	306,90	03:15	01:55	104,64
ST-FGR-CON-12000	17000	272,30	03:29	02:05	104,08
ST-FGR-CON-13000	18000	258,70	03:41	02:15	103,36
ST-FGR-CON-14000	19000	249,70	04:19	02:31	102,45
ST-FGR-CON-15000	20000	201,20	04:29	02:42	102,08
ST-FGR-CON-20000	25000	175,70	06:06	03:52	97,78
ST-FGR-CON-25000	30000	172,90	07:15	05:22	91,58
ST-FGR-CON-30000	35000	160,60	08:46	06:42	84,17
ST-FGR-CON-35000	40000	153,80	10:37	08:40	77,72
ST-FGR-CON-40000	45000	133,50	11:59	10:24	73,00
ST-FGR-CON-45000	50000	141,60	10:48	10:45	63,23
ST-FGR-CON-50000	55000	155,50	15:24	-	57,08

Tabela 11 – Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais para o Cenário 2

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 2 TR 1.000)			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-0	0	2.401,10	00:34	00:09	186,63
ST-FGR-GER-50	50	763,10	10:40	-	188,77
ST-FGR-GER-900	900	781,80	00:51	00:38	153,70
ST-FGR-DER-1000	1000	2.329,40	00:37	00:17	180,54
ST-FGR-DER-2000	2000	2.286,90	00:39	00:20	174,82
ST-FGR-DER-3000	3000	2.257,60	00:42	00:23	167,37
ST-FGR-DER-4000	4000	2.108,90	00:50	00:27	157,90
ST-FGR-DER-5000	5000	2.051,70	00:50	00:31	153,52
ST-FGR-CON-1000	6000	2.799,80	00:53	00:36	130,16
ST-FGR-CON-2000	7000	2.692,90	01:06	00:45	126,60
ST-FGR-CON-3000	8000	2.460,90	01:11	00:49	125,89
ST-FGR-CON-4000	9000	2.417,70	01:15	00:56	123,93
ST-FGR-CON-5000	10000	2.398,90	01:18	01:01	120,83
ST-FGR-CON-6000	11000	2.356,60	01:45	01:31	116,51
ST-FGR-CON-7000	12000	2.449,00	01:49	01:39	116,18
ST-FGR-CON-8000	13000	2.398,70	01:56	-	115,40
ST-FGR-CON-9000	14000	2.347,10	02:06	-	114,33
ST-FGR-CON-10000	15000	1.860,00	02:33	-	113,36
ST-FGR-CON-11000	16000	1.330,10	02:48	-	113,00
ST-FGR-CON-12000	17000	1.744,70	02:56	-	112,72

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 2 TR 1.000)			
		Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-CON-13000	18000	2.250,30	03:09	-	112,19
ST-FGR-CON-14000	19000	2.458,20	03:22	-	111,52
ST-FGR-CON-15000	20000	2.430,10	03:26	-	110,79

Tabela 12 – Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais para o Cenário 3

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 3 TR 10.000)			
		Vazão de pico (m³/s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-0	0	2.983,80	00:32	00:11	187,25
ST-FGR-GER-50	50	958,50	00:23	-	189,68
ST-FGR-GER-900	900	977,80	00:51	00:37	154,53
ST-FGR-DER-1000	1000	2.856,00	00:36	00:16	181,4
ST-FGR-DER-2000	2000	2.784,60	00:38	00:19	175,75
ST-FGR-DER-3000	3000	2.744,00	00:41	00:22	168,24
ST-FGR-DER-4000	4000	2.542,30	00:48	00:26	158,94
ST-FGR-DER-5000	5000	2.471,30	00:50	00:31	154,7
ST-FGR-CON-1000	6000	3.409,20	00:53	00:35	130,91
ST-FGR-CON-2000	7000	3.282,70	01:07	00:44	127,64
ST-FGR-CON-3000	8000	3.020,10	01:11	00:48	126,95
ST-FGR-CON-4000	9000	2.974,50	01:14	00:55	124,74
ST-FGR-CON-5000	10000	2.954,20	01:17	01:00	121,55
ST-FGR-CON-6000	11000	2.888,70	01:44	01:29	117,88
ST-FGR-CON-7000	12000	3.049,90	01:48	01:35	117,53
ST-FGR-CON-8000	13000	2.995,60	01:54	-	116,69
ST-FGR-CON-9000	14000	2.866,90	02:05	-	115,57
ST-FGR-CON-10000	15000	2.249,50	02:33	-	114,6
ST-FGR-CON-11000	16000	1.561,40	02:45	-	114,24
ST-FGR-CON-12000	17000	2.138,00	02:52	-	113,99
ST-FGR-CON-13000	18000	2.817,30	03:03	-	113,43
ST-FGR-CON-14000	19000	3.081,60	03:15	-	112,72
ST-FGR-CON-15000	20000	3.049,30	03:20	-	111,88

A **Tabela 13** apresenta a profundidade incremental em cada seção para os três cenários. A profundidade incremental é obtida pela diferença entre a cota atingida pela onda de ruptura na seção de interesse e a cota obtida no cenário de cheia natural para a mesma seção.

Tabela 13 – Profundidade incremental devido à ruptura da barragem de Derivação em cada seção chave

Seção	Profundidade incremental devido à ruptura da barragem de Derivação (m)		
	Q _{MLT}	TR 1.000	TR 10.000
ST-FGR-DER-0	6,20	3,40	3,33
ST-FGR-GER-50	0,00	0,01	0,02
ST-FGR-GER-900	3,52	1,24	1,37
ST-FGR-DER-1000	6,19	3,15	3,38
ST-FGR-DER-2000	5,14	2,75	3,02
ST-FGR-DER-3000	6,40	2,82	3,03
ST-FGR-DER-4000	6,90	3,33	3,44
ST-FGR-DER-5000	4,03	1,80	2,29
ST-FGR-CON-1000	3,15	1,64	1,69
ST-FGR-CON-2000	4,24	1,39	1,45
ST-FGR-CON-3000	5,04	1,40	1,45
ST-FGR-CON-4000	4,27	1,05	1,09
ST-FGR-CON-5000	2,63	0,91	0,9
ST-FGR-CON-6000	2,95	0,63	0,67
ST-FGR-CON-7000	3,08	0,63	0,64
ST-FGR-CON-8000	3,50	0,56	0,57
ST-FGR-CON-9000	3,79	0,44	0,44
ST-FGR-CON-10000	3,65	0,35	0,36
ST-FGR-CON-11000	3,27	0,34	0,35
ST-FGR-CON-12000	2,91	0,34	0,35
ST-FGR-CON-13000	2,53	0,31	0,33
ST-FGR-CON-14000	2,20	0,30	0,32
ST-FGR-CON-15000	2,01	0,28	0,29
ST-FGR-CON-20000	1,44	-	-
ST-FGR-CON-25000	1,03	-	-
ST-FGR-CON-30000	1,18	-	-
ST-FGR-CON-35000	0,90	-	-
ST-FGR-CON-40000	0,73	-	-
ST-FGR-CON-45000	0,63	-	-
ST-FGR-CON-50000	0,34	-	-

Observando a propagação da cheia de ruptura pelas seções de referência, para o cenário 1, percebe-se um amortecimento de cerca de 26% entre o barramento da barragem de Derivação e a seção ST-FGR-CON-1000, que marca a confluência entre os rios Braço Norte Esquerdo e braço Norte Direito. Até a seção ST-FGR-CON-10000, no centro urbano de Rive, percebe-se um amortecimento de 74%, e até a última seção do estudo, ST-FGR-CON-50000, o amortecimento é da ordem de 91% (**Figura 32**).

Para os cenários 2 e 3, **Figura 33** e **Figura 34**, respectivamente, percebe-se um amortecimento de cerca de 23% e 25% entre o barramento e a seção ST-FGR-CON-10000. Os gráficos a seguir exibem os hidrogramas de ruptura em cada seção, incluindo as vazões de contribuição das bacias a jusante.

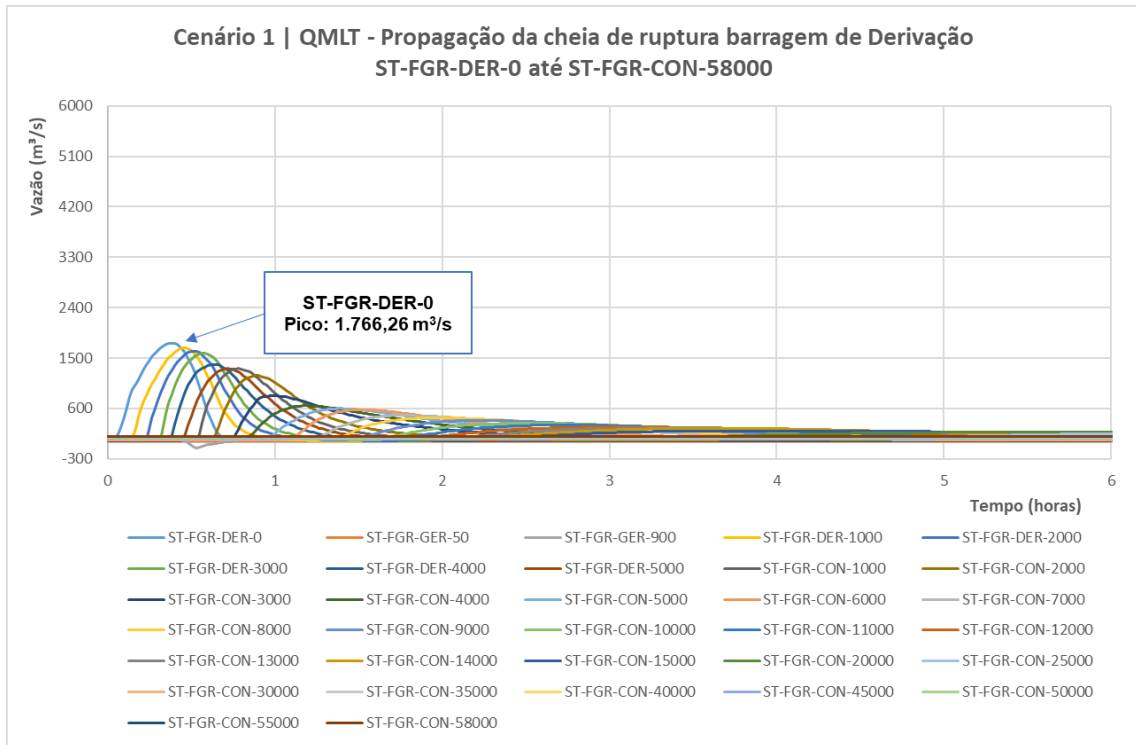


Figura 32 - Propagação da cheia de ruptura pelas seções de referência (cenário 1).

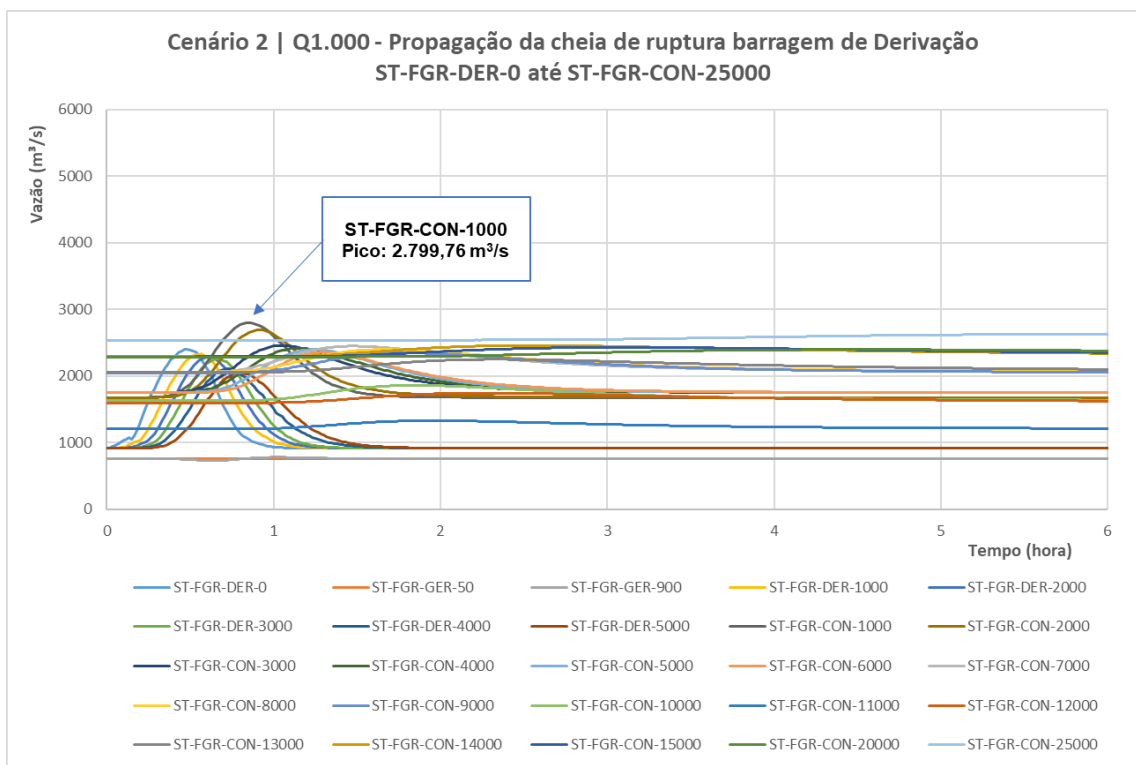


Figura 33 - Propagação da cheia de ruptura pelas seções de referência (cenário 2).

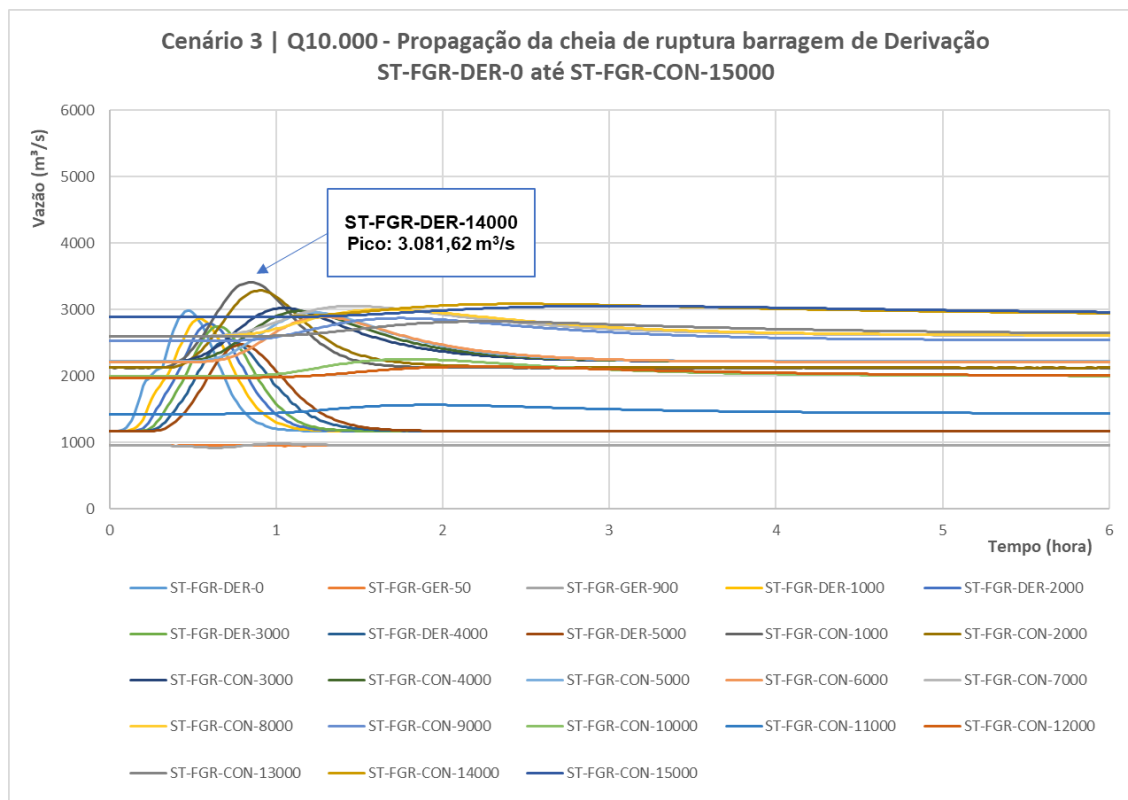


Figura 34 - Propagação da cheia de ruptura pelas seções de referência (cenário 3).

7.2. Resultados cenários 4 a 6: ruptura da barragem de Geração de Francisco Gros

Os cenários 4 a 6 avaliam a cheia da eventual ruptura da PCH Francisco Gros por tombamento dos blocos do vertedouro, considerando afluência natural variando de QMLT (dia seco) a um tempo de recorrência de 10.000 anos (dia chuvoso).

Para o cenário 4 (QMLT), a vazão máxima de ruptura obtida para a seção imediatamente a jusante do vertedouro foi de 2.269,60 m³/s (**Tabela 14**). A mancha de inundação pouco ultrapassa a calha do rio Itapemirim atingindo algumas edificações entre as seções ST-FGR-CON-7000 e ST-FGR-CON-10000, no distrito de Rive, em Alegre no Espírito Santo.

Nos cenários 5 e 6, a vazão máxima de ruptura obtida para a seção imediatamente a jusante do vertedouro foi de 3.548,10 m³/s e 3.824,70 m³/s, respectivamente (**Tabela 15** e **Tabela 16**). Para o cenário 5 (Q1.000), a mancha de inundação atinge algumas edificações a partir da seção ST-FGR-CON-7000, onde o

tempo de chegada de 2 pés é de 52 minutos com uma vazão máxima de 2.725,80 m³/s.

Conforme a **Tabela 16**, os efeitos de uma eventual ruptura no cenário 6 são comparáveis a uma cheia natural com tempo de recorrência superior a 10.000 anos em todas as seções. Os efeitos da onda de ruptura continuam sendo percebidos até a seção ST-FGR-CON-18000 e a seção ST-FGR-CON-15000, para os cenários 5 e 6, respectivamente. A partir desses trechos, a profundidade incremental passa a ser inferior a 61 cm.

As tabelas a seguir apresentam as vazões de pico e o NA máximo atingido em cada seção para os diferentes cenários. Também são exibidos os tempos de chegada das ondas de ruptura, avaliando-se o tempo de chegada do pico da onda e o tempo de chegada de uma onda com elevação de 2 pés, ou 61 cm.

Tabela 14 – Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais para o Cenário 4

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 4 (Q _{MLT})			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada “2 pés” (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-0	0	23,70	-	-	179,12
ST-FGR-GER-50	50	2.269,60	00:10	00:04	193,30
ST-FGR-GER-900	900	1.747,20	00:14	00:07	154,89
ST-FGR-DER-1000	1000	23,30	-	-	172,97
ST-FGR-DER-2000	2000	23,30	-	-	168,55
ST-FGR-DER-3000	3000	23,30	-	-	159,73
ST-FGR-DER-4000	4000	71,40	00:24	00:14	151,58
ST-FGR-DER-5000	5000	166,90	00:21	00:08	151,32
ST-FGR-CON-1000	6000	1.411,00	00:19	00:11	127,96
ST-FGR-CON-2000	7000	1.308,60	00:33	00:16	123,03
ST-FGR-CON-3000	8000	929,20	00:50	00:23	121,38
ST-FGR-CON-4000	9000	756,10	00:56	00:28	120,27
ST-FGR-CON-5000	10000	705,50	00:57	00:35	117,82
ST-FGR-CON-6000	11000	680,40	01:13	00:44	110,83
ST-FGR-CON-7000	12000	545,90	01:28	00:53	109,05
ST-FGR-CON-8000	13000	492,50	01:55	01:01	107,26
ST-FGR-CON-9000	14000	430,00	02:11	01:09	106,41
ST-FGR-CON-10000	15000	373,70	02:31	01:19	105,49
ST-FGR-CON-11000	16000	337,60	02:47	01:27	104,88
ST-FGR-CON-12000	17000	297,40	03:00	01:36	104,29
ST-FGR-CON-13000	18000	282,20	03:12	01:46	103,54
ST-FGR-CON-14000	19000	272,00	03:47	02:02	102,61
ST-FGR-CON-15000	20000	218,70	03:58	02:12	102,23
ST-FGR-CON-20000	25000	193,50	05:34	03:20	97,92
ST-FGR-CON-25000	30000	187,00	06:44	04:48	91,67
ST-FGR-CON-30000	35000	173,40	08:29	06:07	84,29
ST-FGR-CON-35000	40000	165,70	10:04	07:59	77,80

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 4 (Q _{MLT})			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-CON-40000	45000	138,30	11:25	-	73,29
ST-FGR-CON-45000	50000	146,90	12:53	-	64,21

Tabela 15 – Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais para o Cenário 5

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 5 TR 1.000)			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-0	0	920,30	02:39	-	183,23
ST-FGR-GER-50	50	3.548,10	00:10	00:04	196,54
ST-FGR-GER-900	900	2.876,60	00:12	00:06	157,00
ST-FGR-DER-1000	1000	918,10	00:46	-	177,39
ST-FGR-DER-2000	2000	918,00	00:12	-	172,07
ST-FGR-DER-3000	3000	918,00	00:14	-	164,55
ST-FGR-DER-4000	4000	960,70	00:22	00:13	155,82
ST-FGR-DER-5000	5000	1.023,20	00:15	00:07	154,92
ST-FGR-CON-1000	6000	3.417,40	00:21	00:10	130,93
ST-FGR-CON-2000	7000	3.230,20	00:45	00:15	127,28
ST-FGR-CON-3000	8000	2.805,80	00:49	00:19	126,57
ST-FGR-CON-4000	9000	2.768,70	00:53	00:24	124,45
ST-FGR-CON-5000	10000	2.756,00	00:56	00:28	121,28
ST-FGR-CON-6000	11000	2.693,40	01:32	00:47	117,03
ST-FGR-CON-7000	12000	2.725,80	01:37	00:52	116,68
ST-FGR-CON-8000	13000	2.664,40	01:43	01:00	115,87
ST-FGR-CON-9000	14000	2.584,60	01:55	01:16	114,71
ST-FGR-CON-10000	15000	2.041,80	02:23	01:50	113,69
ST-FGR-CON-11000	16000	1.431,90	02:36	02:05	113,31
ST-FGR-CON-12000	17000	1.874,40	02:44	02:12	113,04
ST-FGR-CON-13000	18000	2.425,40	02:56	02:37	112,50
ST-FGR-CON-14000	19000	2.616,50	03:10	-	111,82
ST-FGR-CON-15000	20000	2.567,50	03:13	-	111,06

Tabela 16 – Resumo dos resultados da ruptura hipotética nas seções transversais para o Cenário 6

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 6 TR 10.000)			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-DER-0	0	1.171,80	06:28	-	183,93
ST-FGR-GER-50	50	3.824,70	00:10	00:04	197,18
ST-FGR-GER-900	900	3.097,30	00:12	00:06	157,50
ST-FGR-DER-1000	1000	1.167,30	02:06	-	177,94
ST-FGR-DER-2000	2000	1.167,10	02:08	-	172,72
ST-FGR-DER-3000	3000	1.167,00	02:09	-	165,20
ST-FGR-DER-4000	4000	1.207,00	00:22	00:13	156,58
ST-FGR-DER-5000	5000	1.267,60	00:13	00:07	155,46
ST-FGR-CON-1000	6000	3.837,20	00:20	00:10	131,19

Seção	Distância da barragem (m)	Cenário 6 TR 10.000			
		Vazão de pico (m ³ /s)	Tempo de chegada pico (hh:mm)	Tempo de chegada "2 pés" (61cm) (hh:mm)	NA máximo (m)
ST-FGR-CON-2000	7000	3.645,70	00:45	00:15	128,06
ST-FGR-CON-3000	8000	3.239,20	00:48	00:19	127,36
ST-FGR-CON-4000	9000	3.205,00	00:52	00:24	125,06
ST-FGR-CON-5000	10000	3.191,70	00:56	00:29	121,83
ST-FGR-CON-6000	11000	3.110,80	01:35	00:50	118,30
ST-FGR-CON-7000	12000	3.257,70	01:39	00:55	117,94
ST-FGR-CON-8000	13000	3.200,90	01:45	01:03	117,15
ST-FGR-CON-9000	14000	3.038,40	02:01	01:26	115,95
ST-FGR-CON-10000	15000	2.374,60	02:28	02:19	115,00
ST-FGR-CON-11000	16000	1.624,50	02:40	-	114,66
ST-FGR-CON-12000	17000	2.236,70	02:45	-	114,42
ST-FGR-CON-13000	18000	2.958,10	02:56	-	113,88
ST-FGR-CON-14000	19000	3.217,00	03:08	-	113,22
ST-FGR-CON-15000	20000	3.172,70	03:13	-	112,39

A **Tabela 17** apresenta a profundidade incremental em cada seção para os quatro cenários. A profundidade incremental é obtida pela diferença entre a cota atingida pela onda de ruptura na seção de interesse e a cota obtida no cenário de cheia natural para a mesma seção.

Tabela 17 – Profundidade incremental devido à ruptura da barragem de Geração em cada seção chave

Seção	Profundidade incremental devido à ruptura da barragem de Geração (m)		
	Q _{MLT}	TR 1.000	TR 10.000
ST-FGR-DER-0	0,00	3,40	0,00
ST-FGR-GER-50	10,21	0,01	7,54
ST-FGR-GER-900	7,21	0,00	4,37
ST-FGR-DER-1000	0,00	7,78	0,00
ST-FGR-DER-2000	0,00	4,54	0,00
ST-FGR-DER-3000	0,00	0,00	0,00
ST-FGR-DER-4000	2,65	0,00	1,09
ST-FGR-DER-5000	3,62	0,00	3,05
ST-FGR-CON-1000	3,29	1,25	2,11
ST-FGR-CON-2000	4,50	3,20	1,87
ST-FGR-CON-3000	5,52	2,41	1,86
ST-FGR-CON-4000	4,69	2,07	1,41
ST-FGR-CON-5000	2,93	2,08	1,18
ST-FGR-CON-6000	3,25	1,57	1,03
ST-FGR-CON-7000	3,40	1,36	0,99
ST-FGR-CON-8000	3,80	1,15	0,91
ST-FGR-CON-9000	4,09	1,13	0,71
ST-FGR-CON-10000	3,91	1,03	0,62
ST-FGR-CON-11000	3,51	0,82	0,60
ST-FGR-CON-12000	3,12	0,68	0,59
ST-FGR-CON-13000	2,71	0,65	0,56
ST-FGR-CON-14000	2,37	0,66	0,55

Seção	Profundidade incremental devido à ruptura da barragem de Geração (m)		
	Q _{MLT}	TR 1.000	TR 10.000
ST-FGR-CON-15000	2,16	0,62	0,49
ST-FGR-CON-20000	1,58	0,60	
ST-FGR-CON-25000	1,12	0,55	-
ST-FGR-CON-30000	1,30	-	-
ST-FGR-CON-35000	0,98	-	-
ST-FGR-CON-40000	0,56	-	-
ST-FGR-CON-45000	0,59	-	-

Observando a propagação da cheia de ruptura pelas seções de referência, o amortecimento entre a barragem de Geração e a seção ST-FGR-CON-1000, para o cenário 4, é de cerca de 38%, enquanto até a seção ST-FGR-CON-10000 é de cerca de 76% (**Figura 35**). Para ambos os cenários 5 e 6, percebe-se um amortecimento, de cerca de 23% e 15%, respectivamente, entre a barragem de Geração e a seção ST-FGR-CON-7000 (**Figura 36** e **Figura 37**). Os gráficos a seguir exibem os hidrogramas de ruptura em cada seção, incluindo as vazões de contribuição das bacias a jusante.

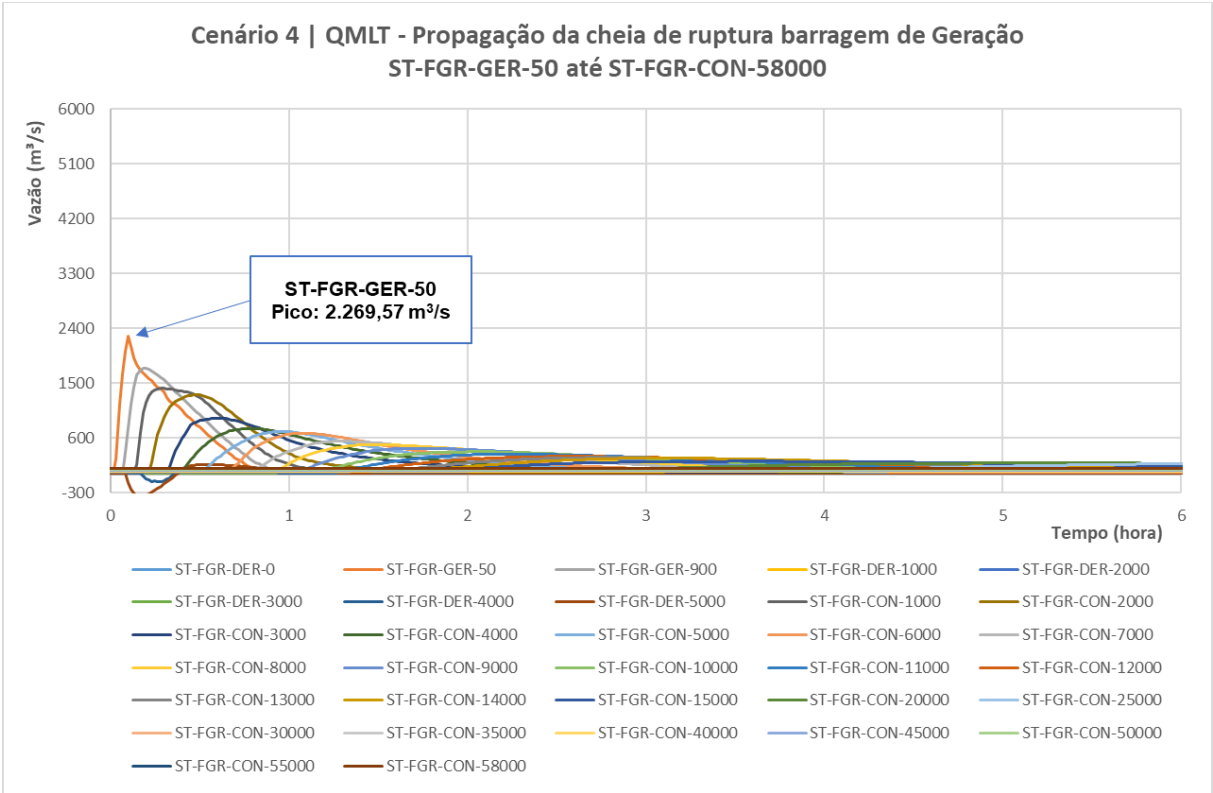


Figura 35 - Propagação da cheia de ruptura da barragem de Geração pelas seções de referência (cenário 4).

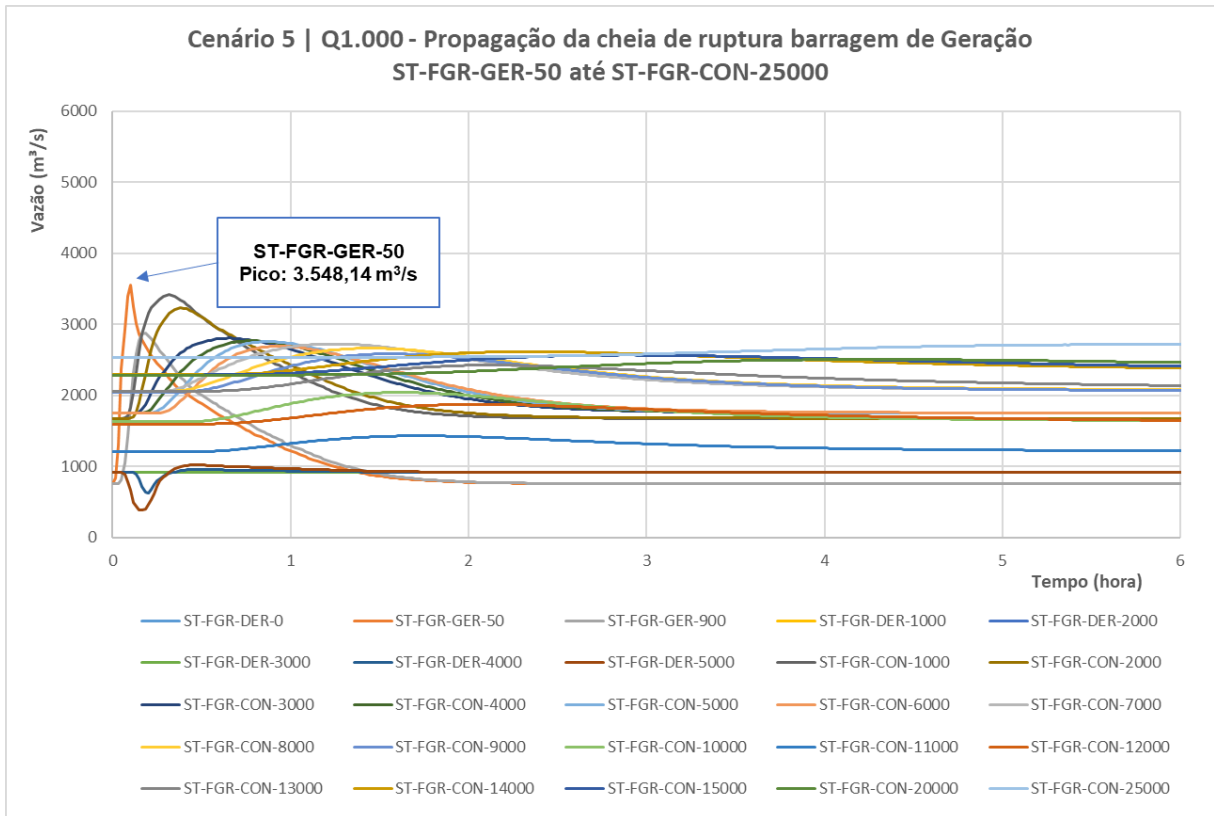


Figura 36 - Propagação da cheia de ruptura da barragem de Geração pelas seções de referência (cenário 5).

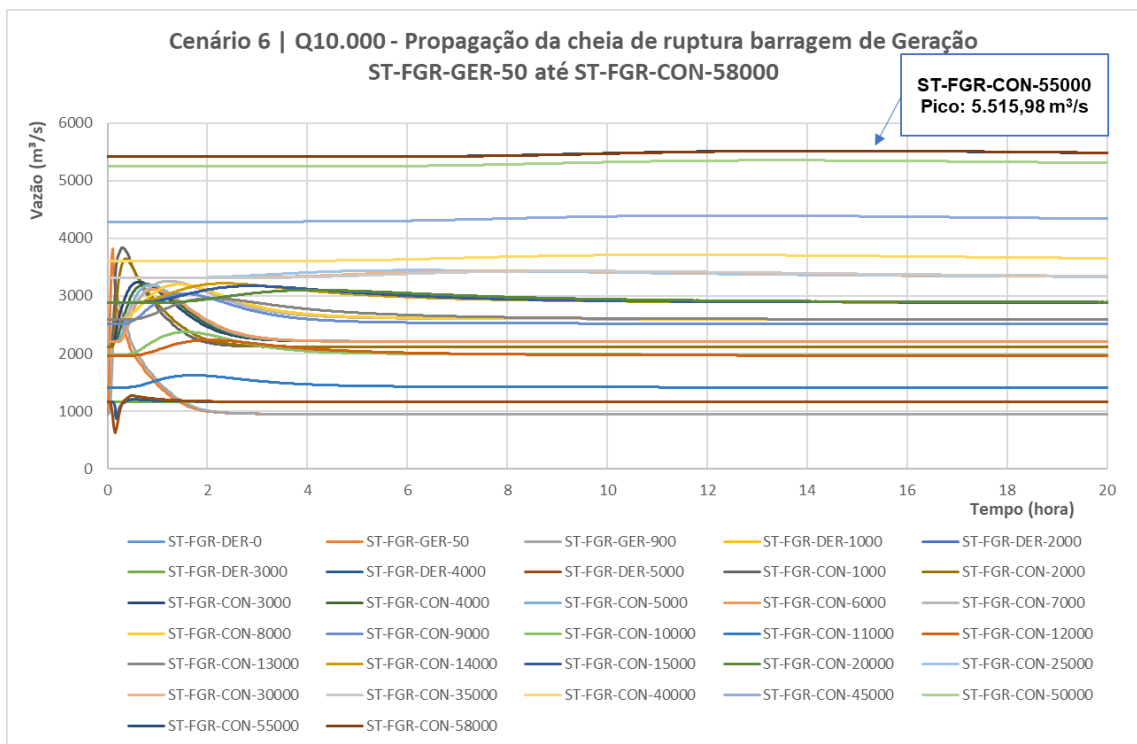


Figura 37 - Propagação da cheia de ruptura da barragem de Geração pelas seções de referência (cenário 6).

Apêndice 15 – Mapas de Inundação

Os mapas de inundação, elaborados no estudo de ruptura hipotética (Enemax Engenharia, 2023) são listados a seguir e compõem o conteúdo do PAE.

Identificação	Cenário	Descrição
FGR-DBK-DE-23-001	1) Ruptura Barragem de Derivação em dia seco (Q _{MLT})	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
FGR-DBK-DE-23-002		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
FGR-DBK-DE-23-003	2) Ruptura Barragem de Geração em dia seco (Q _{MLT})	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
FGR-DBK-DE-23-004		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
FGR-DBK-DE-23-005	3) Ruptura Barragem de Derivação em dia chuvoso (TR 1.000 anos)	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
FGR-DBK-DE-23-006		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
FGR-DBK-DE-23-007	4) Ruptura Barragem de Geração em dia chuvoso (TR 1.000 anos)	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
FGR-DBK-DE-23-008		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
FGR-DBK-DE-23-009	5) Ruptura Barragem de Derivação em dia chuvoso (TR 10.000 anos)	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
FGR-DBK-DE-23-010		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico
FGR-DBK-DE-23-011	6) Ruptura Barragem de Geração em dia chuvoso (TR 10.000 anos)	Mapeamento da Envoltória Máxima de Inundação
FGR-DBK-DE-23-012		Mapeamento do Risco Hidrodinâmico

Apêndice 16 – Sistema de Alerta

O sistema de alerta da PCH Francisco Gros é composto por 13 torres de sirenes distribuídas ao longo das regiões da ZAS e ZSS, conforme **Figura 38**.

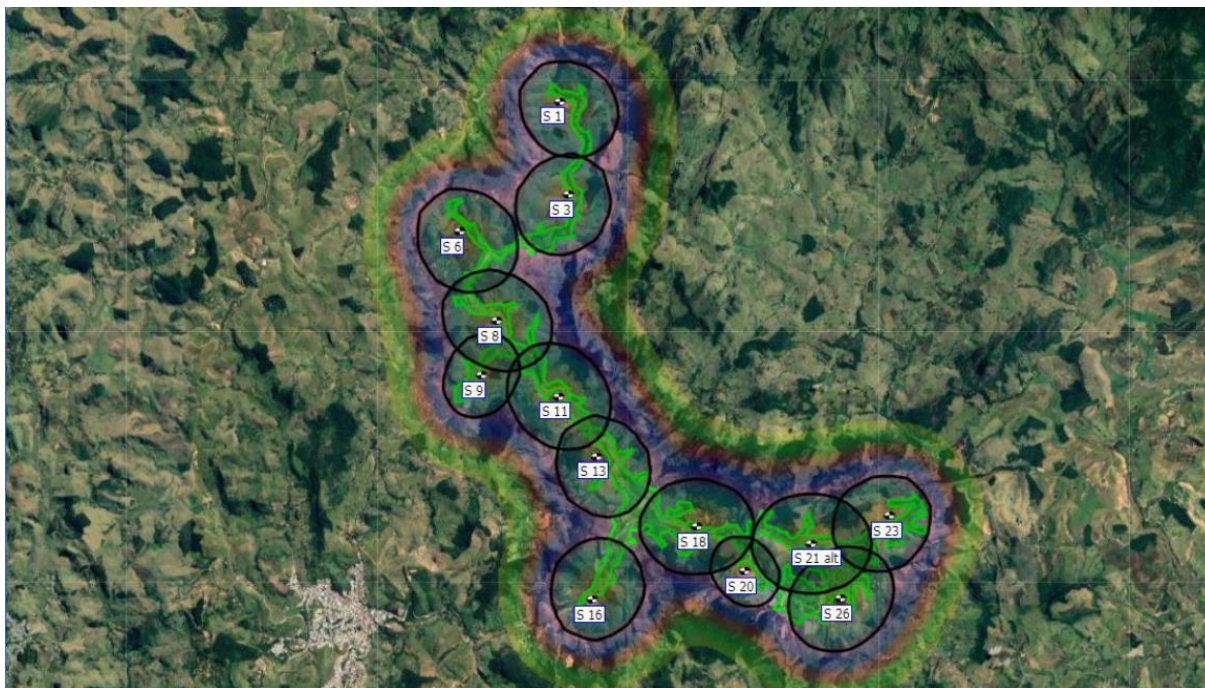


Figura 38 - Localização e alcance das sirenes instaladas

1. Dispositivos da estação

O conjunto que compreende as sirenes nacionais da marca Construserv tem capacidade de operação nas condições ambientais mais adversas e é caracterizado por:

- Sistema modular composto por 4 cornetas de 200WRMS (torres menores), totalizando 800W (pico), o alcance exato é definido conforme cada local e condições topográficas;
- Sistema modular composto por 10 cornetas de 200WRMS (torres maiores), totalizando 2000W (pico), o alcance exato é definido conforme cada local e condições topográficas;
- Sistema modular composto por 2 cornetas de 200WRMS (torres para banhistas), totalizando 400W (pico), o alcance exato é definido conforme cada local e condições topográficas;

 Statkraft	Plano de Ação de Emergência PCH Francisco Gros	Emissão: 01/12/2023
--	---	--------------------------------------

- Capacidade de pré configuração e até 8 tipos diferentes de alarmes sonoros no painel de comando;
- Realização de testes com emissão sonora extremamente baixa (não há teste silencioso efetivo);
- Função de autodiagnóstico de todo sistema com exceção dos amplificadores, gerando alarmes conforme identificado anomalia em tempo real no sistema de operação;
- Possui gabinete completo de aço resistente a raios UVA/UVB, em conformidade com a NBR 6146, classificação equivalente ao IP63, possui total proteção contra pó e chuva. A corneta é produzida em alumínio fundido que evita distorções sonoras.

2. Fornecimento e Gestão de Energia

O fornecimento de gestão de energia será dado através de painéis solares e banco de baterias estacionárias, possuindo carregamento gerenciado por um controlador de carga com monitoramento e proteção contra sobre temperatura, o sistema contará com autonomia de 72 horas ininterruptas e pelo menos 30 minutos contínuos em potência máxima, com uma parada de 1 minuto para resfriamento alternando as cornetas quando necessário.

O sistema contempla independência total de alimentação por fontes de energia da rede pública e geradores a diesel. Conta com sistema de SPDA, proteção completa incluindo protetores de surto, aterramento e abrigo adequado dimensionado para as piores condições ambientais. Possui sistema de segurança e alarme no sistema de supervisão contra vandalismo e operação indevida.

3. Sistema de Transmissão de Dados

O sistema de transmissão de dados tem um link via satélite em todas as estações para que se tenha um alto SLA das estações de alerta, com utilização da banda L, conforme requisitos de chegada de status e acionamento do equipamento. Para as estações com botoeira, ainda existe uma comunicação via rádio ponto a ponto com intranet da usina individualizada, de forma que se perdermos uma torre o sistema continua operante e acessível ao centro de operações.

4. Comunicação estruturada

Para a comunicação estruturada é apresentada a interface do sistema operacional de todo o processo para ativação dos alarmes sonoro e gestão das notificações, o Sistema de Alerta e Notificação em Massa: [Sistemas Construserv \(grupoconstruserv.eng.br\)](http://Sistemas_Construserv_grupoconstruserv.eng.br).

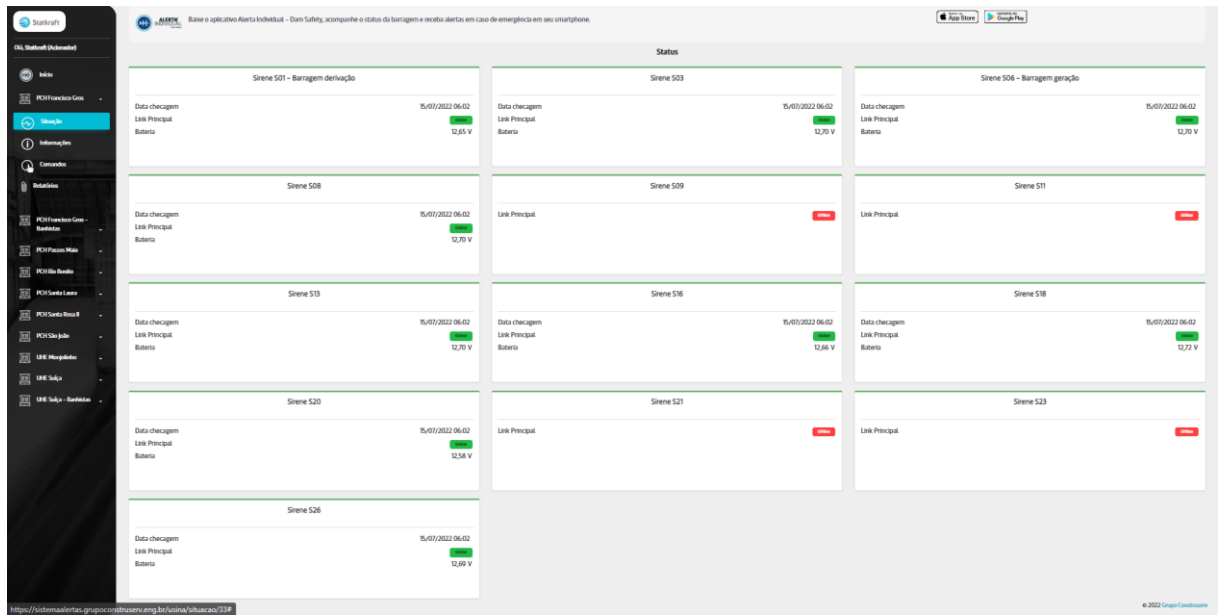


Figura 39 - Tela de Status das sirenes instaladas

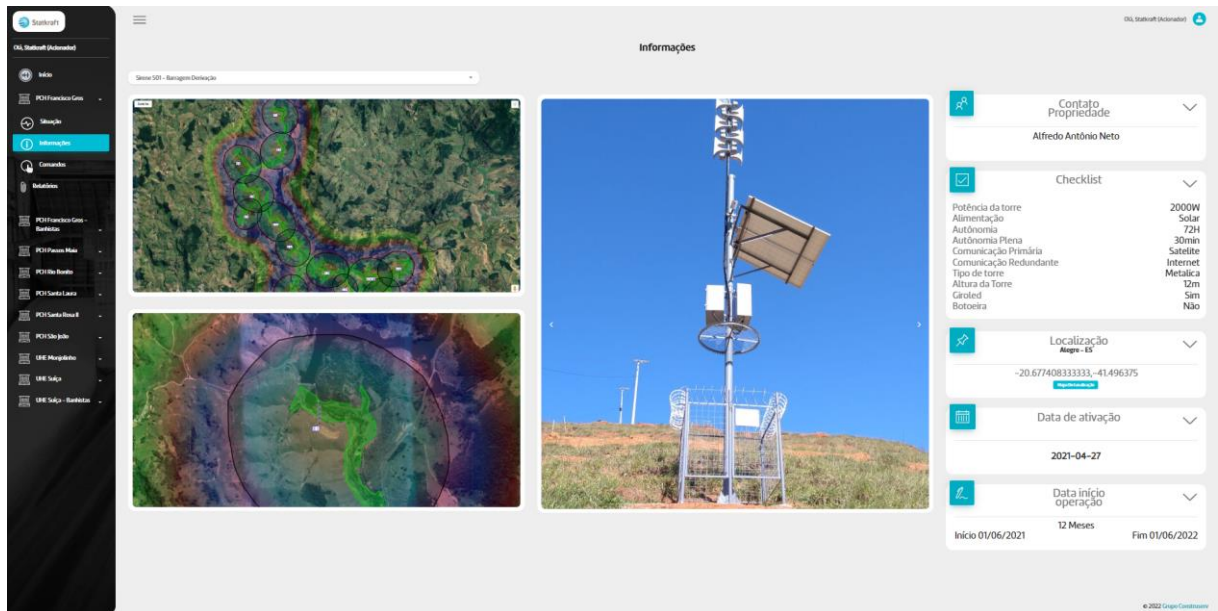


Figura 40 - Tela de Informações das sirenes instaladas

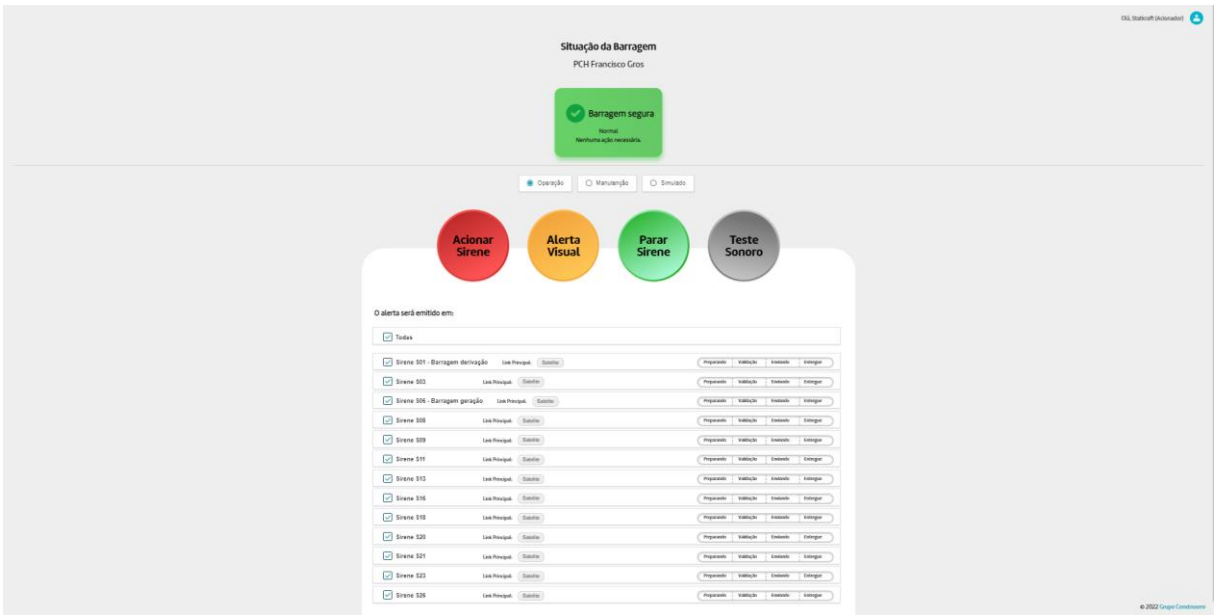


Figura 41 - Tela de acionamento das sirenes

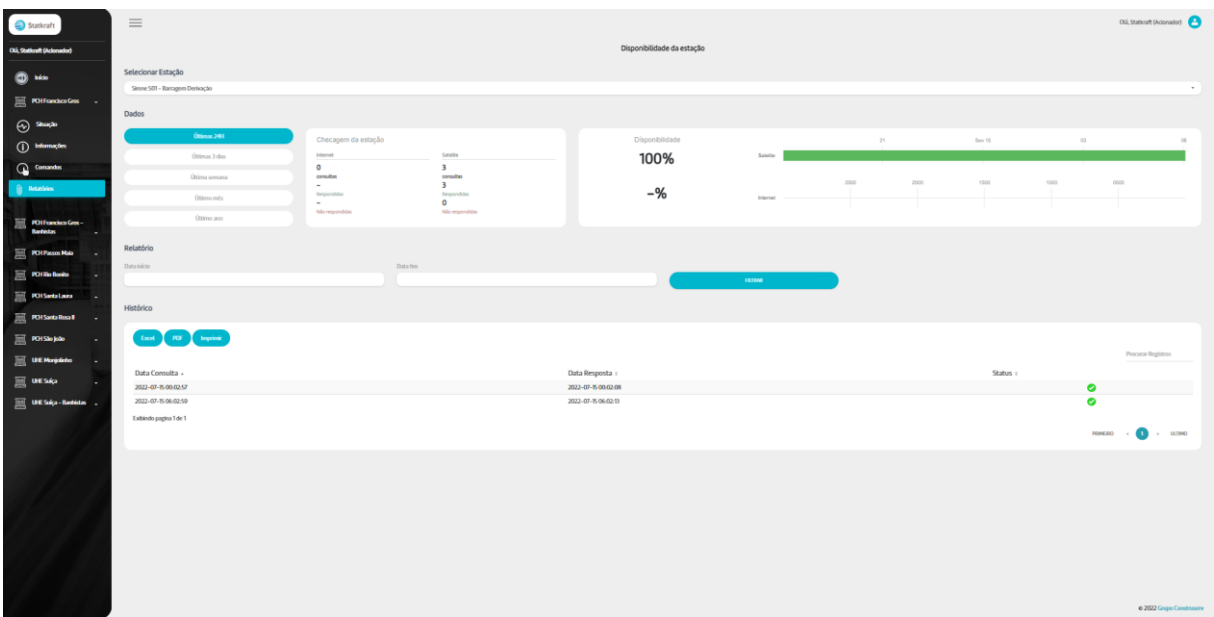


Figura 42 - Tela de relatório das sirenes instaladas

5. Funcionamento do sistema de alerta e emergência

Para operação das estações, o operador poderá realizar o acionamento por duas formas, sendo via botoeira, instaladas na casa de força, ou via centro de operações telecomandado. Nos locais dos acionamentos via botoeira, mesmo sem comunicação as sirenes possam ser acionadas localmente na usina.

Para acionamento a distância será necessário ter login e senha cadastrado com as permissões bem como token de ativação. Todas as alterações de status das torres são gravadas para auditoria com número de IP, data, hora e usuário responsável e podem ser visualizados nos relatórios das pessoas com acessos administrativos.

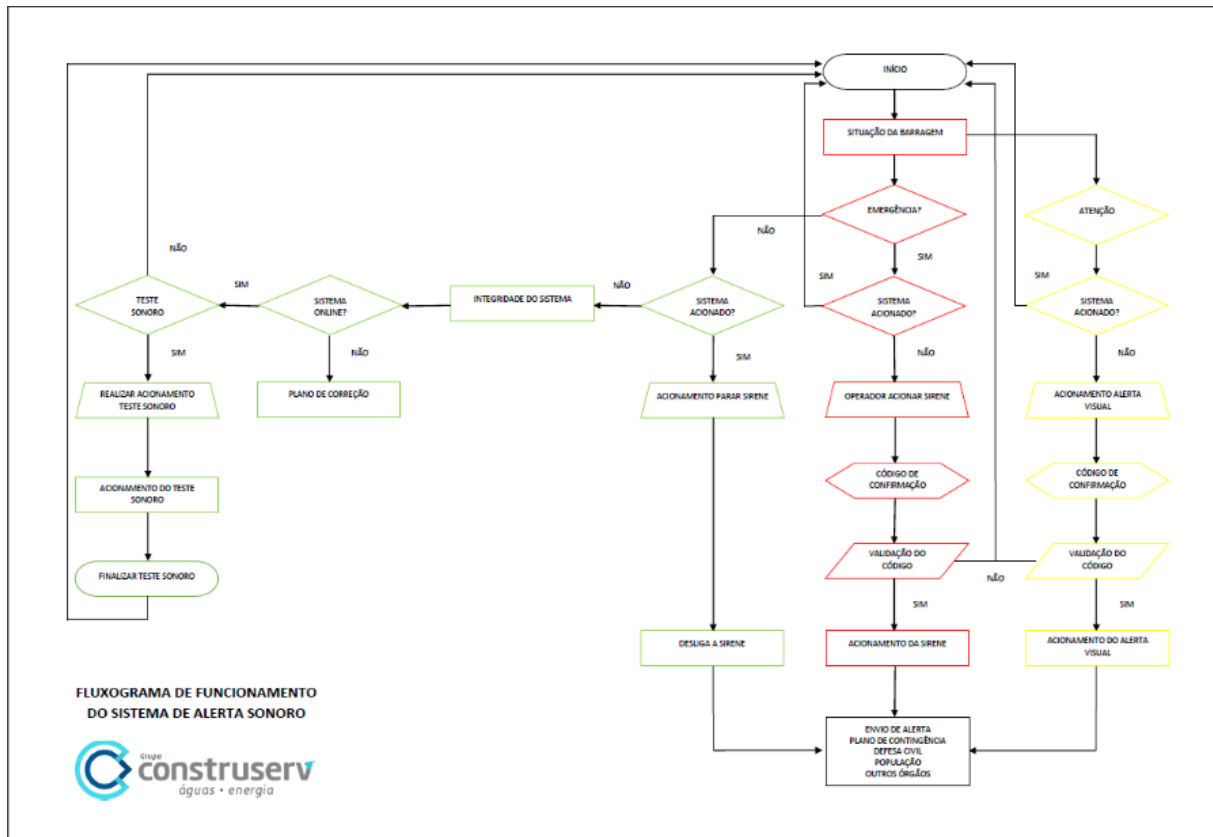


Figura 43 - Funcionamento do sistema de alerta e emergência

6. Integração com Defesa Civil e População

As Defesas Cíveis Regional e Municipal e a população da ZAS têm disponível para informação:

Website com informações em tempo real: [Sistemas Construserv \(grupoconstruserv.eng.br\)](http://Sistemas_Construserv_grupoconstruserv.eng.br); e

Login: franciscogros

Senha: franciscogros

Aplicativo IOS “Android Alerta Individual – Dam Safety” para utilização contínua incluindo localização dos pontos de encontro mais próximos.

Login: franciscogros

Senha: franciscogros

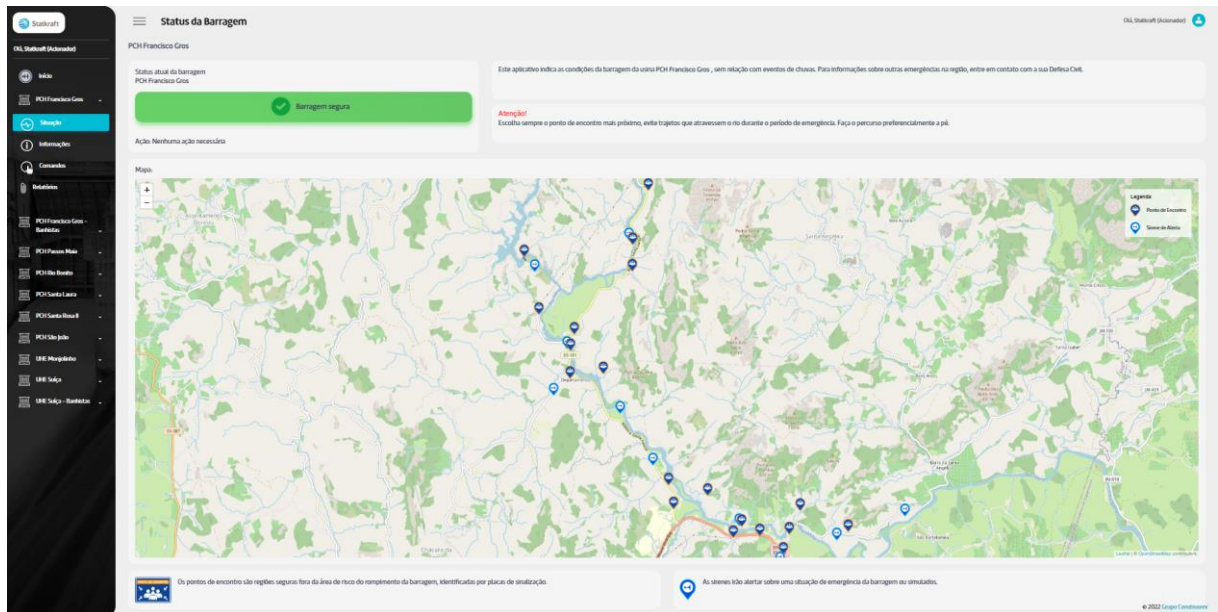


Figura 44 - Tela pública da situação das sirenes

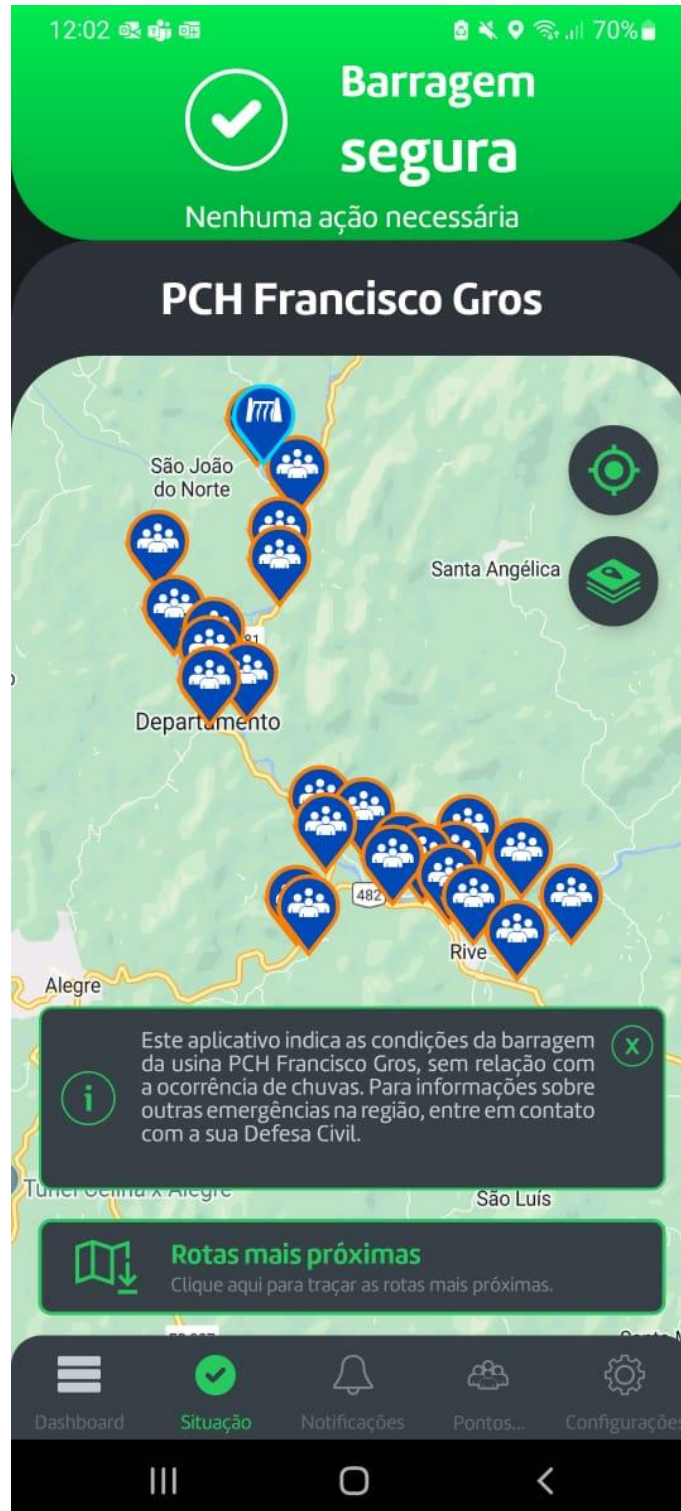


Figura 45 - Tela do aplicativo