

## Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PAE: CONCEITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA

Segurança de barragens é aspecto fundamental para todos os envolvidos, tais como autoridades legais, empreendedores e agentes que lhes dão apoio técnico na concepção, projeto, construção, operação e descomissionamento (desativação), proporcionais ao tipo, dimensão e risco envolvido.

Para garantir as condições de segurança das barragens na vida útil devem ser adotadas medidas de prevenção e controle que, devidamente implementadas, asseguram probabilidade de ocorrência de acidente reduzida ou praticamente nula, mas devem, apesar disso, ser complementadas com medidas de defesa civil para minorar as consequências de acidente, especialmente onde se associam danos potenciais mais altos.

A Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, conhecida por Lei de Segurança de Barragens, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e definiu atribuições e formas de controle necessárias para assegurar a segurança das barragens.

A Lei de Segurança de Barragens atribui aos empreendedores e responsáveis técnicos a responsabilidade de desenvolver e implementar o Plano de Segurança da Barragem. No Brasil, os empreendedores são de diversas naturezas: públicos (federais, estaduais ou municipais) e privados, sendo a capacidade técnica e financeira muito diferenciada.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## O PAE, PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS

As barragens induzem riscos e em caso de acidente podem gerar efeitos e consequências graves. Quando tais situações ocorrem é necessário atenuar as consequências, sendo fundamental socorrer as pessoas e proteger os bens em perigo. A Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estipula, como um dos instrumentos a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, que deve, em determinados casos, conter o PAE.

A Entidade Fiscalizadora poderá determinar a elaboração do PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigí-lo sempre para a barragem classificada como de dano potencial associado alto, em observância ao Art. 11 da Lei nº 12.334/2010.

O PAE é documento que deve ser adaptado à fase de vida da obra, às circunstâncias de operação e às condições de segurança. É documento datado, periodicamente revisado sempre que haja alterações dos dados dos intervenientes e na sequência da realização de exercícios de teste ou da ocorrência de situações de emergência, que justifiquem alterações ao plano. A revisão e atualização do PAE é da responsabilidade do Empreendedor.

O PAE deve ser atualizado, de preferência anualmente, incluindo informações e removendo dados desatualizados Ou incorretos. As cópias distribuídas para entidades que participem do PAE.

O treinamento e divulgação do PAE é iniciativa do Empreendedor (ou entidade por ele designada), através da realização de ensaios e exercícios de simulação e de sensibilização da população.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## OBJETIVO DO PAE

O PAE é documento formal, elaborado pelo Empreendedor, onde se estabelecem ações a executar por ele em caso de situação de emergência, bem como identifica agentes a notificar da ocorrência.

O PAE deve contemplar, pelo menos:

- identificação e análise das possíveis situações de emergência;
- procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem;
- procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação;
- estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência (Art. 12 da Lei 12.334/2010).

No PAE deverá estar definida a Zona de Autossalvamento (ZAS): a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. Os critérios para definição da ZAS variam de país para país. A proposta de Minuta da Resolução da ANA referente ao PAE define que deve adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda ao tempo de chegada da onda em trinta minutos.

Ponto Chave do PAE é a notificação de entidades com responsabilidades instituídas, devendo constar do PAE a identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades envolvidas e o Fluxograma de Notificação.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## COMPONENTES

### DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

- Identificação e localização da barragem
- Descrição geral da barragem
- Características hidrológicas, geológicas e sísmicas
- Reservatório
- Órgãos extravasores (Guia para a Operação/ Manutenção e Instrumentação da Barragem e o manual fornecido com o equipamento devem estar disponíveis junto ao PAE, de forma a facilitar a consulta dos procedimentos para acionar as comportas e as válvulas dos órgãos extravasores que dele constam)
- Instrumentação
- Acessos à barragem

### RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

- Sistemas de iluminação e alimentação de energia
- Sala de emergência (SE)
- Recursos materiais mobilizáveis em situação de emergência

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



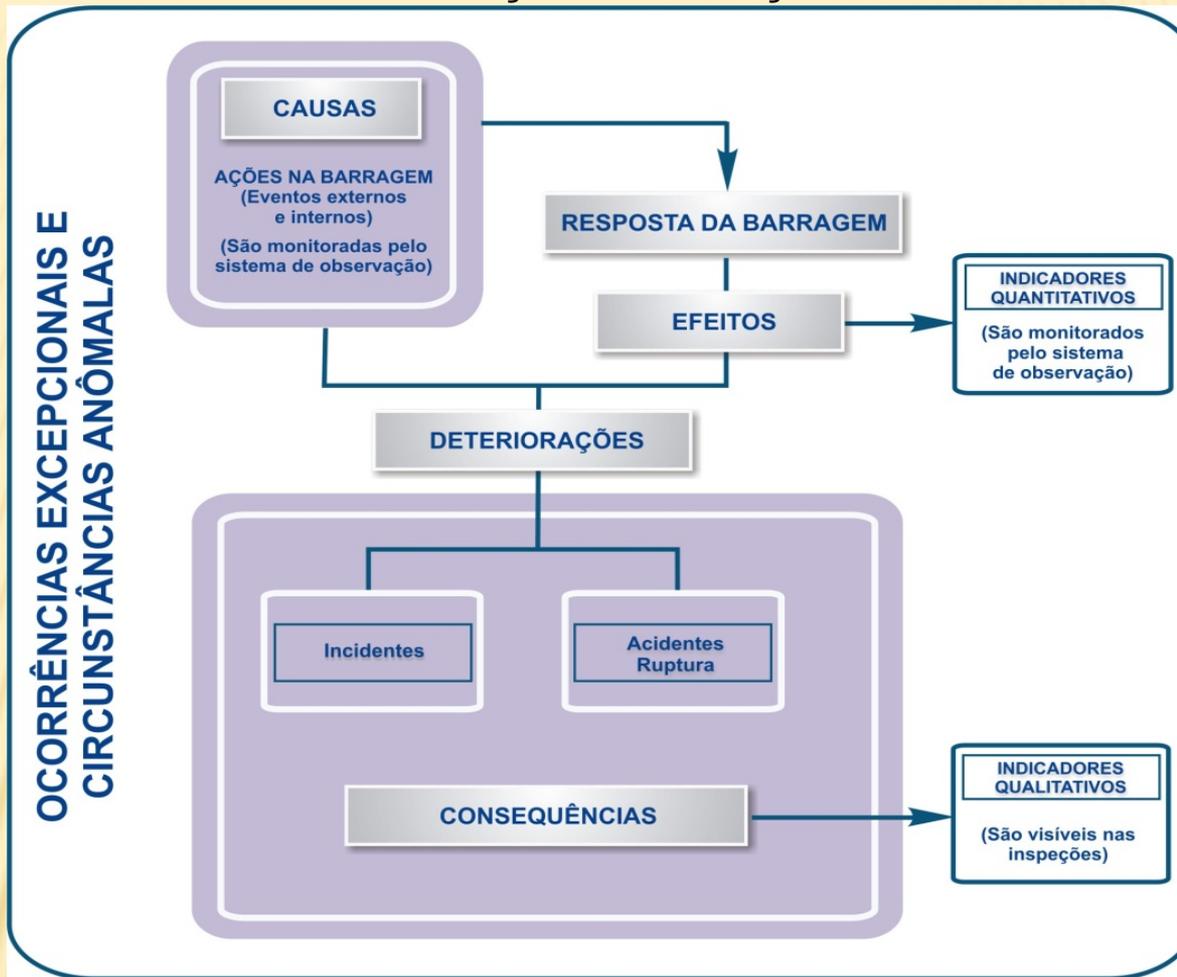
Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## DETECÇÃO E AVALIAÇÃO



Conceito de situação (ocorrência excepcional ou circunstância anômala)

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



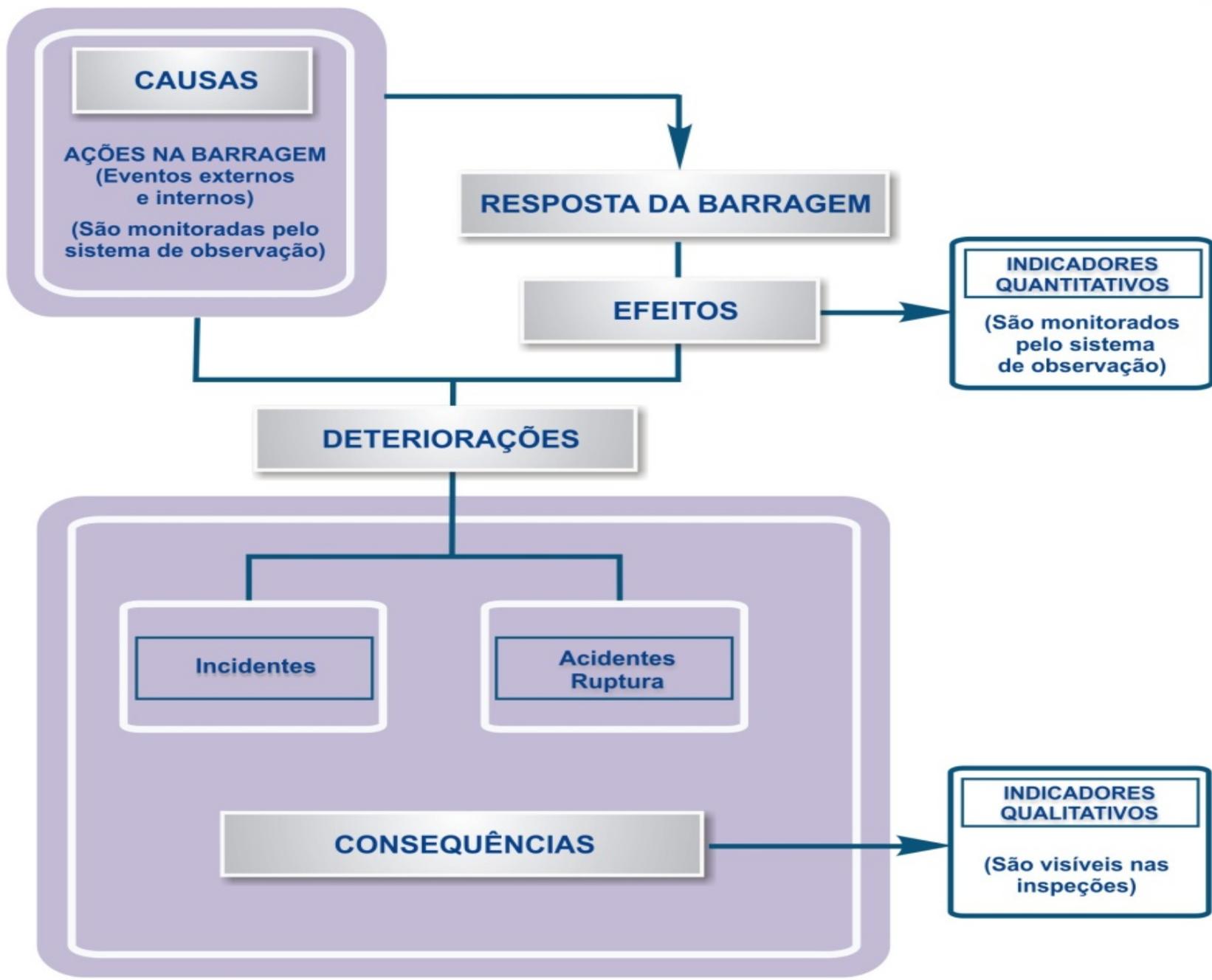
Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

# OCORRÊNCIAS EXCEPCIONAIS E CIRCUNSTÂNCIAS ANÔMALAS



## CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

Nível de Resposta	Situação
VERDE	Situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características: i) serem estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo; ii) poderem ser controladas pelo Empreendedor; iii) poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante.
AMARELO	Situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluyente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundações de habitações ou infraestruturas importantes). As características principais são: i) a situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; ii) existe a convicção de ser possível controlar a situação, embora o coordenador do PAE possa vir a necessitar de assistência especial de entidades externas; iii) existe a possibilidade de a situação se agravar e de se desenvolverem efeitos perigosos no vale a jusante sobre pessoas e bens.
LARANJA	Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes: i) a situação tende a progredir rapidamente, podendo não existir tempo disponível para a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; ii) admite-se não ser possível controlar o acidente, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas; iii) existe a possibilidade de a situação se agravar com a ocorrência de consequências muito graves no vale a jusante.
VERMELHO	Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem.

**Caracterização genérica das situações que acionam os diversos níveis de resposta**  
**Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná**  
**Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016**

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
**Diretor de Comunicações - CBDB**

Nível de Resposta	Situação
<b>VERDE</b>	<p>Situações de incidente declarado ou previsível, com as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) serem estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo;</li> <li>ii) poderem ser controladas pelo Empreendedor;</li> <li>iii) poderem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante.</li> </ul>
<b>AMARELO</b>	<p>Situações que impõem um estado de atenção na barragem e/ou no vale a jusante, inclusive no caso em que a magnitude da vazão afluente ao reservatório exija a liberação de vazão efluente superior às condições de restrição a jusante (cotas ou vazões limites impostas para evitar inundação de habitações ou infraestruturas importantes). As características principais são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) a situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão;</li> <li>ii) existe a convicção de ser possível controlar a situação, embora o coordenador do PAE possa vir a necessitar de assistência especial de entidades externas;</li> <li>iii) existe a possibilidade de a situação se agravar e de se desenvolverem efeitos perigosos no vale a jusante sobre pessoas e bens.</li> </ul>
<b>LARANJA</b>	<p>Situações que impõem um estado de alerta geral na barragem. As características principais deste nível de resposta são as seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) a situação tende a progredir rapidamente, podendo não existir tempo disponível para a realização de estudos para apoio à tomada de decisão;</li> <li>ii) admite-se não ser possível controlar o acidente, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas;</li> <li>iii) existe a possibilidade de a situação se agravar com a ocorrência de consequências muito graves no vale a jusante.</li> </ul>
<b>VERMELHO</b>	<p>Situação de catástrofe inevitável, incluindo o início da ruptura da barragem.</p>

## AÇÕES ESPERADAS

### Nível Verde

- monitorar a situação, registrando todas as ações adotadas na resolução do problema;
- implementar medidas preventivas e corretivas;
- notificar os recursos humanos da barragem e o Empreendedor.

### Nível Amarelo

- notificar os recursos humanos na barragem e eventualmente monitorar a situação com base em vigilância permanente (24 h/dia), nomeadamente mantendo-se atualizado sobre a evolução das condições meteorológicas e hidrológicas e, se necessário, pedindo previsões especiais de precipitações e ventos, por exemplo, ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), ao Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) –;
- verificar a operacionalidade dos meios e registrar todas as ocorrências e procedimentos;
- implementar as medidas preventivas e corretivas, incluindo trabalhos de reabilitação (reparação e reforço), no sentido de tentar minimizar as consequências do incidente ou de corrigir deteriorações na barragem;
- notificar o Empreendedor, a Entidade Fiscalizadora e os responsáveis pelos Serviços de Defesa Civil;
- acionar o sistema de alerta à população da ocorrência de descargas, caso estas estejam previstas.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## AÇÕES ESPERADAS

## Nível Laranja

As mesmas ações esperadas do Nível Amarelo e acionar o sinal de alerta à população na zona de autossalvamento para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação.

## Nível Vermelho

Neste nível a ruptura já é visível ou constituiu uma realidade a curto prazo. A principal ação do Coordenador do PAE é, neste nível, o acionamento do sistema de alerta à população na ZAS com vista à sua evacuação. Deverão também ser desencadeadas as ações previstas no nível anterior, ou seja, monitorizar a situação, implementar medidas de mitigação, notificar entidades e registrar todas as ocorrências e procedimentos.

**Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná  
Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016**

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

### NOTIFICAÇÃO

A notificação deve ser estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem (notificação interna), e entre estes e as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades Fiscalizadoras, Sistema de Defesa Civil):

- em âmbito municipal, as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que acionam diversos órgãos da administração pública municipal (por exemplo secretarias municipais de saúde e serviços de águas e esgoto);
- em âmbito estadual, as Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC), órgãos ligados aos gabinetes dos Governadores que acionam os meios associados aos órgãos estaduais (por exemplo a polícia militar e os Corpos de bombeiros);
- em âmbito federal, o Centro Nacional de Administração de Desastres (CENAD).

Pode ainda revelar-se necessário contatar as barragens situadas a montante e a jusante e entidades externas como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que podem fornecer informação no domínio da hidrometeorologia e da meteorologia.

O PAE deve prever a comunicação com entidades para efeitos de alerta por vários meios, assegurando a redundância

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

### SISTEMA DE ALERTA

O sistema de alerta é estabelecido, no caso do PAE, através da comunicação entre os agentes responsáveis pela operação e segurança da barragem e a população em risco na ZAS. Meios:

- alarmes domésticos, recorrendo a contatos diretos através dos telefones fixos e celulares (nos casos mais evoluídos, o uso de telefones pode ser materializado através de chamadas automáticas controladas por um sistema interligado com o sistema de vigilância da barragem);
- alarmes públicos através de sinais sonoros (sirenes fixas e megafones em viaturas móveis);
- os meios de comunicação social (mensagens ao público através de boletins de rádio e televisão);
- publicação e afixação de comunicados de alerta;
- avisos pessoais "porta a porta" ou alertas por mensagens de texto recorrendo aos serviços disponibilizados pelas redes GSM.

A escolha do meio de alertar a população a adotar deverá ser baseada na extensão da zona afetada, no tipo, dimensão e dispersão geográfica da população a avisar (pequenas povoações rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, etc.), na proximidade geográfica dos agentes de defesa civil e nos meios e recursos disponíveis pelo Sistema de Defesa Civil.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

### SISTEMA DE ALERTA

Os alarmes domésticos e o aviso porta a porta só são possíveis para populações de dimensão não muito grande e requerem listas com informação atualizada sobre nome e morada da população residente e respectivos números de telefone e/ou celular.

Na ZAS, o tempo disponível para os agentes de defesa civil atuarem é escasso, sendo a implementação dos meios de alerta à população uma responsabilidade do Empreendedor que pode optar pela automatização total do sistemas de alerta (por sirenes ou o sistema de alerta pessoal por mensagens de texto, por exemplo).

Do PAE deve constar um mapa com a localização das sirenes (quando previstas) que deve ter em especial atenção o alerta nos locais mais vulneráveis da ZAS, ou seja, na zona das barragens e nos locais com edificações fixas.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



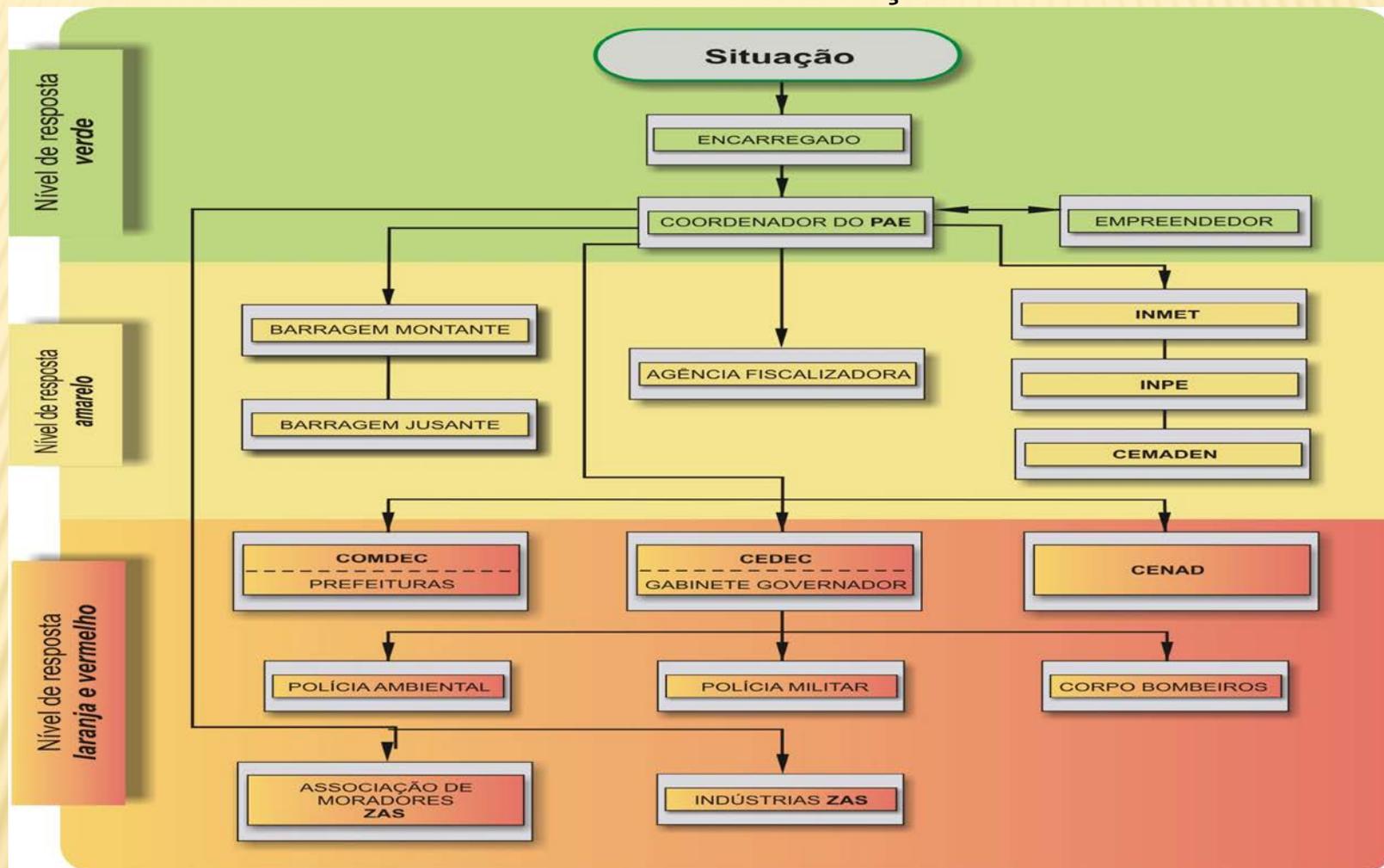
Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

# FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO



## Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



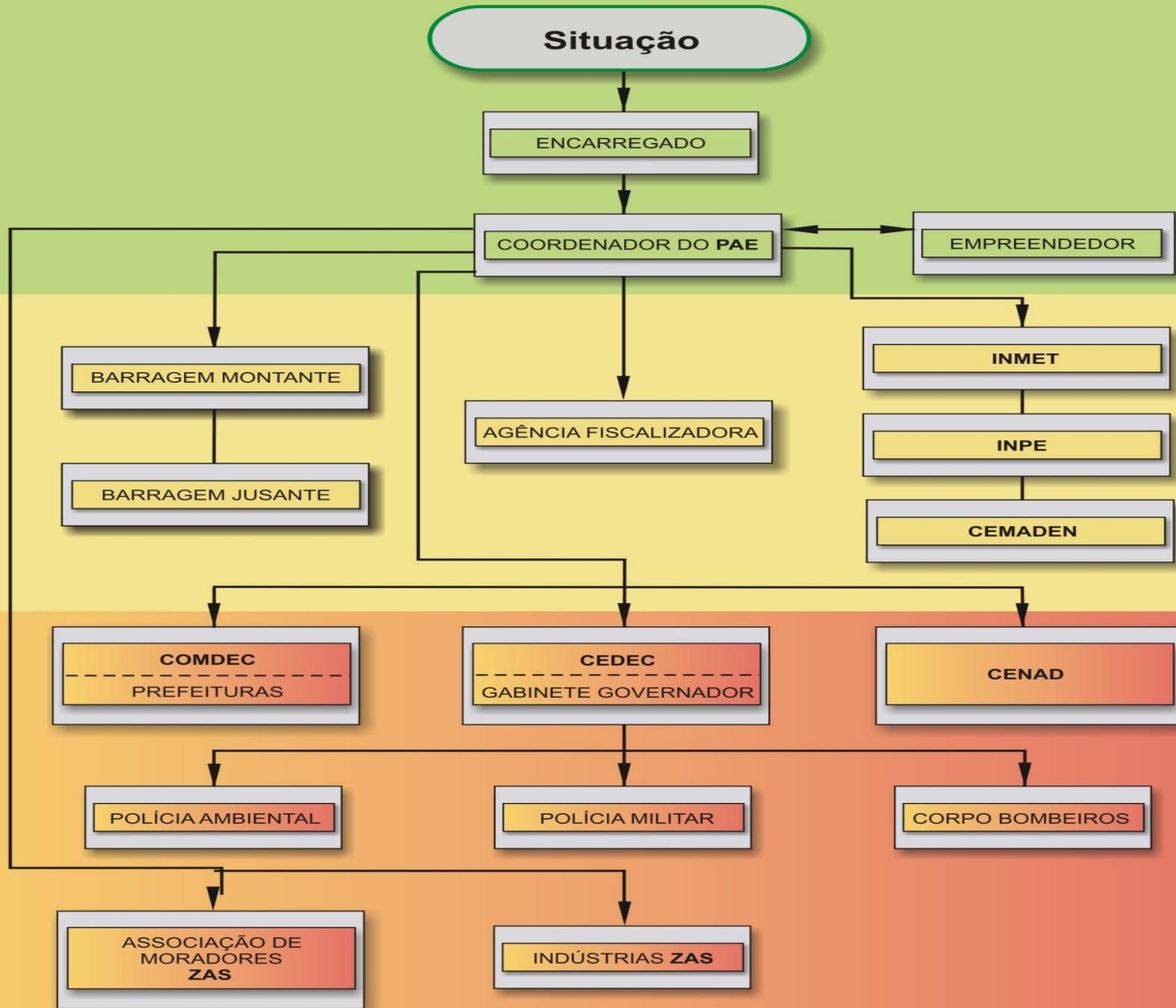
Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

Nível de resposta  
**verde**

Nível de resposta  
**amarelo**

Nível de resposta  
**laranja e vermelho**



## RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O Empreendedor é o agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. 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.

No âmbito do PAE, cabe ao Empreendedor: (**Responsabilidades do Coordenador em vermelho**)

- providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil;
- designar formalmente um coordenador para executar as ações descritas no PAE;
- **detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de resposta;**
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- **executar as ações previstas no fluxograma de notificação;**
- **alertar a população potencialmente afetada na ZAS;**
- **notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;**
- **emitir declaração de encerramento da emergência;**
- **providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência.**

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



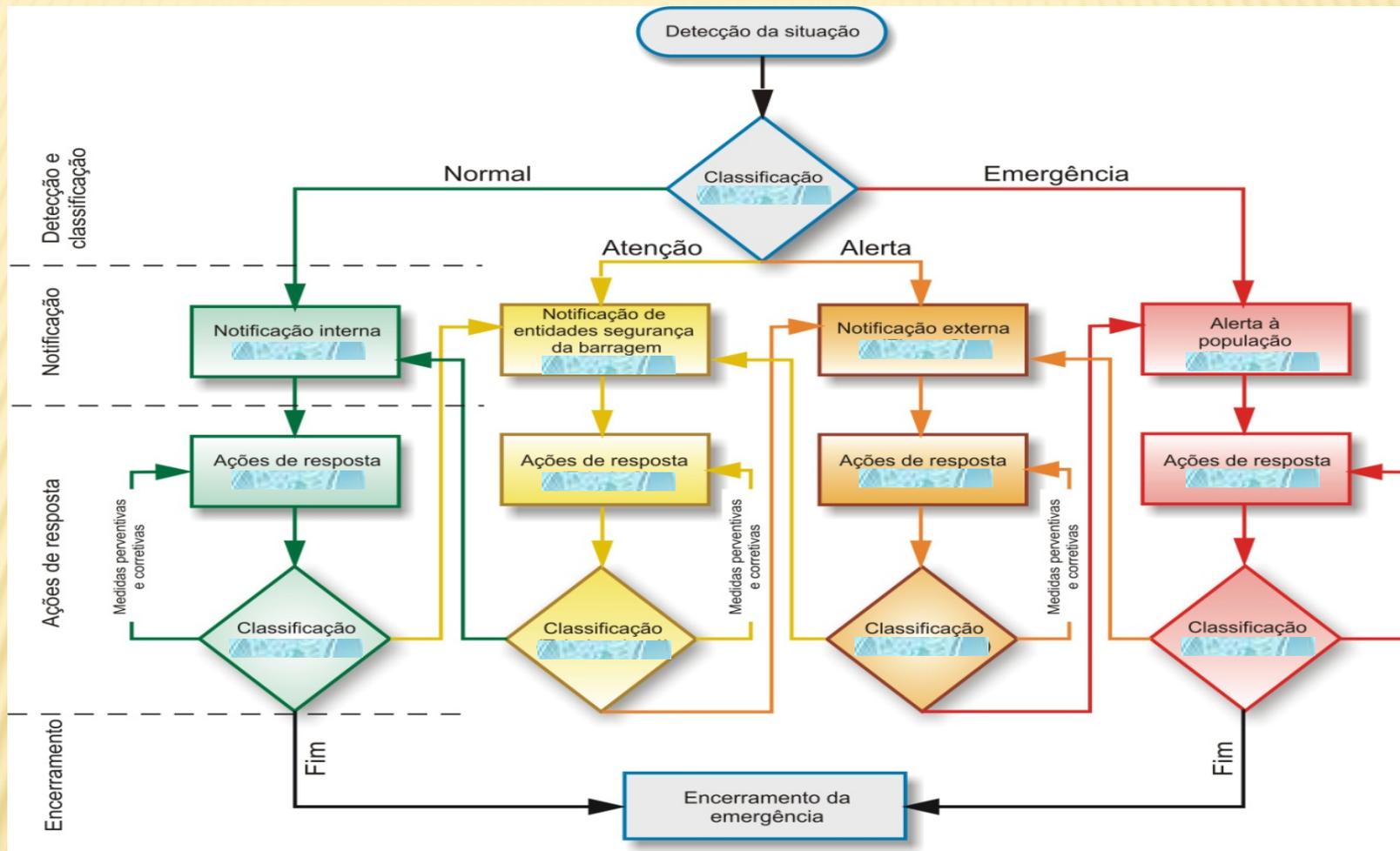
Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## AÇÕES A IMPLEMENTAR PELO COORDENADOR DO PAE



### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:

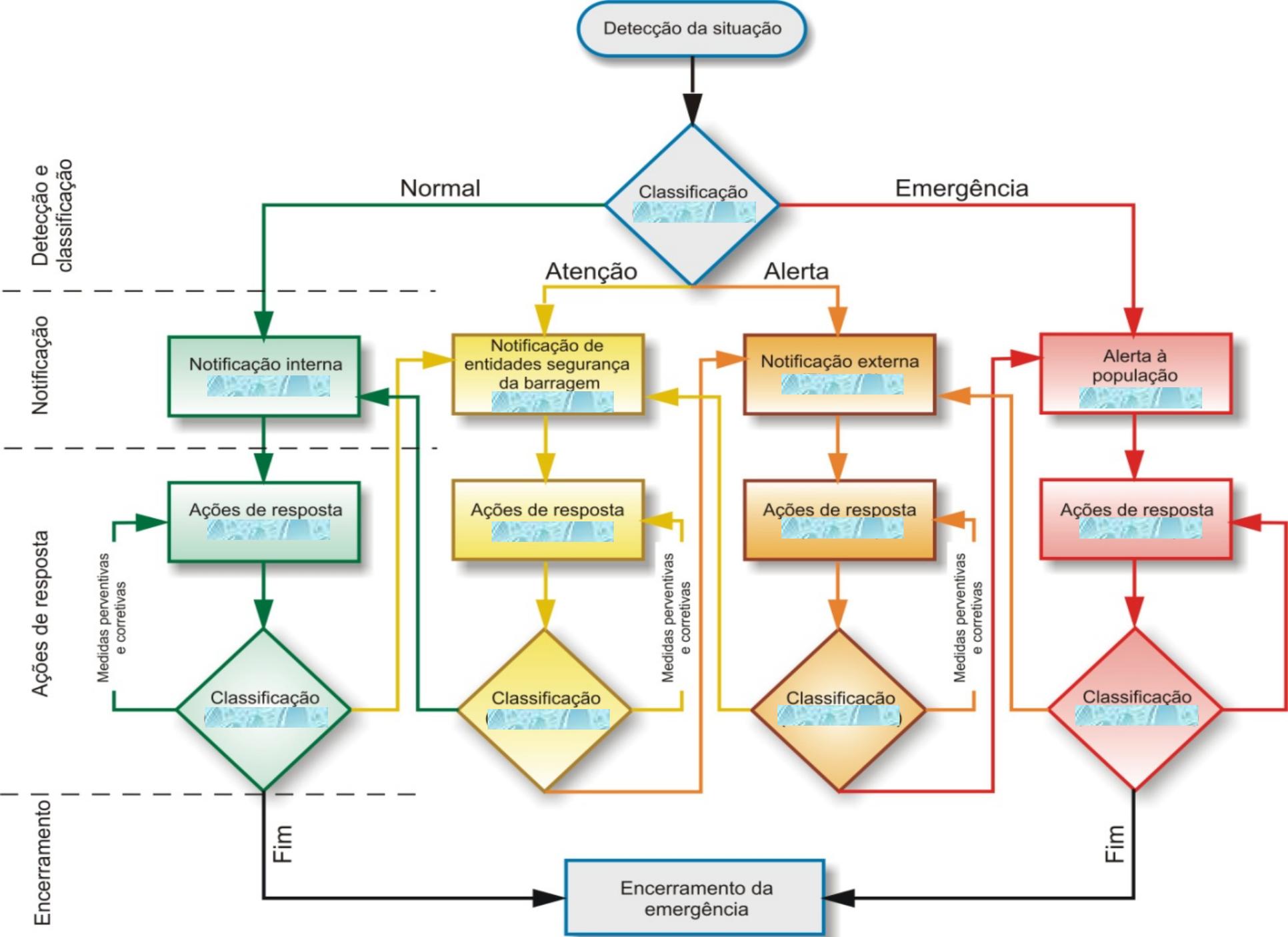


Apoio:

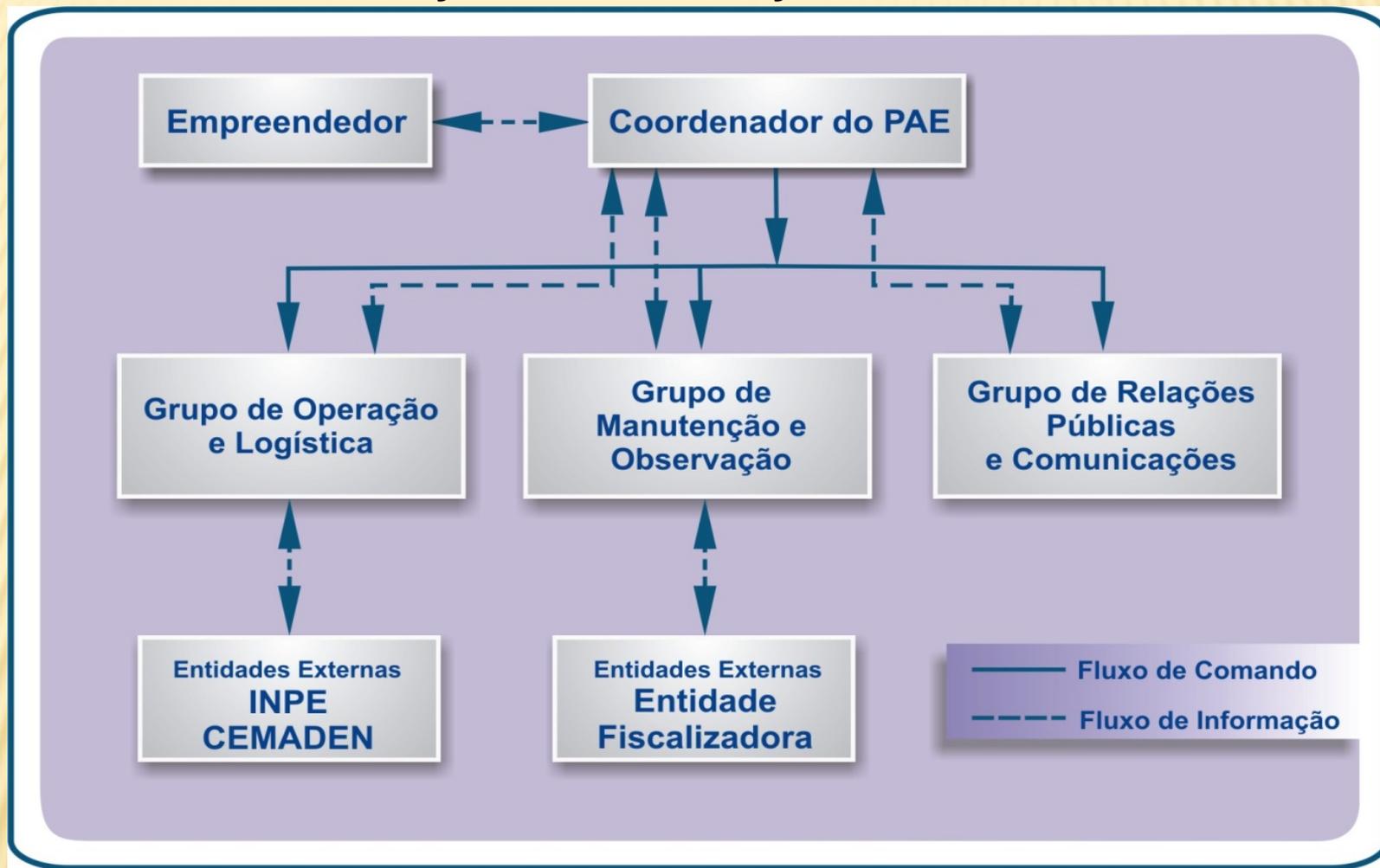


Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB



# FLUXOGRAMA DA ORGANIZAÇÃO PARA EXPLORAÇÃO DA BARRAGEM DO EMPREENDEDOR



## Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## ENTIDADES FISCALIZADORAS

As principais entidades fiscalizadoras que estão usualmente envolvidas no controle de segurança de barragens no Brasil são as seguintes:

- a Agência Nacional de Águas (ANA) para as barragens destinadas a usos múltiplos, onde a hidroeletricidade não é o principal uso, quando estiverem situadas em rios federais, e os órgãos estaduais gestores de recursos hídricos, quando as barragens estiverem situadas em rios estaduais;
- a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para as barragens em que a hidroeletricidade é o principal uso;
- o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) para as barragens de rejeitos utilizadas na indústria de mineração.

Por outro lado, as barragens de resíduos industriais são reguladas pelo órgão de licenciamento ambiental, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), caso a licença tenha sido emitida pela autoridade ambiental federal, ou pelos órgãos ambientais estaduais, caso a licença tenha sido emitida pela autoridade ambiental estadual, ou ainda, eventualmente, por órgãos ambientais municipais que tenham emitido a licença.

As Entidades Fiscalizadoras devem estabelecer a periodicidade, as qualificações mínimas das equipes técnicas responsáveis, o conteúdo mínimo e o grau de detalhamento dos documentos relativos à segurança da barragem. As Entidades fiscalizadoras deverão ainda comunicar situações que envolvam perigo para as populações ao Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD) e à ANA, conforme Art.16, da Lei nº 12.334.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:

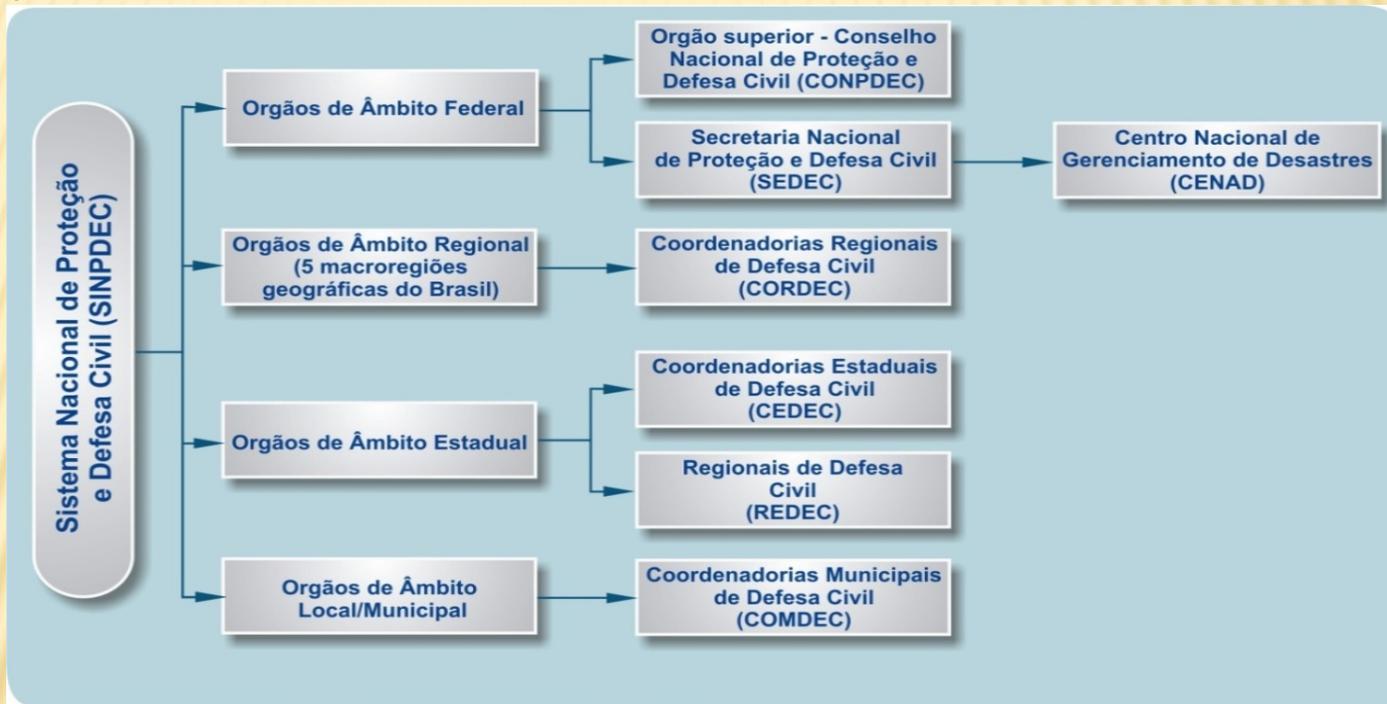


Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A gestão do risco no que diz respeito à população que reside nos vales com barragens envolve a participação de um maior número de instituições, nomeadamente a do Sistema de Proteção e Defesa Civil (vide Figura 5). Tipicamente as responsabilidades deste sistema relacionam-se com o alerta, a evacuação e a sensibilização e educação das populações no que diz respeito a atuação em emergências.



Organização esquemática do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

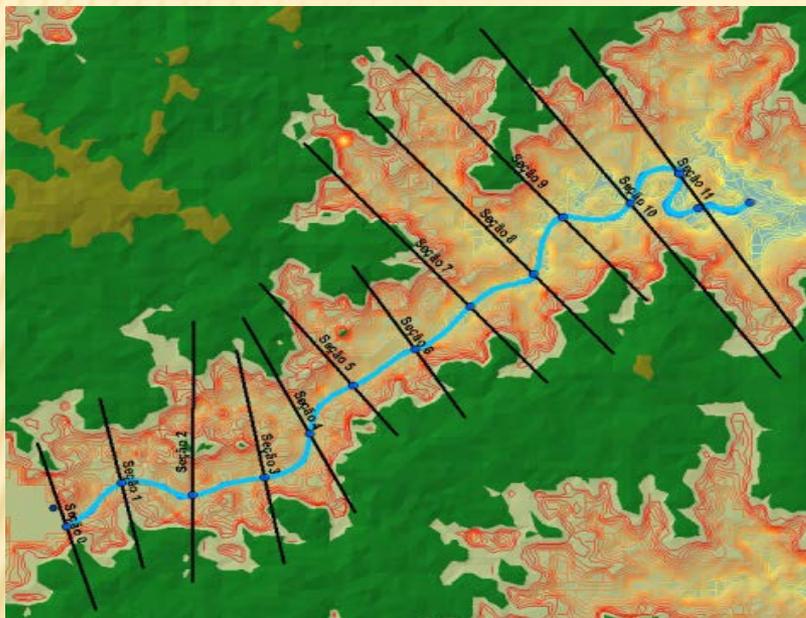
**Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC)**



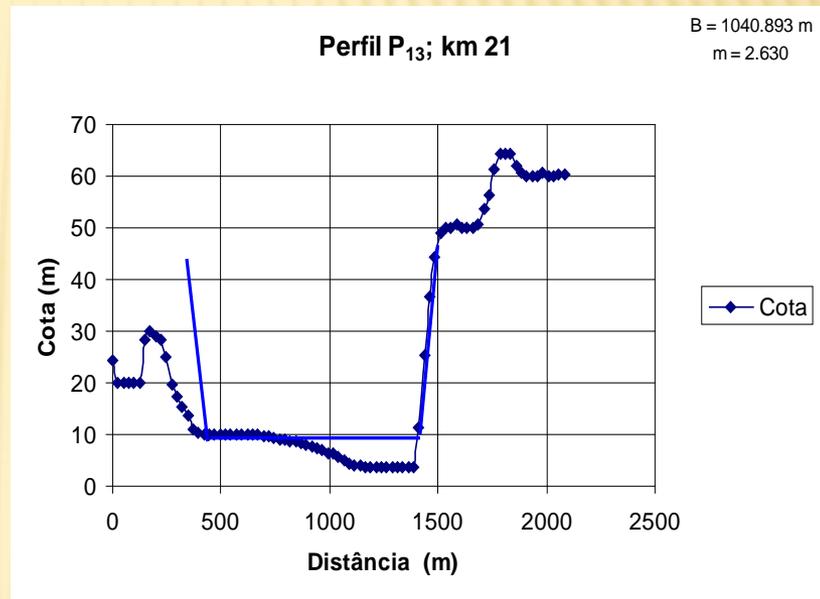
# ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

## MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

- Modelos hidrodinâmicos
- Metodologia simplificada para barragens de pequeno porte



seções transversais do vale e a altimetria do SRTM



ajustamento de seções regulares às seções naturais

Caracterização topográfica do vale a jusante

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



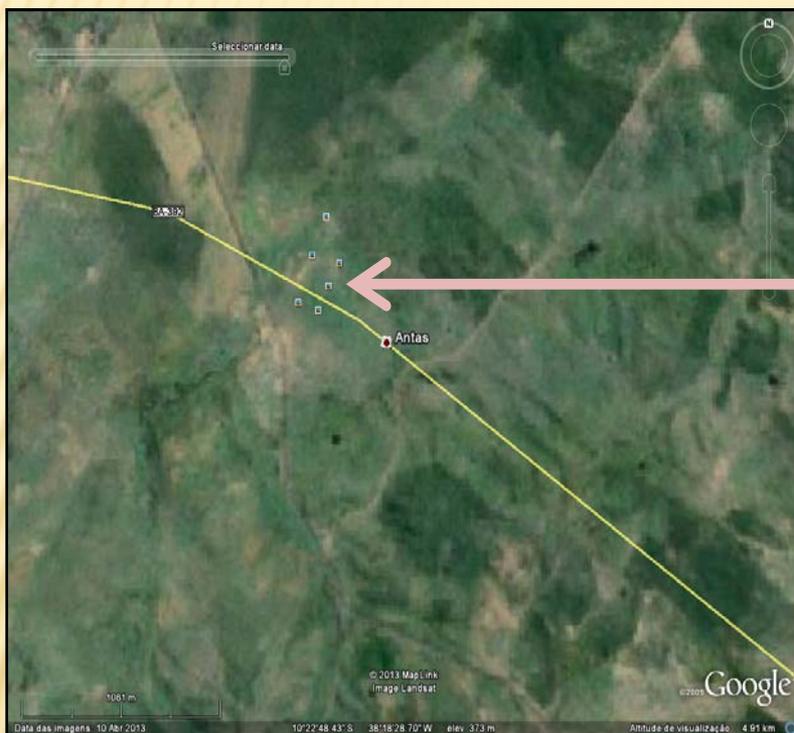
Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

# ESTUDO DE INUNDAÇÃO E MAPA DE INUNDAÇÃO

## MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

- Modelos hidrodinâmicos
- Metodologia simplificada para barragens de pequeno porte



Exemplo de imagem do Google-Earth para identificação dos elementos em risco no vale a jusante

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:

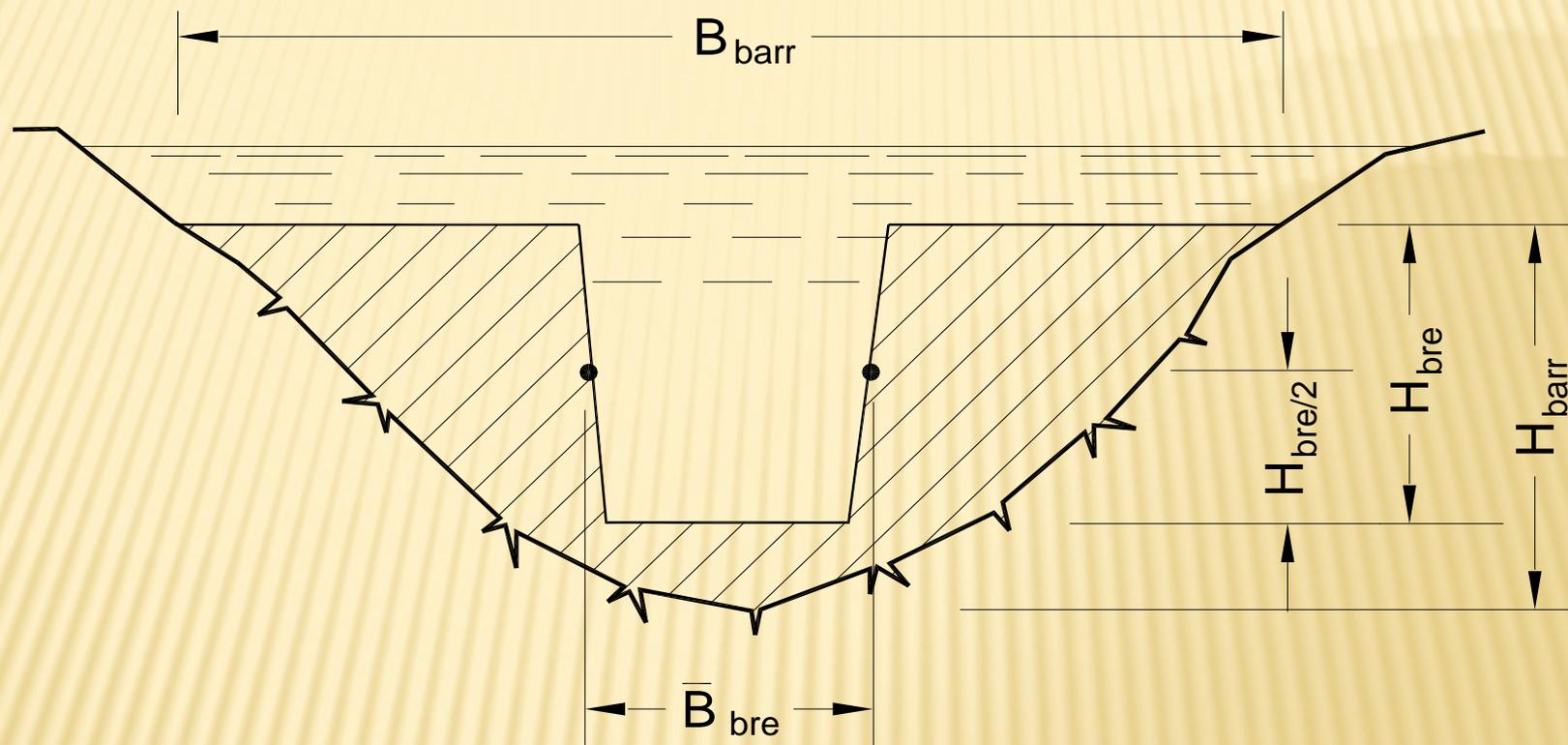


Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

# CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

## BRECHA DE RUPTURA



Esquema da seção típica da brecha em barragens de aterro

Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná  
 Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

Ricardo Aguiar Magalhães  
 Diretor de Comunicações - CBDB

## CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

### BRECHA DE RUPTURA

Tipo de barragem	Largura média da brecha ( )	Componente horizontal da inclinação dos taludes da brecha (1V:ZH)	Tempo de ruptura (horas)
Concreto em arco	Todo o desenvolvimento da barragem ou $\geq 0,8$	$0 \leq Z \leq$ Inclinação do vale	$t_{rot} \leq 0,1$
Concreto gravidade	Um múltiplo de vários blocos, sendo usualmente, $\leq 0,5$	$Z=0$	$0,1 \leq t_{rot} \leq 0,3$
Terra/Enrocamento	$< < 5$	$1/4 \leq Z \leq 1$	$0,5 \leq t_{rot} \leq 3$
Estéreis de minas	$\geq 0,8$	$1 \leq Z \leq 2$	$0,1 \leq t_{rot} \leq 0,3$

Valores característicos da brecha de ruptura (adaptado de USBR, 1989)

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

### CENÁRIOS A SIMULAR

#### Cenário de ruptura mais provável

- uma ruptura por mecanismos estrutural ou por percolação (devido por exemplo à ocorrência de erosão interna da barragem) que origina o denominado cenário de ruptura em dia de sol (sem influência da precipitação);
- ou uma ruptura por mecanismo hidráulico que origina o denominado cenário de ruptura por galgamento.

Para atribuição dos valores das vazões afluentes ao reservatório no instante inicial da ruptura, dever-se-á adotar a prática comum, orientada por questões de segurança, de considerar a contribuição de um hidrograma de vazão afluente. Assim, poder-se-á optar:

- pela vazão média anual (ou a vazão média do semestre seco ou do semestre úmido), ou por uma cheia associada a um menor tempo de recorrência ( $T = 100$  anos, por exemplo) num cenário de ruptura em dia de sol;
- por uma cheia conhecida (por exemplo, a cheia de projeto ou uma cheia associada a um tempo de recorrência elevado:  $T = 1\ 000$  a  $5\ 000$  anos), num cenário de ruptura por galgamento.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

### CENÁRIOS A SIMULAR

#### Cenário de ruptura extremo (pressupõe ocorrência de rupturas rápidas e totais)

No que diz respeito à atribuição dos valores das vazões afluentes ao reservatório, quando do instante inicial da ruptura, dever-se-á adotar a contribuição de hidrogramas de vazão afluente mais gravosos do que os considerados para o cenário de ruptura mais provável. Assim, poder-se-á optar:

- por uma cheia conhecida (por exemplo, a cheia de verificação do vertedouro de cheias, que pode ser a CMP, ou por uma cheia associada a um período de retorno muito elevado:  $T= 5\ 000$  a  $10\ 000$  anos), num cenário de ruptura por galgamento;
- por uma cheia associada a um menor período de retorno ( $T= 100$  a  $500$  anos, por exemplo) num cenário de ruptura em dia de sol.

#### Extensão do Cálculo - FRONTEIRAS

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

### Caracterização do vale a jusante Mapa de inundação

- o instante de chegada da frente da onda de inundação (em formato 00H00M);
- o instante de chegada do pico da onda de inundação (em formato 00H00M);
- o nível máximo da cheia atingido (altura e cota);
- a duração da cheia (em formato 00H00M);
- a velocidade máxima da onda de inundação (m/s);
- a altura máxima da onda de inundação (m);
- a vazão máxima atingida (m<sup>3</sup>/s);
- o hidrograma com a representação gráfica do comportamento hidrodinâmico (vazão e altura da água) da onda de inundação em função do tempo.

O mapa de inundação deve conter a seguinte informação:

- identificação do cenário que lhes corresponde;
- limites das zonas inundáveis;
- limites administrativos das áreas atingidas (estado, município, localidade );
- vias de comunicação inundadas e identificação das obras de arte atingidas;
- infraestruturas e instalações importantes ou existência de instalações de produção ou de armazenagem de substâncias perigosas.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



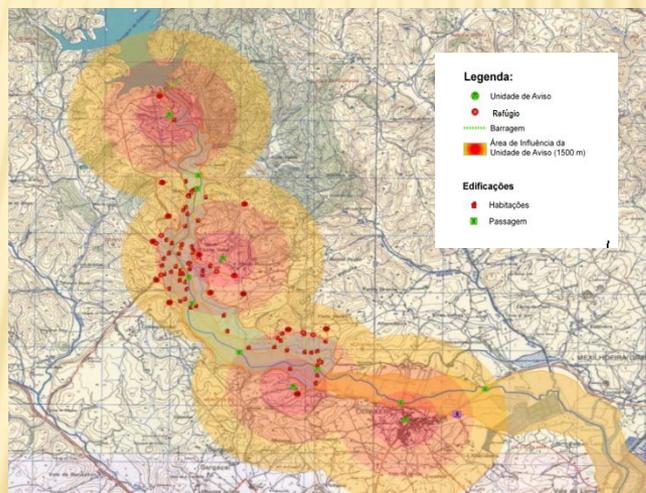
Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

# VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS

## Caracterização da Zona de Autossalvamento

- povoações afetadas e estimativa do nº de pessoas atingidas;
- levantamento das infraestruturas afetadas (vias de comunicação, infra-estruturas e instalações importantes ou existência de instalações de produção ou de armazenagem de substâncias perigosas);
- infraestruturas coletivas afetadas;
- estruturas do Sistema de Defesa Civil afetadas (forças de segurança, corpos de bombeiros, unidades militares, unidades de saúde, serviços municipais de defesa civil, etc.);
- localização dos refúgios.



Exemplo de mapa da Zona de Autossalvamento

## Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

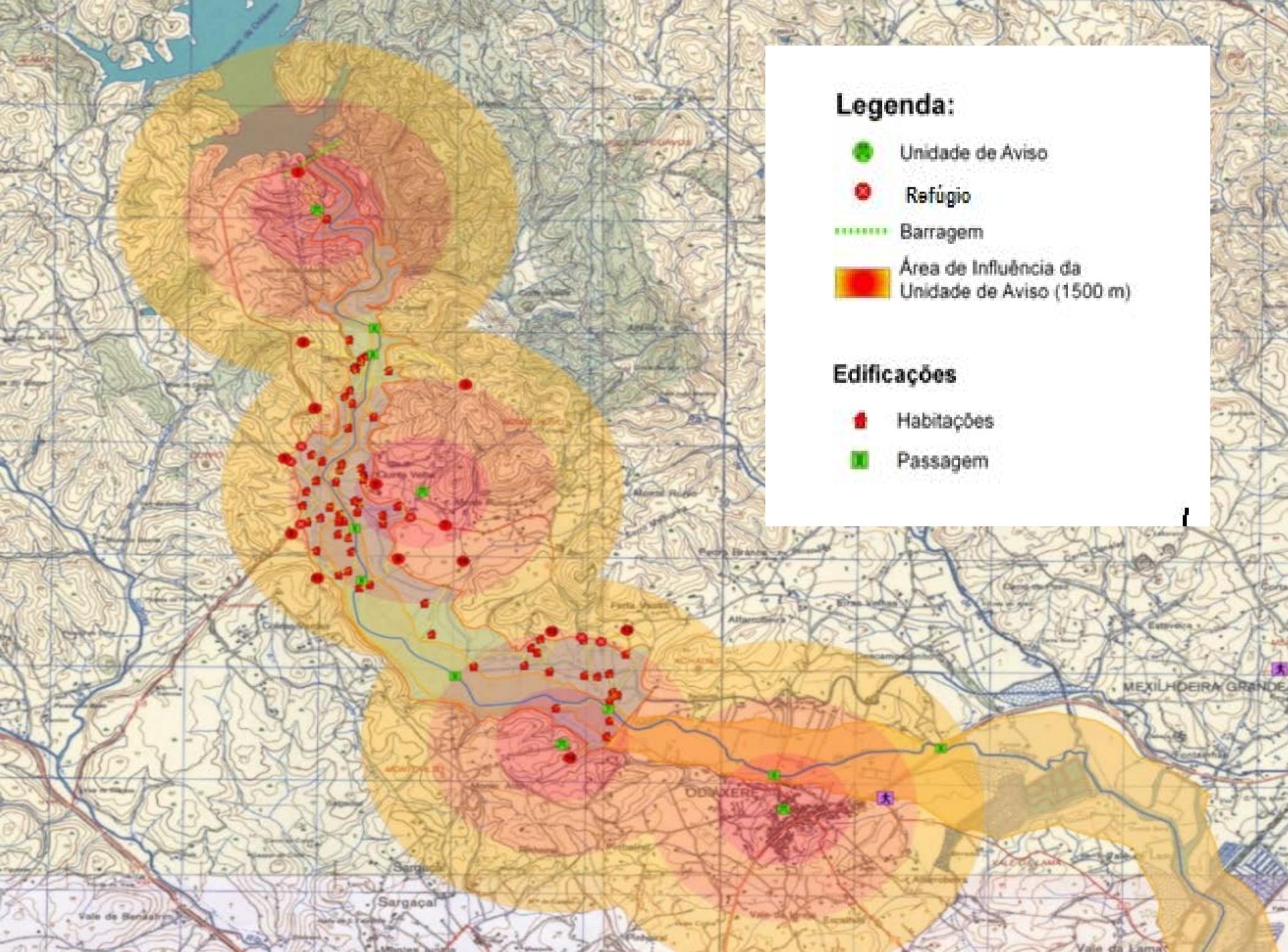
**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## Legenda:

-  Unidade de Aviso
-  Refúgio
-  Barragem
-  Área de Influência da Unidade de Aviso (1500 m)

## Edificações

-  Habitações
-  Passagem



## PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

A credibilidade dos planos de emergência, na ausência de situações reais de crise, é conseguida através de um sistema de avaliação, constituído por ordem ascendente de complexidade:

- teste dos sistemas de notificação e de alerta;
- exercício de nível interno;
- exercício de simulação.

### EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

#### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

### EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO

Este tipo de exercício simula um evento real tão realisticamente quanto possível, tendo o objetivo de avaliar a capacidade operacional de um sistema de gestão da emergência num ambiente de tensão elevada que simula as condições reais de resposta.

Deverá haver participação de todas as entidades listadas no plano de emergência (pessoal e meios referentes ao Empreendedor, Entidade Fiscalizadora, Agentes de Defesa Civil e população e seus representantes).

Para realismo, este tipo de exercício requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

- ações e decisões no terreno;
- evacuação de pessoas e bens;
- emprego de meios de comunicação;
- mobilização de Equipamento;
- colocação real de pessoal e recursos.

Nota-se que este exercício deve ser da responsabilidade dos serviços de defesa civil, sendo esperado que neste nível haja efetiva colaboração de meios e recursos do Empreendedor e da Entidade Fiscalizadora.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

### AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

A preparação da população é uma ação de mitigação de risco, sendo concretizada através de dois tipos de ações que são, no essencial:

- sensibilização da população, promovendo sessões de esclarecimento e divulgando informação relativa ao risco de habitar em vales a jusante de barragens e à existência de planos de emergência (sob a forma de folhetos, cartazes, brochuras);
- educação e treino da população, para fazer face à eventualidade de uma cheia induzida, promovendo programas de informação pública em sentido estrito, relativos ao zoneamento de risco, à codificação dos significados das mensagens e às regras de evacuação das populações; estes programas devem envolver a realização de exercícios controlados.



### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

## PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

### AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

Na sensibilização, educação e treino da população, cidadãos que residem na área de risco devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, de forma simples, nomeadamente as seguintes:

- ser pré-informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da eminência de emergência bem como a ordem de estado de prontidão;
- conhecer o significado dos diversos alertas; no caso de sirenes fixas deve ser divulgado, por exemplo, o significado do sinal de alerta para ficar em estado de prontidão (preparar-se para uma eventual evacuação - “get ready”) e de alerta para proceder à evacuação (“go!”).
- conhecer o plano de evacuação e nomeadamente:
  - deve estar informado sobre a entidade que lhe transmite a notícia da iminência de emergência bem como a ordem de evacuação;
  - deve conhecer os limites do perímetro de inundação;
  - deve conhecer o local de refúgio (e certificar-se que todos os elementos próximos também o conhecem), no caso de habitar na ZAS, onde se preconiza o autossalvamento;
  - deve conhecer os acessos ao local de refúgio (Figura 11).
- deve ser pré-esclarecido no sentido de agir de acordo com as informações sobre o evoluir da situação, nomeadamente sobre o momento em que é permitido aos desalojados regressar às áreas afetadas após o período crítico do desastre e sobre o modo de implementar as necessárias medidas para a recuperação.

### Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB

**MUITO OBRIGADO!**

**Seminário Plano de Ação de Emergência de Barragens – PAE – no Paraná  
Inter-relações entre Órgãos de Governo e Empreendedores – 23/08/2016**

Realização:



Apoio:



Palestrante:

**Ricardo Aguiar Magalhães**  
Diretor de Comunicações - CBDB