






**SEGURANÇA, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DE BARRAGENS**

*Prof. Dr. Roberto Kochen – Diretor Técnico*  
[kochen@geocompany.com.br](mailto:kochen@geocompany.com.br)

OUTUBRO/2016

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
 +55 11 4195-4435

1



➤ **Segurança em Barragens e Hidrelétricas - Gerenciamento de Riscos Geológicos / Geotécnicos.**

➤ **Aspectos Intervinentes:**

- **qualidade do maciço da barragem (solos e rochas)**
- **formas de implantação da barragem, reservatório e unidade de geração**
- **Monitoramento, elevação e oscilação do lençol freático nos maciços de solo e rocha**
- **Instrumentação e avaliação da segurança da barragem**
- **Fatores Críticos para Garantir a Segurança e Minimizar Riscos**
- **Análise de Riscos na Avaliação da Segurança de Barragens**
- **Controle de Qualidade e Fiscalização**
- **Qualificação Profissional na Área de Segurança de Barragens**
- **Aspectos geológicos e geotécnicos (fundação, ombreiras, reservatório, etc.)**

➤ **Roberto Kochen (Diretor Técnico, Geocompany – Tecnologia, Engenharia & Meio Ambiente)**

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
 55 11 4195-4435





**RISCO**

**É o evento ou condição incerta, que poderá ter efeitos positivos e/ou negativos.**

- **Impactos na construção**
- **Custos de Construção, Operação e Manutenção**

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435



**Casos Históricos de Acidentes em Barragens**

**Barragem de Malpasset, França, 1959**

**Em dezembro de 1959, a fundação da Barragem de Malpasset, França (em arco de concreto), se movimentou, e a estrutura rompeu subitamente. A onda de cheia resultante da ruptura matou mais de 450 pessoas.**

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
55 11 4195-4435



### **“Restos” da Barragem de Malpasset, em data recente**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



### **Barragem de Vajont, Itália, 1963**

**Em outubro de 1963, a encosta do reservatório da barragem de Vajont, Itália, rompeu subitamente. A onda de cheia resultante da ruptura matou mais de 2.500 pessoas, na cidade de Longarone, a jusante da barragem.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Cidade de Longarone, a jusante da barragem de Vajont, antes da ruptura de 63**

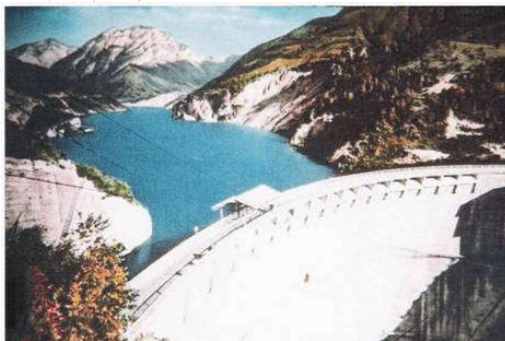
www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**O que restou de Longarone após a cheia causada pelo transbordamento da Barragem de Vajont, em consequência da ruptura súbita da encosta do Monte Toc. Cerca de 2.500 pessoas morreram.**

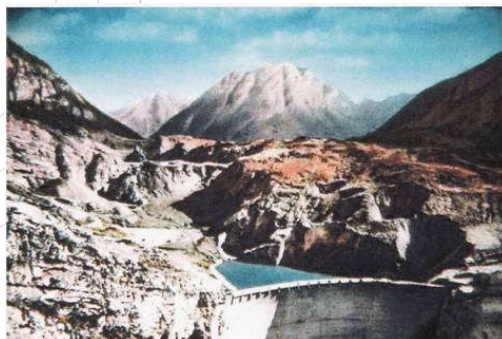


www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Barragem de Vajont no enchimento do reservatório. No centro da foto vê-se o Monte Toc, com a encosta instável visível na cicatriz branca ao fundo.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**No enchimento do reservatório, o pé do Monte Toc ficou submerso, gerando a ruptura súbita. Os detritos da ruptura são visíveis na parte central da foto. A ruptura súbita gerou uma onda de 100 m de altura, que transbordou o reservatório. A barragem em si praticamente não sofreu danos.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435


  
VIEX Americas


  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

**Vista Atual da Cidade de Longarone, com a Barragem de Vajont ao Fundo**





[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435

  
VIEX Americas

  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

- 1. O que é risco?**
- 2. Como Percebo que existem riscos?**
- 3. Riscos são bons ou maus?**
- 4. Quais riscos devo aceitar? Quais devo rejeitar?**
- 5. Como Faço para não ficar inconsciente dos riscos?**



[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435

**➤ Casos Recentes de Rupturas de Barragens no Brasil (lista parcial retirada da imprensa)**

- Barragem de Fundão, Mariana, MG
- Barragem Epitácio Pessoa, PA
- Barragem São Gonçalo, PA
- Barragem Namorados, São João do Cariri, PA
- Açude Cajazeiras, Pio IX, PI
- Arneiroz II, CE
- Barragem Espora, Aporé, GO
- Barragem Apertadinho, Vilhena, RO
- Campos Novos (SC) : Painel de Estudos de Caso
- Rio Pomba, Cataguazes, MG
- Camará (PB) : Painel de Estudos de Caso
- PCH Belém (RO)
- Itapebi : Painel de Estudos de Caso

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Risco é um evento composto de três elementos:**

➤ **Probabilidade, Escolha e Conseqüência;**

**Por exemplo: Molhar-se com água de chuva durante o percurso de sua casa até o escritório...é um risco. A Probabilidade de isto ocorrer é o número de dias que choveu, no horário de ida ao trabalho, durante o ano passado, dividido por 365. As Conseqüências (ou impactos) deste evento, são:**

➤ **I) Gripe; ii) Constrangimento; iii) Desconforto durante o expediente.**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**As possíveis escolhas para este evento são:**

- **Aceitar o risco ( ... não me importo de me molhar e odeio guarda-chuvas)**
- **Descobrir um conjunto de controles que minimizem (ou mitiguem) as chances de ser vitimado pelo evento, caso ele ocorra.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435





**Controles: São políticas, procedimentos, práticas ou estruturas organizacionais desenhadas de forma a prover uma garantia razoável de que os objetivos de negócio serão atingidos e que eventos indesejáveis serão prevenidos ou detectados e corrigidos.**

**Para o risco anterior temos a seguinte situação:**

- **Objetivo : trabalhar sempre seco.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435







**Os controles neste caso são as seguintes práticas:**

- **De forma detectiva:**
  - **Consultas realizadas diariamente à previsão do tempo;**
- **De forma preventiva:**
  - **Portar diariamente um guarda-chuvas;**
  - **Utilizar automóvel diariamente - desde o estacionamento coberto de sua casa, até o estacionamento coberto do prédio do escritório.**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



➤ **De forma corretiva:**

- **Gerenciar a crise (trabalhar molhado com risco de pegar uma pneumonia)**


www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435

### Cinco pontos básicos na Gestão de Riscos em Barragens

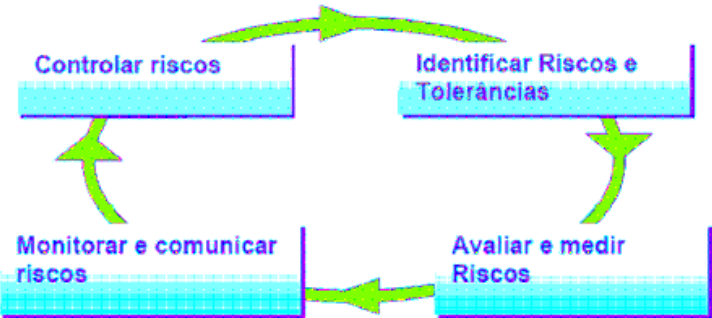
- **Plano e estratégia de gerenciamento de riscos**
- **Processo de identificação dos riscos**
- **Processo de qualificação dos riscos**
- **Processo de quantificação dos riscos**
- **Processo de monitoramento e controle dos riscos**

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435

### Plano de Gerenciamento de Riscos

Inclui uma seqüência obrigatória de atividades:



```
graph TD; A[Identificar Riscos e Tolerâncias] --> B[Avaliar e medir Riscos]; B --> C[Monitorar e comunicar riscos]; C --> D[Controlar riscos]; D --> A;
```

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435



### **Tendências Gerais no Setor de Barragens**

- **Tendência para contratos de preço global**
- **Condições de contrato unilaterais**
- **Cronogramas apertados**
- **Orçamentos financeiros baixos**
- **Competição leonina**
- **Necessidade de procedimentos pró-ativos de gerenciamento de riscos**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



### **Exemplos Recentes de Gestão Inadequada de Riscos**

#### **Geológicos / Geotécnicos**



**Barragem de Camará – Falha na Ombreira Esquerda**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Solução de Obra**

**Preenchimento da Falha Geologica Encontrada (superficialmente)**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Resultado**

**Ruptura da Barragem e Esvaziamento Súbito do Reservatório (5 vítimas)**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435

 **VIX**  
VIEIX Americas

 **GeoCompany**  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

**Barragem de Aporé, GO (2008)**

**Barragem transborda no sudoeste de Goiás**



[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435



 **VIX**  
VIEIX Americas

 **GeoCompany**  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

**Barragem de Aporé, GO (2008)**



[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
+55 11 4195-4435

**Aspectos Relevantes:**

**A maioria das rupturas ocorre em barragens pequenas ( $H < = 30$  m)**



**A maioria das rupturas se dá em barragens recém construídas, ou sem inspeção / manutenção**

**Barragens de concreto : problemas de fundação são a causa mais frequente**

**Barragens de terra e enrocamento : galgamento, erosão interna, fundação**

**Estruturas auxiliares : p.ex., insuficiência de vazão nos dispositivos de descarga**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435

**Análise de Riscos em Barragens:**

- **Identificar riscos em potencial**
- **Identificar modos de ruptura**
- **Estimativa estatística de risco**
- **Avaliar medidas de redução de risco**
- **Avaliar medidas corretivas necessárias**
- **Estabelecer estratégia de mitigação de riscos**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435





**Risco = f (danos, probabilidade, consequencia)**

**O que pode dar errado (danos) ?**

**Quanto isso é provável (probabilidade) ?**

**Que perdas (materiais, ambientais, vidas, etc.) isto causará (consequencia) ?**


www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435




**Alguns exemplos de Riscos em Barragens e Hidrelétricas**

- **Talude de Montante**
  - **Sumidouros;**
  - **Rachaduras grandes;**
  - **Deslizamentos, afundamentos ou escorregamentos;**
  - **Taludes íngremes e bancadas de escavação;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435




VIEX Americas




GeoCompany  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

- **Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado;**
- **Erosão por trás do rip-rap mal graduado;**
- **Talude de Jusante**
  - **Deslizamento/charco;**
  - **Rachaduras transversais;**
  - **Desabamento;**
  - **Rachaduras longitudinais;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



VIEX Americas




GeoCompany  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente


- **Afundamentos;**
- **Erosão;**
- **Árvores/arbustos;**
- **Buracos de animal;**
- **Área molhada em faixa horizontal;**
- **Vazamentos vindo das ombreiras;**
- **Tráfego de gado/animais domésticos;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435






VIEX Americas




GeoCompany  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

- **Crista**
  - **Rachadura longitudinal;**
  - **Deslocamento vertical;**
  - **Desabamentos na crista;**
  - **Rachaduras transversais;**
  - **Crista desalinhada;**
  - **Depressões na crista da barragem;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435





VIEX Americas



GeoCompany  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente



- **Vegetação excessiva;**
- **Buracos de animal;**
- **Voçoroca na crista;**
- **Trilhas ao longo da crista;**
- **Áreas a Jusante da Barragem**
  - **Áreas encharcadas a jusante da barragem;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435




- **Talude de Jusante de Concreto**
  - **Face de concreto rachada ou deteriorada;**
  - **Rachaduras devido ao ressecamento;**
- **Vertedouros e Dispositivos de Descarga**
  - **Vegetação excessiva ou detritos no canal;**
  - **Canais erodidos;**
  - **Erosão excessiva ou deslizamento de terra causando uma concentração de fluxo;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435




- **Problemas embaixo do final da calha do vertedouro;**
- **Parede deslocada;**
- **Rachaduras grandes;**
- **Juntas abertas ou deslocadas;**
- **Perda ou quebra do rip-rap;**
- **Deterioração de material – desintegração de rip-rap, concreto, etc;**
- **Canaletas trincadas;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435




VIEX Americas




GeoCompany  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

- **Erosão, abrasão e fraturas no concreto;**
- **Vazamento dentro e ao redor do sangradouro;**
- **Infiltração em uma junta construída ou rachaduras numa estrutura de concreto;**
- **Entradas d'água, Saída d'água e Drenos**
  - **Dano na tubulação da saída d'água, rachadura;**
  - **Buraco;**
  - **Juntas desiguais;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435





VIEX Americas



GeoCompany  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente



- **Aumento no fluxo ou sedimento na saída do dreno;**
- **Dispositivos de controle danificados;**
- **Ruptura da estrutura de concreto da saída d'água;**
- **Saída da água liberada erodindo o pé da barragem;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



- **Vazamento nos Dispositivos de Controle de Vazão**
  - **Detritos presos embaixo da comporta;**
  - **Comporta rachada;**
  - **Danos no apoio ou guias da comporta;**
  - **Água de infiltração saindo por um ponto adjacente à saída d'água;**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



### **Objetivos e Resultados do Procedimento de Gerenciamento de Riscos**

- **Estabelecer padrões mínimos de avaliação de riscos e procedimentos de gerenciamento de riscos**
- **Reduzir as probabilidades de perdas e danos**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCO**

- **Matriz potencial de risco** : tem como objetivo apresentar uma classificação das barragens, essencialmente quanto à sua segurança.
- **Matriz** : conjunto de parâmetros ou características técnicas do projeto.
- Permitem retratar o **Grau de Periculosidade (P)** (aspectos relacionados com o estado atual da barragem, com a sua história, operacionalidade e/ou facilidade de manutenção de suas estruturas hidráulicas)

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



- **Grau de Vulnerabilidade (V)** e - **Importância (I)**, (parâmetros que, por seu vulto ou magnitude, conferem o valor estratégico associável à barragem no caso de eventual ruptura.
- **Potencial de Riscos (PR)** enquadramento da barragem segundo o nível de risco à sua segurança.

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



### PERICULOSIDADE - P

DIMENSÃO DA BARRAGEM (a)	VOL. TOTAL DO RESERVATÓRIO (b)	TIPO DE BARRAGEM (c)	TIPO DE FUNDAÇÃO (d)	VAZÃO DE PROJETO (e)
Altura ≤ 10m e Comprimento ≤ 200m (1)	Pequeno < 20hm³ (3)	Concreto (4)	Rocha (1)	Decamlenar (1)
10m < Altura < 20m e Comprimento ≤ 200m (3)	Médio até 200 hm³ (5)	Alvenaria de pedra/concreto rolado (6)	Rocha alterada Saprolito (4)	Milenar (2)
20 < Altura ≤ 50m ou Comprimento 200m a 3000m (6)	Regular 200 a 800hm³ (7)	Terra Enrocamento (8)	Solo residual/ Aluvião até 4m (5)	500 anos (4)
Altura > 50m e Comprimento > 500m (10)	Muito Grande > 800hm³ (10)	Terra (10)	Aluvião arenoso espesso/ Solo orgânico (10)	Inferior a 500 anos ou Desconhecida (10)

NOTA – Se a vazão for desconhecida, deverá ser reavaliada, independentemente da pontuação.

P > 30 – Elevado  
 20 < P ≤ 30 – Significativo  
 10 ≤ P ≤ 20 – Baixo a Moderado

P = s (a a e)

www.geocompany.com.br  
 +55 11 4195-4435



### VULNERABILIDADE - V



TEMPO DE OPERAÇÃO (f)	EXISTÊNCIA DE PROJETO (AS BUILT) (g)	CONTABILIDADE DAS ESTRUTURAS VERTECOURAS (h)	TOMADA DE ÁGUA (i)	PERCOLAÇÃO (j)	DEFORMAÇÕES AFUNDAMENTAS SENTIMENTOS (k)	DETERIORAÇÃO DOS TALUDES/ PARAMENTOS (l)
> 30 anos (0)	Existem as built Projetos e Avaliação do Desempenho (1)	Muito Satisfatória (2)	Satisfatória Controle a montante (1)	Totalmente Controlada pelo sistema de drenagem (1)	Inexistente (0)	Inexistente (1)
de 10 a 30 anos (1)	Existem Projetos e as built (3)	Satisfatória (3)	Satisfatória Controle a jusante (2)	Sinais de umedecimento nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras (4)	Pequenos abatimentos da crista (2)	Falhas no rip-rap e na proteção de jusante (3)
de 5 a 10 anos (2)	Só projeto básico (5)	Suficiente (6)	Aceitável (3)	Zonas limitadas em taludes de jusante, ombreiras, área alagada a jusante devido ao fluxo (6)	Ondulações pronunciadas, fissuras (6)	Falha nas proteções, drenagens insuficientes e sulcos nos taludes (7)
< 5 anos (3)	Não existe projeto (7)	Não satisfatório (10)	Deficiente (5)	Surgência de água em taludes, ombreiras e área de jusante (10)	Depressão na crista, afundamentos nos taludes, ou na fundação/técnicas (10)	Depressão no rip-rap, Escorregimento, sulcos profundos de erosão, vegetação (10)

NOTA: Pontuação (10) em qualquer coluna implica intervenção na barragem, a ser definida com base em inspeção especial.

V = s (f a l)

V > 35 – Elevada  
 20 ≤ V ≤ 35 – Moderada a Elevada  
 5 ≤ V < 20 – Baixa a Moderada  
 V < 5 – Muito baixa

www.geocompany.com.br  
 +55 11 4195-4435



### IMPORTÂNCIA - I

- Volume útil do reservatório (população beneficiada)
- População a jusante
- Custo da barragem

VOL. ÚTIL hm <sup>3</sup>	POPULAÇÃO A JUSANTE	CUSTO DA BARRAGEM
(m)	(n)	(o)
grande (2) > 800	grande (2,5)	elevado (1,5)
médio (1,5) 200 a 800	média (2,0)	médio (1,2)
baixo (1) < 200	pequena (1,0)	pequeno (1,0)

$$I = \frac{m + n + o}{3}$$

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
 +55 11 4195-4435

### POTENCIAL DE RISCO - PR

CLASSE	POTENCIAL DE RISCO – PR
A	> 65 (OU V=10) – ALTO
B	40 A 65 – MÉDIO
C	25 A 39 – NORMAL
D	15 A 24 – BAIXO
E	< 15 – MUITO BAIXO

$$PR = \frac{(P + V) \cdot I}{2}$$

**NOTAS:**

1. Barragens com PR acima de 55 devem ser reavaliadas por critérios de maior detalhe.
2. Barragens incluídas na classe A exigem intervenção, a ser definida com base em inspeção especial.

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
 +55 11 4195-4435



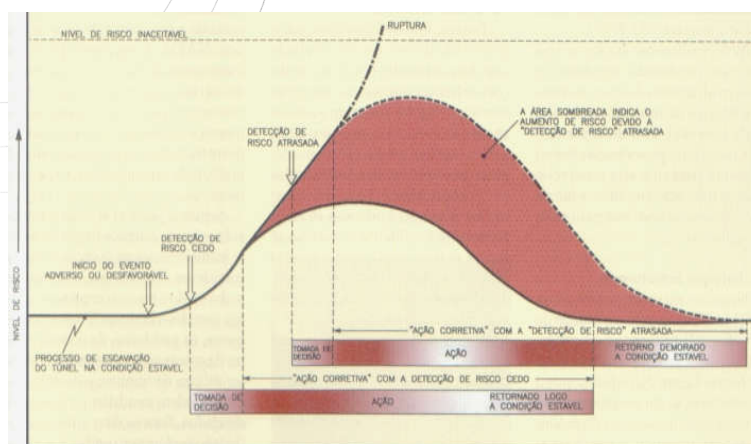
## **Gerenciamento de Riscos no Projeto, Construção e Operação de Barragens**

- **“Detecção de Risco” e “Ação Corretiva”**
- **Risco Conceitual**
- **Enfoque Estruturado**
- **Recomendações para incremento da segurança**
- **Questionário (complementação de informações)**
- **Lista de verificação (“check list”)**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435

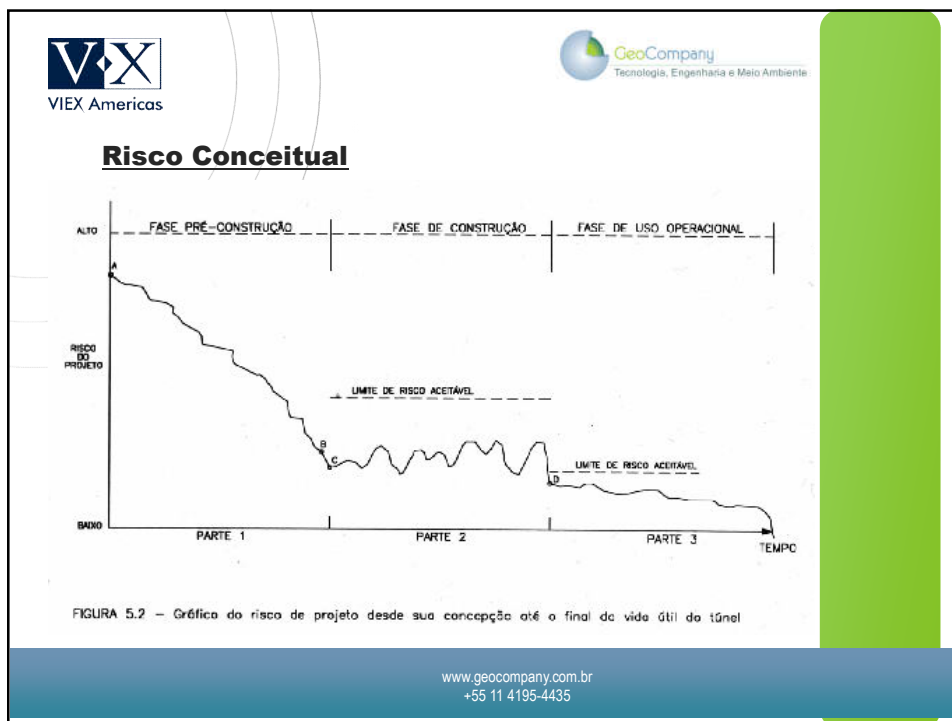


## **Detecção de Risco - Ação Corretiva**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435





**VIEX Americas**



**GeoCompany**  
Tecnologia, Engenharia e Meio Ambiente

### Análise de Riscos e de Decisão

**Objetivo: analisar os problemas de riscos na construção e operação de uma forma mais estruturada, utilizando-se uma análise formal, minimizando-se os riscos.**

**Resultado: as decisões deixam de ser intuitivas e empíricas e passam a ser mais estruturadas. Evita-se de correr riscos sem a análise de suas conseqüências.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435






**RECOMENDAÇÕES DA AGÊNCIA NACIONAL DE  
ÁGUAS**

**Plano de Segurança da Barragem**



**De acordo com a Lei nº 12.334/2010, o Plano de  
Segurança da Barragem deve compreender, no mínimo,  
as informações indicadas:**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435

- 1. Identificação do empreendedor.**
- 2. Dados técnicos referentes à implantação do empreendimento, inclusive, no caso de empreendimentos construídos após a promulgação da Lei, do projeto como construído, bem como aqueles necessários para a operação e manutenção da barragem.**
- 3. Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem.**
- 4. Guia de Inspeções e outros Manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem.**
- 5. Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435





**6. Indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção e à operação da barragem.**

**7. Relatórios das Inspeções de Segurança.**

**8. Revisões Periódicas de Segurança.**

**9. Plano de Ação de Emergência (PAE), quando exigido.**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO**

**O Plano de Monitoramento e Instrumentação deve ser elaborado na fase de projeto e adaptado nas fases posteriores, de modo a incorporar as alterações que forem necessárias.**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435

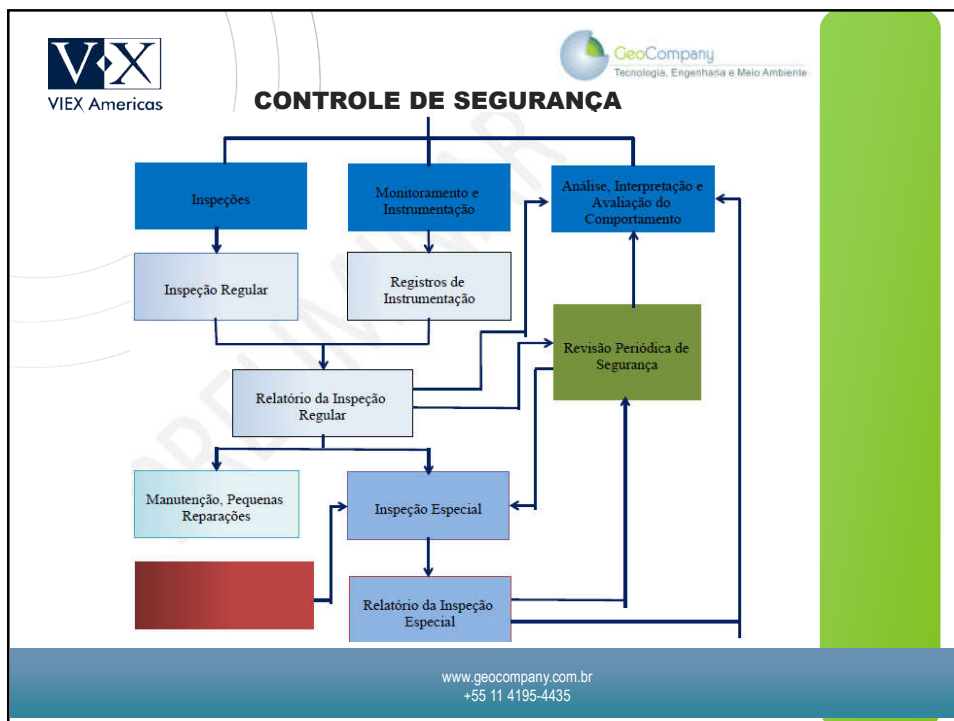



## MONITORAMENTO E INSTRUMENTAÇÃO

**Elaborado:**  
**Na fase de projeto (sucessivamente pormenorizado desde o Estudo de Viabilidade até o Projeto Executivo).**

**Atualizado:**  
**No final da construção – Projeto como Construído.**  
**No final do primeiro enchimento do reservatório.**  
**Nas revisões periódicas de segurança.**

www.geocompany.com.br  
 +55 11 4195-4435








## EQUIPE DE SEGURANÇA MÍNIMA

Tipo de barragem	Porte da barragem		
	Pequeno	Médio	Grande
<b>Aterro</b>	Geólogo de Engenharia Engº Hidráulico Inspetor de campo	Geólogo de Engenharia Engº Hidráulico Topógrafo Inspetor de campo	Engº Geotécnico Engº Hidráulico Topógrafo Inspetor de campo
<b>Concreto</b>	Engº. Estrutural Engº Hidráulico Inspetor de campo	Engº. Estrutural Engº Hidráulico Topógrafo Inspetor de campo	Engº. Estrutural Geólogo de Engenharia Engº Hidráulico Topógrafo Inspetor de campo

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
 +55 11 4195-4435






### Conclusões

**As principais causas da falta de segurança no projeto, construção e operação de barragens são:**

- **O não reconhecimento da situação hidrogeológica e geotécnica, devido a insuficiência dos estudos geológicos, geotécnicos e hidrológicos**
- **A falta de planejamento, controle e gerenciamento das obras, a ausência de inspeção e manutenção**
- **Subestimação dos riscos (não considerar a possibilidade de acidentes e/ou de rupturas)**

[www.geocompany.com.br](http://www.geocompany.com.br)  
 +55 11 4195-4435





**Considerações Finais**

**Sugestões para aumentar a segurança no projeto, construção e operação de barragens:**



- **Planejamento da investigação geológica - geotécnica, e dos estudos hidrológicos, em mais de uma etapa e em função das características de construção e operação da barragem / hidrelétrica em questão**
- **Selecionar o método construtivo em função das condições geológicas, utilizando-se análises de riscos e de decisão**
- **No início do projeto, identificar os riscos e melhorar as estratégias de controle de riscos efetivos**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



- **Inspecões periódicas, frequentes, para avaliação da segurança de Barragens (identificação de anomalias e definição de medidas corretivas)**
- **Manutenção das estruturas, dispositivos e sistemas da barragem**



www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Conclusões e Considerações Finais**

- **Implantação de Cultura de Segurança entre:**
  - **Projetistas, Construtores, Proprietários / Concessionários**

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435



**Todos estes procedimentos e ações, juntamente com a observância da lista de verificação (“check list”) de anomalias, reduzirão os riscos no projeto, construção e operação de barragens e hidrelétricas**

***“Nenhum projeto está livre de riscos. Riscos podem ser gerenciados, minimizados, compartilhados, transferidos ou aceitos. Mas jamais, ignorados.”***

www.geocompany.com.br  
+55 11 4195-4435