

Nº 179019

**Desafios tecnológicos na segurança de barragens para cidades resilientes.**

**Wilson Shoji Iyomasa**

*Palestra apresentada na SciBiz  
Conference, 2024, São Paulo. 5p. (15  
slides)*

*A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.*

**PROIBIDO REPRODUÇÃO**



Desafios tecnológicos na segurança de barragens para cidades resilientes

2024 – SciBiz Conference  
Universidade de São Paulo – USP  
Infraestruturas Resilientes e Sustentáveis

IPT-CIMA  
Geól. Dr. Wilson Shoji Iyomasa  
19.0.24



1

---

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS PARA CIDADES RESILIENTES

Eventos Climáticos Extremos:

1. Estiagem e Seca
2. Incêndios Florestais
3. Ondas de Calor e Frio
4. Inundações e Enchentes
5. Deslizamentos de Terra
6. Ciclone, Tornado e Vendavais
7. Sismos Naturais e Induzidos



Etapas das Consequências:

1. PREVENÇÃO
2. MITIGAÇÃO
3. PREPARAÇÃO
4. RESPOSTA
5. RECUPERAÇÃO



2

---

---

---

---

---

---

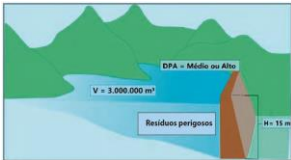
---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS PARA CIDADES RESILIENTES

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RISCOS: Situação atual no Brasil

- Política de Segurança de Barragens (PNSB): Leis, Resoluções e Diretrizes



Fonte: São Paulo, SPAN, 2018



3

---

---

---

---

---

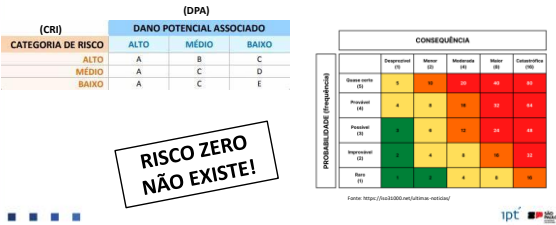
---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RISCOS (ANM, ANEEL e ANA)



4

---

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

ETAPA DE PREVENÇÃO: SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS

CRI (Categorias de Risco) e DPA (Dano Potencial Associado)

- Obras de Engenharia possuem incertezas (naturais e epistêmicas)
  - ✓ Incertezas => falhas
  - ✓ Projetos de Engenharia: incorpora as incertezas (FS) – Fator de Segurança ou margem de segurança
- INCERTEZAS
  - ✓ Falhas => Consequências!!! => Impactos e Danos

(Fonte: YouTube - Canal ABMS – Segurança de Barragens – 02/09/2021 – Profº André Assis Pacheco)

**RISCOS**

5

---

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 1: DA ENGENHARIA - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

- AVALIAÇÃO QUALITATIVA:
  - ✓ Possui boas ferramentas (FMEA, FMECA, Árvores de Eventos e Falhas)
  - ✓ Permite antever barreiras de proteção
  - ✓ Permite prever evento de falha e consequências
  - ✓ Não permite priorização/hierarquização



AVALIAÇÃO  
QUANTITATIVA

6

---

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 1: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCOS

- OBJETIVO: ALCANÇAR MÉTRICA DE RISCO (numérico)
- Motivo: Avaliação Qualitativa – não permite priorização

$$R = pf \cdot C$$

R = Risco

p = Probabilidade

f = Falha

C = Consequência



MONETIZAÇÃO (\$\$\$)



7

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 1: DA ENGENHARIA – QUANTIFICAÇÃO DO RISCO

1. Identificar evento (instabilidade, pluviometria excessiva, *piping*, liquefação, galgamento, vibrações/sismos etc.)
2. Definir as probabilidade de cada evento
3. Consequências em valores monetários
4. Risco em valor monetário



8

---

---

---

---

---

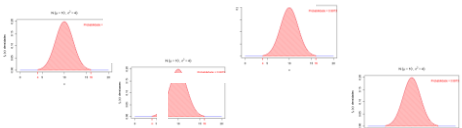
---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 1: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCOS (ABORDAGEM ESTATÍSTICA)

1. Necessidade de dados de ocorrências anteriores (incerteza epistêmica)
2. Definir as probabilidade de falhas (para cada modo de falha)
3. Elaborar as distribuições estatísticas de cada modo de falha



9

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 1: QUANTIFICAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS

Determinar custos de todas as consequências

- Definir danos (bens materiais e sociais – feridos, mortos etc.)
- Danos na infraestrutura pública
- Danos ao meio ambiente
- Danos à imagem do empreendedor
- Etc.

Risco em \$\$\$



---

---

---

---

---

---

---

---

10

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 2: POLÍTICAS DE RISCOS

1. Definida pela alta direção da empresa
2. Definir os níveis de responsabilidade dos riscos – hierarquia da empresa
3. Danos na infraestrutura pública
4. Danos ao meio ambiente
5. Danos à imagem do empreendedor
6. Etc.



Definir Curvas de Aceitabilidade e Tolerância  
Zonas de Riscos

1. Aceitáveis
2. Atenção
3. Intoleráveis



---

---

---

---

---

---

---

---

11

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

DESAFIO 3: GESTÃO COMUNICAÇÃO E EDUCAÇÃO

- Programa de Educação: **Novas Tecnologias Digitais**
  - ✓ Constante atualização do cadastro da população (via celular)
  - ✓ Conscientizar a sociedade: população que ocupa as ZAS e ZSS
  - ✓ Manutenção atualizada do sistema de divulgação na jurisdição
  - ✓ Elaborar material didático (Segurança de Barragens) – com atualizações sistemáticas
  - ✓ Treinamentos Periódicos: explanação teórica e prática
  - ✓ Agentes/fiscalizadores: atualização por meio de cursos *online*
- Programa de comunicação:
  - ✓ Rádio, TV, celular etc.



---

---

---

---

---

---

---

---

12

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

CONSIDERAÇÕES FINAIS

DESAFIOS: SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS

1. Desafio Técnico: Evoluir da Avaliação Qualitativa para Quantitativa de Riscos (**1º Desafio Técnico e de Tecnologia Digital**)
2. Desafio Políticas de Risco: definir níveis de aceitabilidade e de intolerância de riscos (**2º Desafio de Políticas de Risco**)
3. Desafio Gestão de Comunicação e Educação (**3º Desafio de Tecnologia Digital**)



13

---

---

---

---

---

---

---

---

DESAFIOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS  
PARA CIDADES RESILIENTES

PUBLICAÇÕES, EVENTOS, LEGISLAÇÃO ETC.

- AVALIAÇÃO DE RISCOS - AVALIAÇÃO DE RISCOS - Engenharia de Segurança - Editora CHC, Curitiba, 2019.
- ABGE - Avaliação Barragem de Riscos - <https://www.abge.com.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- ABGE - Avaliação Barragem de Riscos - <https://www.abge.com.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- ABGE - Segurança de Barragem - <https://www.abge.com.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- ABGE - Segurança de Barragem - <https://www.abge.com.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- BRASIL, Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
- BRASIL, Lei nº 12.896, de 20 de setembro de 2010.
- BRASIL, Lei nº 12.896, de 20 de setembro de 2010.
- BRASIL, Lei nº 12.755, de 15 de dezembro de 2012.
- BRASIL, Resolução ANEEL nº 12, de 20 de maio de 2013.
- BRASIL, Resolução ANEEL nº 95, de 27 de fevereiro de 2020.
- BRASIL, Resolução ANEEL nº 120, de 24 de fevereiro de 2023.
- CBR - Avaliação de Riscos e a Segurança de Barragens de Terra - <https://www.cbr.org.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- CBR - Avaliação de Riscos e a Segurança de Barragens de Terra - <https://www.cbr.org.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- Flávio Miguel de Mello, Sandro Salvador Sanches, Guido Guadagnoli - Lições aprendidas com acidentes e incidentes em barragens e obras civis no Brasil (livro eletrônico) - Rio de Janeiro - Conselho Brasileiro de Barragens, 2023.
- IPT - Avaliação de Riscos - <https://www.ipt.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- IPT - Avaliação de Riscos - <https://www.ipt.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>
- IPT - Avaliação de Riscos - <https://www.ipt.br/pt-br/seguranca/seguranca-de-riscos>



14

---

---

---

---

---

---

---

---

Obrigado!

- Wilson Shoji Iyomasa
- wsi@ipt.br



www.ipt.br



15

---

---

---

---

---

---

---

---