



# EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUAS E ENERGIA S.A.

## PLANOS DE AÇÕES DE EMERGENCIAS

Maio/2019



Secretaria de  
Infraestrutura e Meio Ambiente



## Objetivos da Apresentação

Criar canal permanente de comunicação com os Municípios, Defesas Municipais e Estadual, nos aspectos da transparência de nossas ações envolvendo a segurança estrutural de barragens.

Apresentar a estrutura de nossos Planos de Ações de Emergências e as ações que cabem à EMAE.

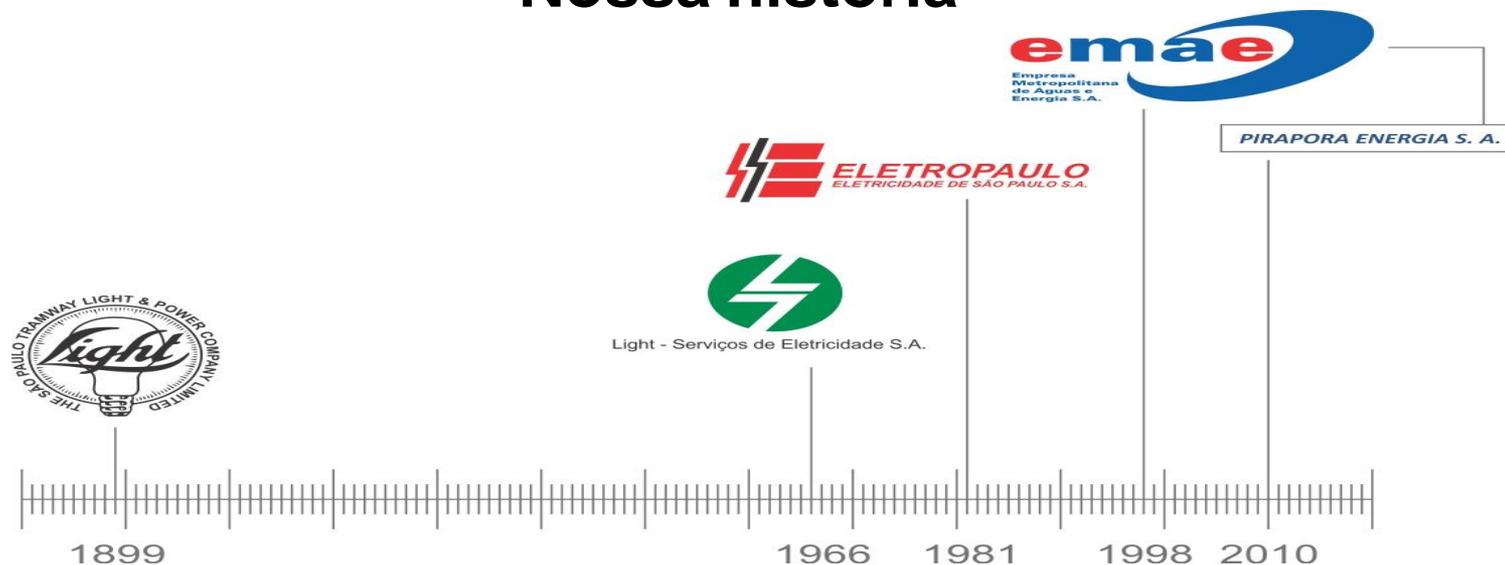
Disponibilizar canal permanente de comunicação, através do endereço:

**[barragens@emae.com.br](mailto:barragens@emae.com.br)**





# Nossa história



Empresa de economia mista e capital aberto regulada pela ANEEL, criada em 01/01/98, resultante do processo de cisão da Eletropaulo.

Detentora da concessão federal de produção de energia elétrica gerada a partir dos recursos hídricos das bacias do Alto Tietê e Baixada Santista, atua sob o regime de concessão instaurado pela Lei nº 12.783/13, com direito a exploração das Usinas Hidrelétricas Henry Borden, Rasgão e Porto Góes pelo período de trinta anos (de 2012 a 2042).

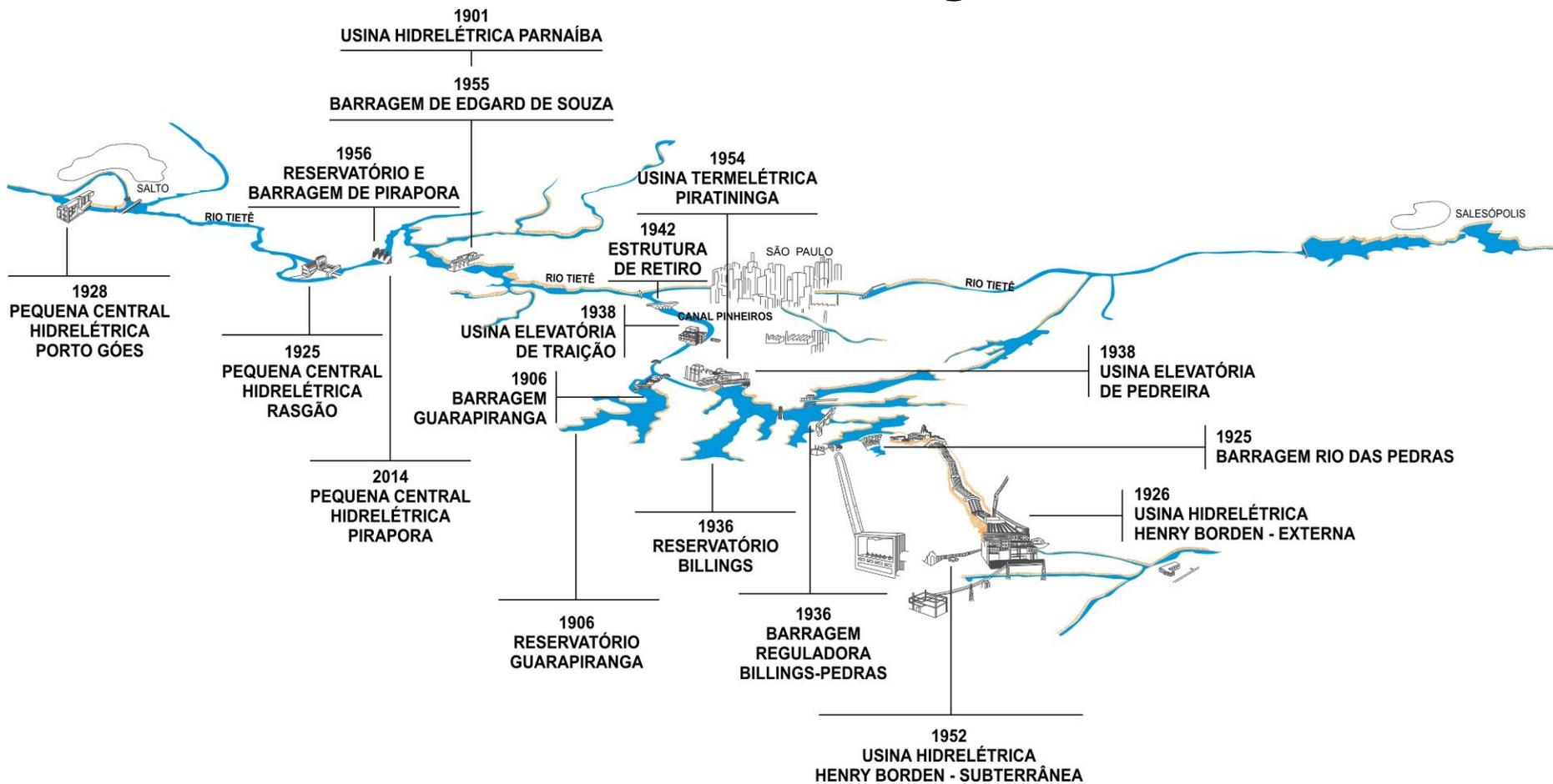
Responsável pela operação do Canal Pinheiros e dos reservatórios do Guarapiranga, Billings, Rio das Pedras e Pirapora. Detentora de 100% do capital da Pirapora Energia S.A.



Secretaria de  
Infraestrutura e Meio Ambiente



# Sistema hidroenergético





# Segurança de Barragem na EMAE

## Procedimento padrão

- Inspeções regulares de segurança (vistoria na estrutura e análise da instrumentação)
- Monitoramento através de instrumentos – execução e acompanhamento frequente
- Programa de manutenção preditiva e preventiva

## Equipe

- Engenheiros especialistas em Barragem
- Técnicos em Edificações
- Especialistas em Meio Ambiente

## Documentação Técnica de Segurança de Barragem

- Plano de Segurança de Barragem – PSB (todas as Estruturas da EMAE)





# Lei Federal nº 12.334/2010 e RN ANEEL nº 696/2015

## Obrigações dos Empreendedores

### CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS (art. 7º)

EMAE encaminhou à ANEEL os [FSBs](#) (Janeiro de 2019);

### PLANOS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS (art. 8º)

Inspeções de segurança (art. 9º)

- Regulares - ISR
- Especiais - ISE

Revisão Periódica de Segurança – RPS (art.10º) . Prazo final 2022. Em execução.

### PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE (ART.12º)





# PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE



Secretaria de  
Infraestrutura e Meio Ambiente



# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO I – Informações Gerais da Barragem

### Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência é um documento formal elaborado para definir os **procedimentos de resposta a situações emergenciais** que ameacem as estruturas dos barramentos ou decorrentes de suas rupturas, sendo válido somente para cada empreendimento. Este documento servirá de suporte para a elaboração dos planos de contingência municipais.

### Objetivo do PAE

Atender as disposições dos **artigos 7º, 8º, 11º e 12º da Lei Federal 12.334** e a **Resolução Normativa nº 696 da ANEEL**, de 15 de dezembro de 2015.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO II – Identificação e Análise das Possíveis Situações de Emergência

### Caracterização dos níveis de segurança

A classificação do nível de resposta é feita com base na observação ou inspeção aos diferentes componentes da obra e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação.

Nível de Segurança da Barragem	Situações (Principais Características)																				
<b>NORMAL</b> (Nível 0 – Verde)	Quando não houver anomalias ou as que existirem não comprometerem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probabilidade de acidente muito baixa;</li> <li>- Corresponde a ações de monitoramento rotineiro previstas no PSB;</li> <li>- São situações estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo e que podem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante;</li> <li>- Podem ser controladas pelo Empreendedor.</li> </ul>																				
<b>ATENÇÃO</b> (Nível 1 – Amarelo)	Quando as anomalias não comprometerem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probabilidade de acidente baixa;</li> <li>- 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;</li> <li>- A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão;</li> <li>- Existe a convicção de ser possível controlar a situação.</li> </ul>																				
<b>ALERTA INTERNO</b> (Nível 2 – Laranja)	Quando as anomalias representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, exigindo providências para manutenção das condições de segurança: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obriga um estado de prontidão na barragem onde serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente;</li> <li>- Probabilidade de acidente moderada;</li> <li>- Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode sair do controle;</li> <li>- Eventual rebasamento do reservatório (depende da avaliação técnica) - envolvendo coordenação com os demais empreendedores de barragens da cascata;</li> <li>- O fluxo de notificações é apenas interno, a menos que sejam necessárias descargas preventivas ou o rebasamento do reservatório;</li> <li>- Existe a possibilidade de a situação se agravar, com potenciais efeitos perigosos no vale a jusante;</li> <li>- Deve ser avaliada a necessidade de acionamento do PAE.</li> </ul>																				
<b>EMERGÊNCIA (RUPTURA)</b> (Nível 3 – Vermelho)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ocorrência Excepcional</th> <th>Situação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Galgamento das estruturas de terra ou terra e enrocamento</td> <td>A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem</td> </tr> <tr> <td>Surgência</td> <td>Surgências (alforamento de água) no corpo ou no pé da barragem</td> </tr> <tr> <td>Sinkhole ou Subsidência</td> <td>Subsídências aumentando rapidamente</td> </tr> <tr> <td>Movimentação de Taludes</td> <td>Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes da barragem</td> </tr> <tr> <td>Terremotos ou Sismos</td> <td>Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório</td> </tr> <tr> <td>Tombamentos de blocos de concreto</td> <td>Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas tombando ou tombados</td> </tr> <tr> <td>Brechas</td> <td>Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras</td> </tr> <tr> <td>Ameaças à segurança</td> <td>Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas</td> </tr> <tr> <td>Sabotagem ou Vandalismo</td> <td>Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água</td> </tr> </tbody> </table>	Ocorrência Excepcional	Situação	Galgamento das estruturas de terra ou terra e enrocamento	A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem	Surgência	Surgências (alforamento de água) no corpo ou no pé da barragem	Sinkhole ou Subsidência	Subsídências aumentando rapidamente	Movimentação de Taludes	Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes da barragem	Terremotos ou Sismos	Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório	Tombamentos de blocos de concreto	Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas tombando ou tombados	Brechas	Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras	Ameaças à segurança	Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas	Sabotagem ou Vandalismo	Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água
	Ocorrência Excepcional	Situação																			
	Galgamento das estruturas de terra ou terra e enrocamento	A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem																			
	Surgência	Surgências (alforamento de água) no corpo ou no pé da barragem																			
	Sinkhole ou Subsidência	Subsídências aumentando rapidamente																			
	Movimentação de Taludes	Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes da barragem																			
	Terremotos ou Sismos	Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório																			
Tombamentos de blocos de concreto	Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas tombando ou tombados																				
Brechas	Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras																				
Ameaças à segurança	Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas																				
Sabotagem ou Vandalismo	Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água																				





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Procedimentos de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura

Ocorrência excepcional		Consequências	Nível de alerta/ Consultar QUADRO
Instrumentação		Falta de dados de observação.	Verde
		Resultados anômalos da instrumentação de auscultação.	
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Trincas (não documentadas)	Trincas estáveis, documentadas e monitoradas.	Verde
		Trincas superficiais.	
	Surgências (áreas encharcadas ou água surgindo)	Presença de trincas transversais e longitudinais profundas que não se estabilizam, passantes ou não de montante para jusante, com percolação de água ou não.	Amarelo
		Surgência de água próxima à barragem, nos taludes ou ombreiras: - Não documentada e/ou não monitorada; - Com carregamento de materiais de origem desconhecida; - Aumento das infiltrações com o tempo; - Água saindo com pressão.	
Vazamentos	Vazamentos não documentados e considerados controláveis.	Laranja	
	Vazamentos incontroláveis com erosão interna em andamento.		
Cheias	Nível	Nível d'água acima do MÁXIMO MAXIMORUM.	Amarelo
	Equipamentos	Extravasores inoperantes no período chuvoso.	
	Galgamento da barragem iniciado	Possibilidade de rebaixamento do nível d'água através da abertura dos extravasores.	
Galgamento em andamento com extravasores abertos.			
Falha dos sistemas de alerta e de aviso	Período seco	Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Verde
		Impossibilidade de aviso externo à população.	Amarelo
	Período chuvoso	Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Laranja
		Impossibilidade de aviso externo à população.	
Ruptura da Barragem		Tombamento da barragem; Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água; Colapso completo da estrutura.	Vermelho





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO III – Procedimentos de Notificação e Alerta

### Zona de Auto Salvamento – ZAS

Região à jusante da barragem que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente (10 Km ou 30').

Responsabilidade do empreendedor, na ZAS, limita-se a alertar e avisar a população da área potencialmente afetada em situação de emergência da barragem.

### Zonas de Impacto Direto – ZID

É a área limitada geograficamente situada a jusante da barragem e que pode vir a ser atingida caso haja uma ruptura das estruturas.

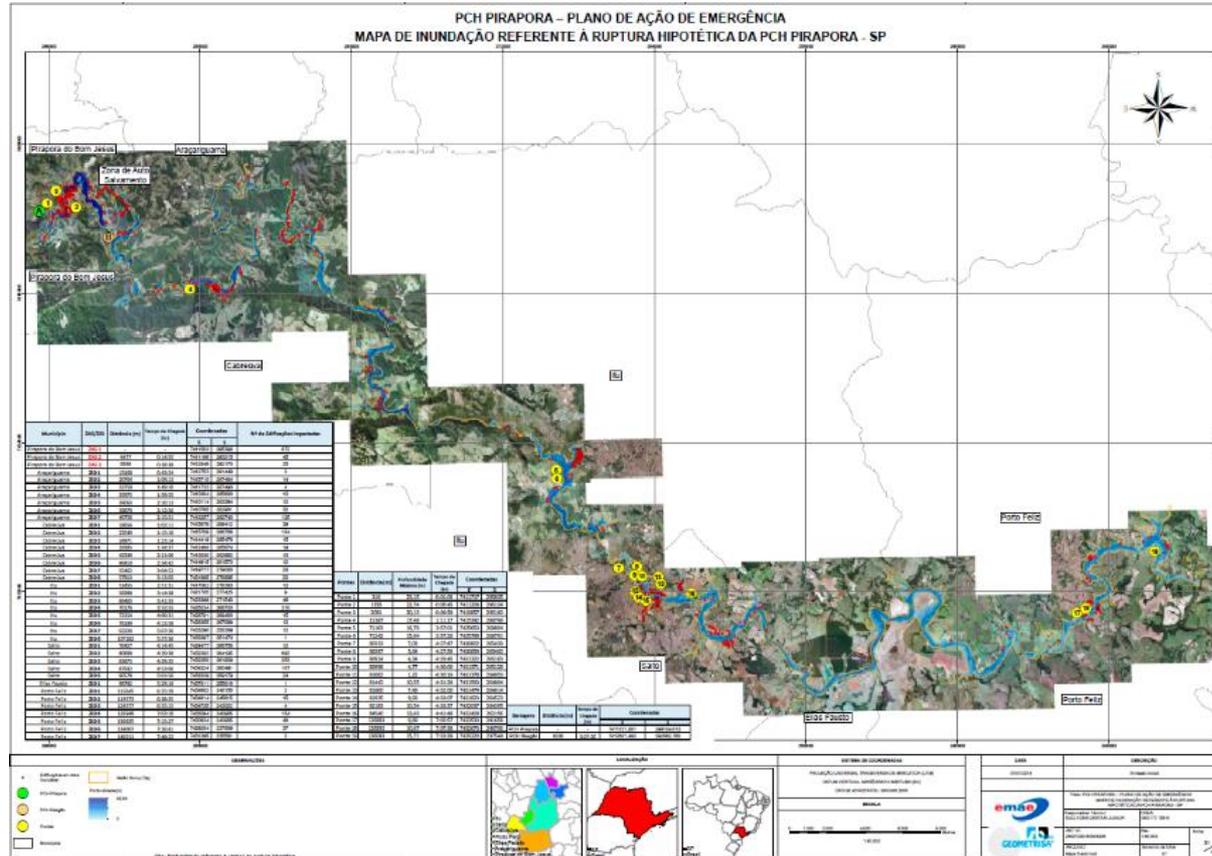
Necessidade de realizar planejamento de evacuação emergencial da área visando à preservação da vida nestes locais. Esse planejamento deve ser feito por meio de um Plano de Contingência Municipal, que é de responsabilidade das Defesas Civas Municipais e Estaduais.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Mapas de Inundação



Secretaria de  
Infraestrutura e Meio Ambiente



# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## ZAS da PCH Pirapora

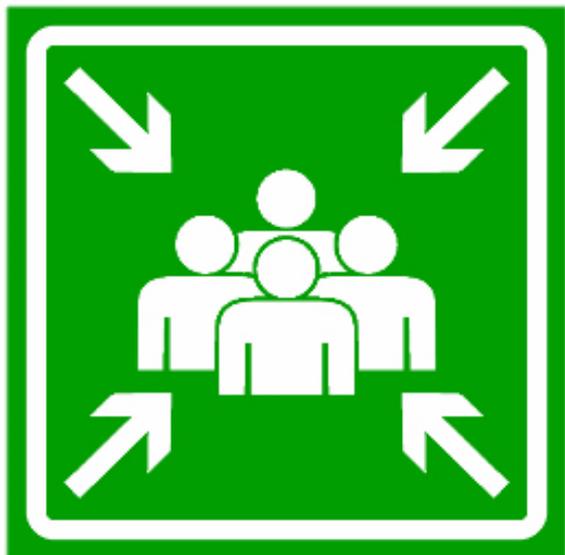


Secretaria de  
Infraestrutura e Meio Ambiente



# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

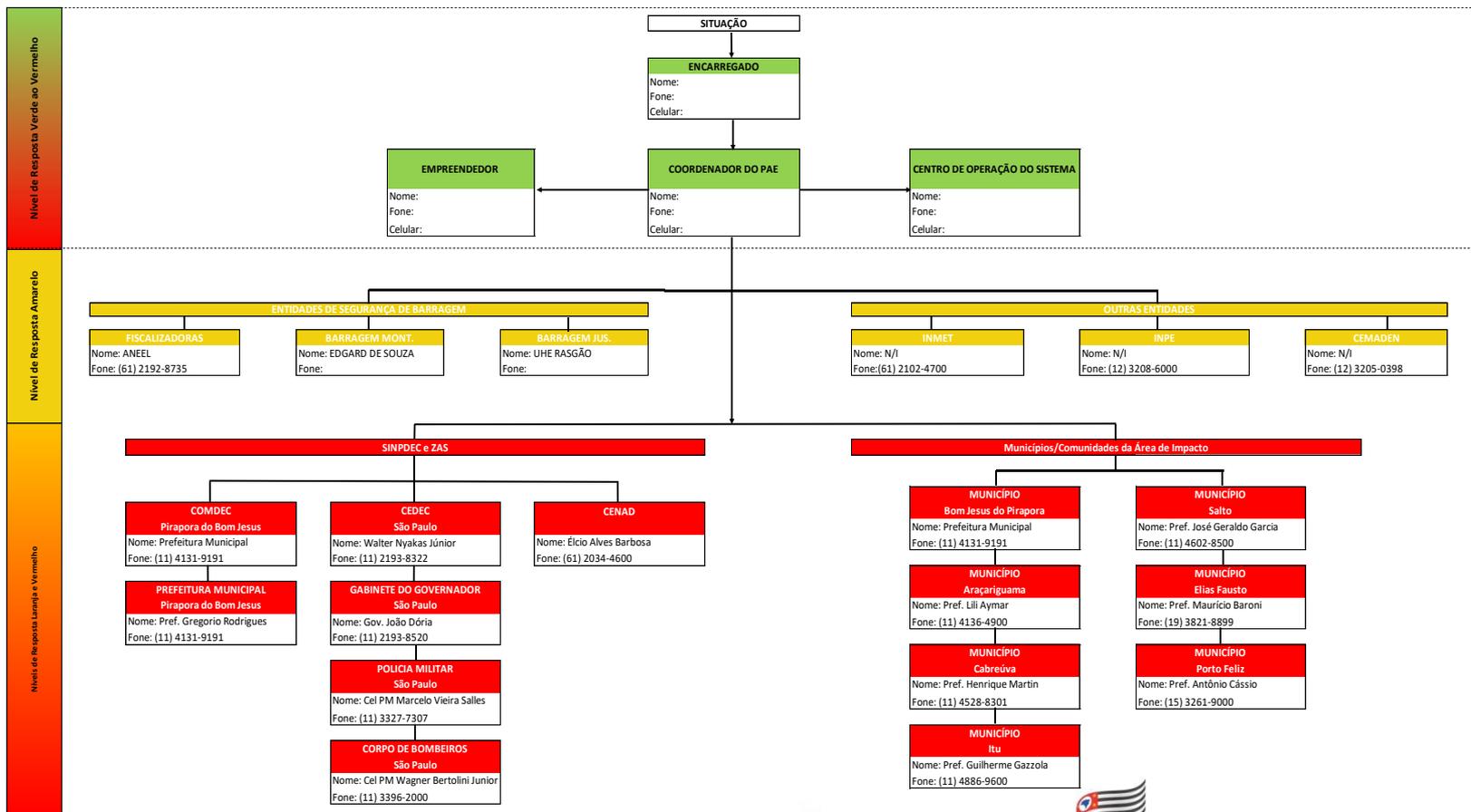
## Sinalização de Rotas de Fuga





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Fluxograma de notificação em situação de emergência





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO IV – Responsabilidades Gerais do PAE

### Empreendedor

É o responsável por elaborar documentos relativos à segurança da barragem, bem como por implementar as recomendações contidas nesses documentos e atualizar o registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras.

- Realizar inspeções de segurança (regulares e especiais) e a revisão periódica de segurança de barragem;
- Providenciar o Plano de Segurança de Barragens (PSB);
- Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;
- Informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
- Manter serviço especializado em segurança de barragem;
- Permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador ao local da barragem e à sua documentação de segurança.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Comitê de Monitoramento de Crise – CMC

Será o **núcleo de decisões durante todo o período de emergência** e definirá as ações que serão tomadas pela empresa em todos os aspectos.

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 emergenciais;
- Participar das discussões dos desdobramentos da anomalia;
- Contatar consultores externos;
- Elaborar notificações e relatórios internos.

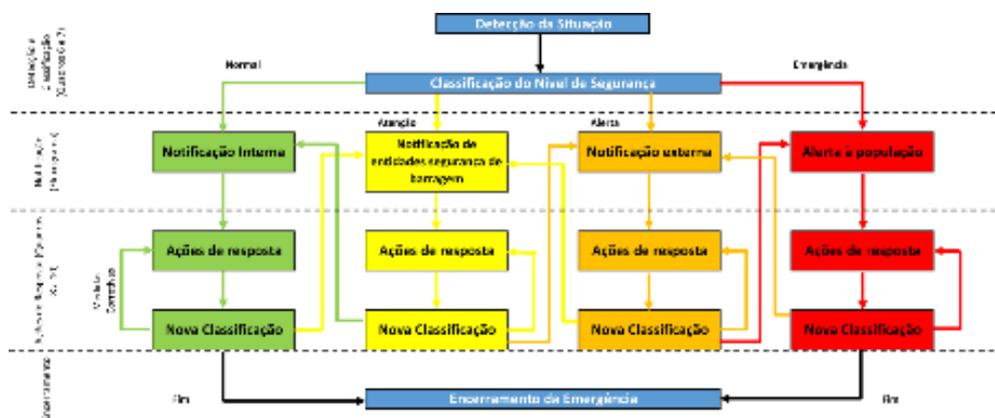




# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Coordenador do PAE

Deverá ser o responsável pela confirmação da situação de emergência e acionamento do fluxograma de notificação, de maneira a fazer chegar as informações às autoridades competentes, e manter-se alerta e disponível durante toda a situação de emergência, até o encerramento das operações.





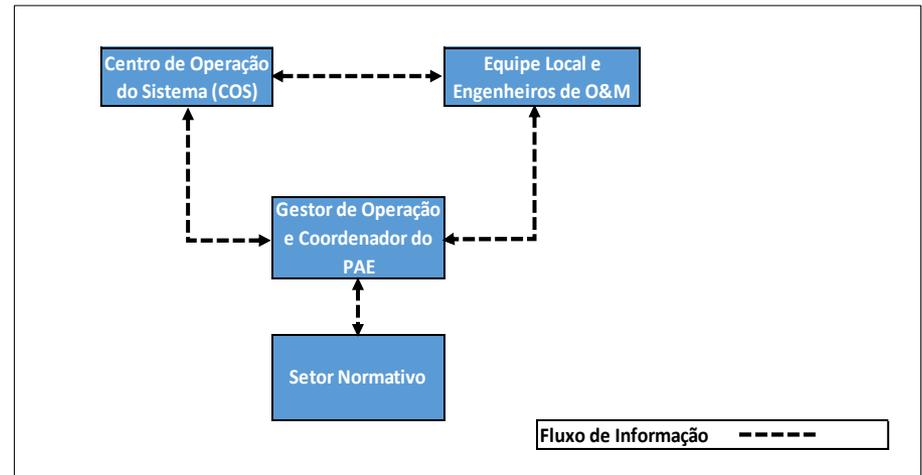
# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Equipe Técnica

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**.

Antes de ser instituído oficialmente o nível de alerta, são atribuições dessa equipe:

- Operar e manter a usina, garantindo o funcionamento de seus sistemas de extravasão, sistemas de comunicação e de aviso;
- Testar aviso sonoro e fluxo de notificações em caso de ruptura da barragem.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Recursos Humanos

Os seguintes procedimentos devem ser adotados quando for estabelecida uma situação de anormalidade a partir do nível de Atenção:

- Assegurar a permanência de pessoal na barragem em ocasiões que potencializem acidentes, como cheias excepcionais ou comportamento anormal da barragem;
- Treinar o pessoal, efetivo e suplente, através de exercícios e simulações, para atuar com o sistema de comunicações e agir nas diferentes situações previstas.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## Sistema de Proteção e Defesa Civil

De acordo com o guia “Orientações para Apoio à Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens” o empreendedor deverá fornecer elementos básicos para elaboração do Plano de Contingência:

- Identificar o cenário de risco;
  - Identificar a ZAS e ZID;
  - Identificar as edificações vulneráveis;
- Definir sistemas de monitoramento e alerta;
- Definir sistemas de comunicação à população;
- Estabelecer rotas de fuga e pontos de encontro;
- Estabelecer plano de comunicação com as autoridades.

O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil será elaborado no prazo de um ano, sendo submetido à avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação, seguindo diretrizes da Lei nº 12.608/2012.

Desta forma, de maneira geral, as principais ações da Defesa Civil podem ser destacadas:





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO V – Síntese do Estudo de Inundação e Respectivos Mapas

Com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento foram gerados os mapas de inundação associados à cartografia da região para cada um dos cenários estudados. Os mapas indicam numa forma simples e em escala adequada, os locais importantes situados nas zonas de inundação.

A simulação da cheia de ruptura foi realizada com uso dos softwares HEC RAS, HEC GeoRAS e ArcGis.

O relatório “Estudos de Cenários Emergenciais para Elaboração do PAE” contempla todos os cenários de ruptura hipotética estudados para cada empreendimento.

O relatório “Estudo de Rompimento” contempla os estudos, hidrogramas e mapas gerados para os cenários de Dam Break.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO VI – Divulgação, Treinamento e Atualização do PAE

O plano deve ser **divulgado internamente** no empreendimento, além de **ser integrado com outras instituições** que poderão atuar conjuntamente na resposta aos acidentes.

Deverá existir pelo menos **um simulado com frequência anual** como forma de **treinamento para o pessoal interno quanto a emergências**.

Externamente, os **treinamentos do PAE devem ser coordenados pelas Autoridades de Proteção e Defesa Civis**, com a participação e apoio do empreendedor.

Os **cidadãos que residem na ZAS ou ZID devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco** que podem ser implementadas, tais como conhecer os significados dos alertas, os limites de inundação e locais de refúgio.

Deverão ser realizados também **testes dos sistemas de notificação e alertas para que os números de telefone sejam confirmados**, bem como a operacionalidade dos meios de comunicação e a funcionalidade do fluxograma de notificação.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO VII – Encerramento das Operações

Uma vez que as condições indiquem que não existe mais uma situação de emergência na instalação, o CMC e a coordenação técnica declarando que a crise terminou, as operações de emergência são finalizadas.

Encerradas as ações emergenciais de resposta, deve-se desmobilizar pessoal, equipamentos e materiais empregados.





# ESTRUTURA BÁSICA DO PAE

## SEÇÃO VIII – Aprovação do PAE

Atendendo o Artigo 12 – Parágrafo único da Lei Federal 12.334, uma cópia do PAE deverá estar disponível nos seguintes locais:

- Defesa Civil Estadual;
- Defesas Cíveis Municipais;
- Empresa.

Quaisquer mudanças nas informações contidas nesse plano deverão ser informadas ao coordenador do PAE para atualização.

