



**COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS**

**ORGANIZAÇÃO: Núcleo Regional da Bahia**



**DIAS**

**18 e 19 de Novembro de 2008**

**HORÁRIO**

**08h30 - 18h30**

**LOCAL**

**Auditório Arlindo Fragoso  
Escola Politécnica da Universidade  
Federal da Bahia – UFBA, Federação**

**SALVADOR - BA  
BRASIL**

**Apoio:**



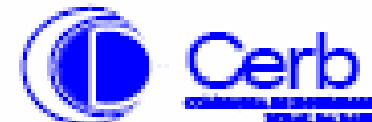
Secretaria de  
Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos



INSTITUTO DE  
GESTÃO DAS  
ÁGUAS E CLIMA



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS



Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

# “Barragens Contemporâneas: Conhecimento, Durabilidade, Riscos e Falhas”

**Cenário : BRASILEIRO**

Eng<sup>o</sup>. Francisco Rodrigues **ANDRIOLO**

**Andriolo Ito Engenharia Ltda**

Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica

13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil

Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385

e-mail: [fandrio@attglobal.net](mailto:fandrio@attglobal.net)

site: [www.andriolo.com.br](http://www.andriolo.com.br)



# “Barragens Contemporâneas: Conhecimento, Durabilidade, Riscos e Falhas”

Cenário : **BRASILEIRO**

## Palavras Chaves:

*Contemporâneo; Especificações, Contratos; Materiais;  
Segurança; Durabilidade ;Custos na Construção de  
Barragens;*

*Que é Contemporâneo: Que é do mesmo Tempo; Que vive  
na mesma Época;*

*Vida útil: 30 anos!*

# RESUMO

## Qual a razão de ainda acontecer acidentes em Barragens?

Os acidentes ocorridos em barragens nos últimos 50 anos induziram à tomada de providências, de elaboração de manuais de Inspeção e Segurança, de Análises refinadas por processos computacionais rapidíssimos, de uso de sistemas remotos de auscultação, de Análises de Riscos e implementação de Planos Emergenciais.

Entretanto, ainda ocorrem acidentes, mesmo em obras recentes, com vida Contemporânea!

- Qual a razão dos acidentes ocorrerem, mesmo em obras recentes com menos de 30 anos?
- Teriam os Romanos mais conhecimentos? Lembra-se que os Romanos não estavam credenciados pela I.S.O.!
- Os estudos e projetos são mal feitos?
- Os materiais de uso contemporâneo têm (ou tinham) menor Qualidade?
- Os processos de construção, atuais, são inadequados?
- Qual a Razão?
- O que pode estar antes do erro, da falha?

O Autor, dentro da sua limitada capacidade, não tem condições de concluir o estabelecimento da Razão ou das Razões para o prosseguimento dos acidentes, mas busca trazer ao debate Democrático alguns pontos de vista sedimentados no desenvolvimento da atividade Profissional.





# APRESENTAÇÃO

O recente, e crescente, número de acidentes ocorridos em barragens nos últimos 30 anos, induz à preocupações e busca de razões sobre o fato.

O número crescente de acidentes em barragens destinadas ao armazenamento de rejeito, e também em outras barragens de hidrelétricas concessionadas-privatizadas, pode induzir ao entendimento de que as obras construídas pelo setor privado tenham um vício intrínseco.

Poder-se-ia, otimisticamente, pensar que o número de acidentes esteja, apenas relacionado ao maior número de barragens construídas, ou seja o percentual contemporâneo de acidentes é o mesmo?

Poder-se-ia confortar-se com isso, mesmo sabendo que a possibilidade de aumento de conhecimento dos Profissionais, das ferramentas técnicas disponíveis, tenha ocorrido?



Devemos nos preocupar com isso? Ou é um índice, semelhante a qualquer outro? A causa disso é mera casualidade? Ou negligência nas análises, nos processos de construção e/ou de controle, e de operação?

# RETROSPECTIVA DE ALGUNS ACIDENTES

Os Anais do “*Dam Maintenance and Rehabilitation*” of *The International Congress on Conservation and Rehabilitation of Dams- Madrid-Spain- Novembro 2002*, contem Publicações sobre danos, acidentes, falhas em 12 Barragens construídas, contemporaneamente, entre 1975 e 2000.

Um número significativo ao se considerar o nível de conhecimento existente à época.

Para reativar a memória, é conveniente lembrar alguns acidentes, de grandes proporções:



# Barragem de Rejeitos- Stava na Itália- Rompeu-se em 1985 sacrificando 268 pessoas, destruindo 62 edificações e 8 pontes.



Vista Aérea  
antes da Ruptura

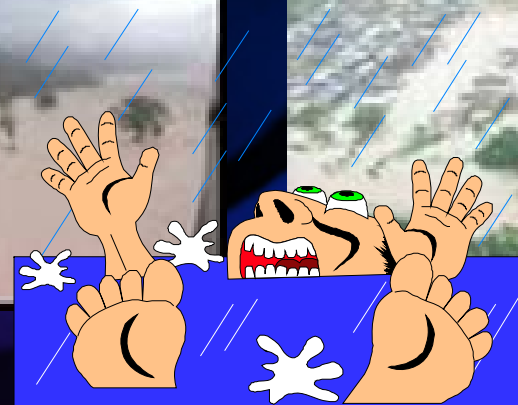


Vista Aérea  
após a Ruptura



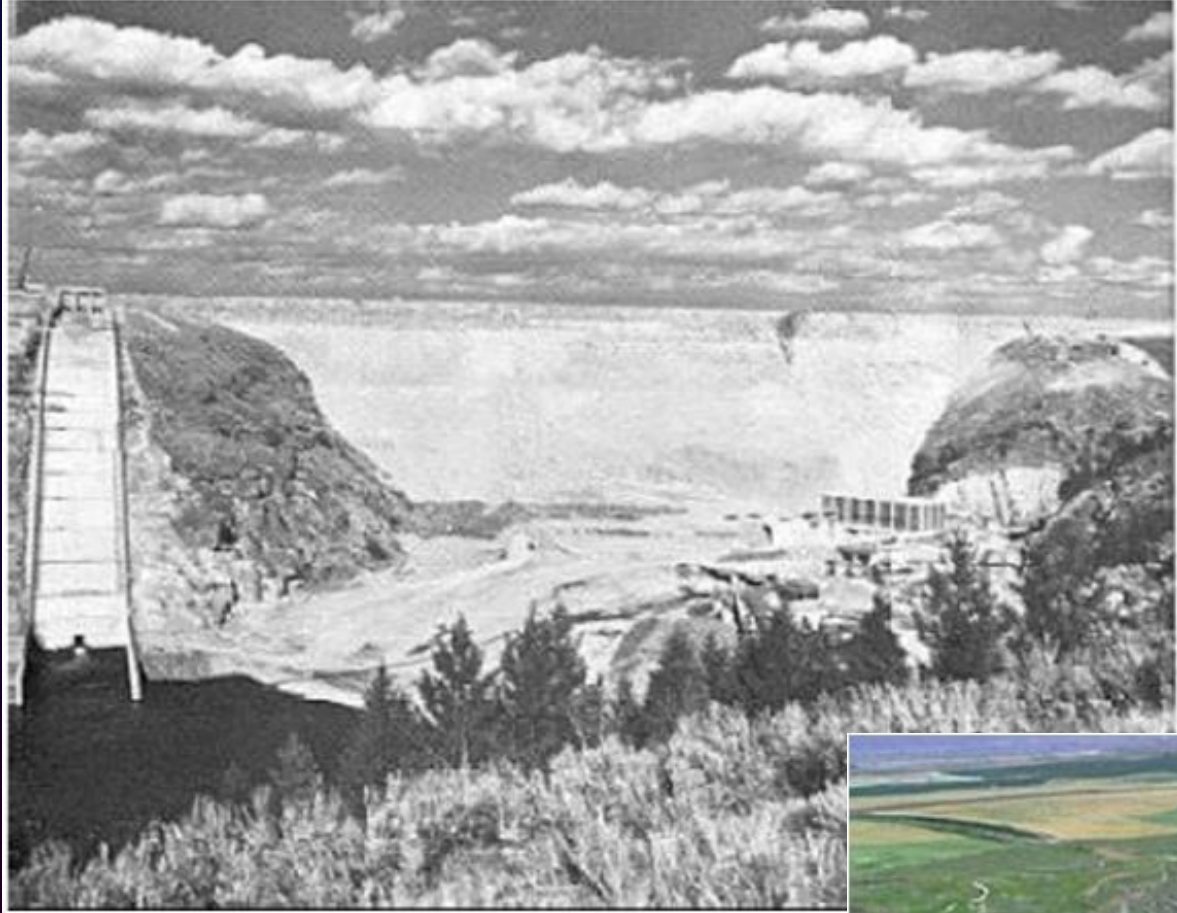
Detalhe da Devastação

• **Barragem de El Guapo na Venezuela** – Construída em 1978, rompeu-se em 1999, por galgamento devido a insuficiência de capacidade de escoamento do Vertedouro, matando inúmeras pessoas e causando enormes danos materiais



**Barragem de Teton nos Estados Unidos** – rompida em 1976, decorrente de “piping” que por sua vez decorreu de deficiências de compactação





3º. SIMPÓSIO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS E RISCOS ASSOCIADOS

**Barragem Lower San Fernando-** nos Estados Unidos que rompeu-se por liquefação do solo, durante um terremoto, causando danos considerados moderados, devido ao fato de que à época o nível do Reservatório estava abaixo do Normal



# RECENTES (últimos 5 anos) NOTÍCIAS DE JORNAIS E PUBLICAÇÕES BRASILEIROS

## Doze mil desabrigados depois de acidente com barragem

Publicada em 11/01/2007 às 23h15m- *Bom Dia Brasil, O Globo Online, CBN Minas, Jornal Nacional*



BELO HORIZONTE e RIO - Doze mil pessoas foram desalojadas, na Zona da Mata de Minas Gerais, em consequência da cheia do **Rio Muriaé** e do rompimento da barragem da mineradora **Rio Pomba**, que inundou de lama e bauxita as cidades de **Miraí** e **Muriaé**.

Nas duas cidades mais próximas à barragem foi decretada situação de emergência. Além de enfrentar o lamaçal, a cidade de **Muriaé** sofre com as inundações provocadas pela chuva.

No rio que corta a cidade, peixes apareceram mortos.

**Setenta famílias são removidas por causa de barragem rompida em Rondônia**  
**Plantão** | Publicada em **10/01/2008** às 15h35m  
*Agência Brasil*

PORTO VELHO - Setenta famílias de Pimenta Bueno estão desalojadas por causa do rompimento da **Barragem de Apertadinho, na P.C.H. Apertadinho**, no município de

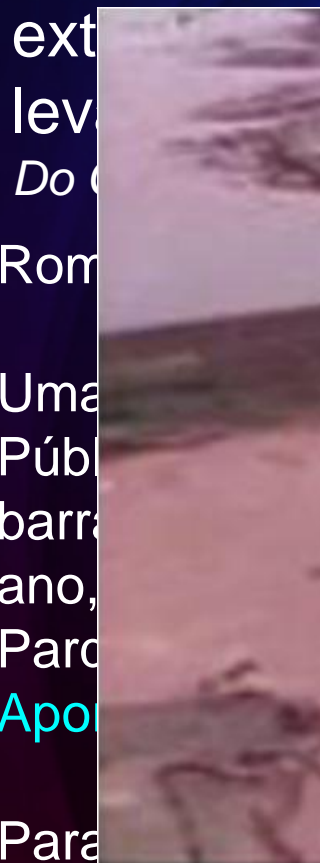


...da barragem que aconteceu no início  
...ntes e casas

m  
ca  
e

# Barragem de usina rompe em Goiás

Segundo hidrelétrica, ho



Justiça das co  
demandas ju  
público e soci

## COMO FOI O ACIDENTE

Veja abaixo como ocorreu o rompimento da barragem Usina Espora, no sudoeste goiano

HORÁRIO DO ACIDENTE  
**06:00**

- 1 Fortes chuvas elevaram o nível do reservatório da hidrelétrica Espora
- 2 A água encobriu uma das ombreiras da barragem e vazou pela lateral
- 3 Surgiu uma erosão próximo do vertedouro da barragem que já escoava grande volume
- 4 O rompimento ampliou a erosão para entre 50 e 60 metros de altura por igual medida de comprimento, segundo a FM
- 5 Após o acidente, funcionários da empresa rebaixaram o nível do reservatório para que ele deixasse de vaziar pelo buraco enquanto a erosão fosse reparada

Potência: 32 megawatts  
Empresa: Espora Energética S.A.  
Investimento: R\$ 98,3 milhões

**Estrago**  
A destruição da vegetação das margens da barragem o impressionou: "Com certeza o estrago foi grande, porque a água atingiu uns 500 metros do lado de Aporé e calculo que cerca de 150 a 200 metros da outra margem. Foi quebrando e arrastando as árvores e saiu varrendo a vegetação da beira do rio." Ele disse que não tinha informações sobre outras áreas atingidas. Acha que a água perderia força e os danos se limitariam aos dois municípios, Aporé e Iturumã.

# Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande, PB

REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA ISSN 1519-5228 Volume 6- Número 1 - 1º

S  
M  
M  
R  
O  
de  
ca  
po  
ar  
ca  
Al

, Pollyana Karla da Silva<sup>3</sup>



do a  
ente,  
r da  
meio  
ntais  
o de

- Conseqü
- 7 mortos
  - 810 casas de
  - As cidades (
- telefônica, sem abas  
dias.

ção  
15

# CAUSAS “NORMAIS” E CONTEMPORÂNEAS DE ACIDENTES E REDUÇÃO DA DURABILIDADE-QUALIDADE

## Causas “Normais”

- **Hidrologia**- O desconhecimento do regime hidrológico, ou a negligência no manuseio das informações, levando à sobrepassagem de água e o vertimento descontrolado. Estruturas de Desvio dimensionadas com privilégio econômico e não seguro;
- **Geologia**- A presunção descabida, induzindo à simplificação de interpretações geológicas otimistas. As falhas de procedimentos de sondagem, levando a não detectar finas camadas grafitosas, ou matérias que possam a vir solubilizar e com isso alterar o ângulo de atrito estimado. Extrapolações indevidas ou a insuficiência de sondagens;
- **Sismologia**- A desconsideração de ações dinâmicas e os fenômenos decorrentes em materiais que possam ter alteração de suas propriedades, como a liquefação. A indução e fissuração e o estabelecimento de poropressões;
- **Geotecnia**- A desconsideração de propriedades que possam ser alteradas, pela variação da saturação. Os recalques diferenciais. Os contatos de materiais friáveis. As condições de desconfinamentos e a alteração de propriedades. A não consideração de um rebaixamento rápido;

•**Assoreamento e Vegetação**: O desconhecimento da Sedimentologia e/ou não cuidado com o fenômeno. Os aspectos e “garimpos” em zonas próximas aos rios. O não entendimento de que a alteração da vegetação (para mais ou para menos) em determinadas regiões podem alterar o regime de cheias de uma bacia, e a sua duração

•**Materiais de Construção**- O desconhecimento de propriedades dos materiais de construção- Rocha- Solos-Concretos- Materiais Metálicos. A consideração de propriedades do concreto em uma estática temporal, sem a devida avaliação da alteração das propriedades com o Tempo (Fluência, Módulo de Elasticidade); A ocorrência de Pirita; As Expansões devidas aos fenômenos da Reação Álcalis Agregados. A alteração e Rochas decorrente da presença de argilo-minerais expansivos na matriz rochosa. Os Aspectos Térmicos e da Restrição; Ações de Gelo-Degelo; A deficiência de propriedades decorrentes de usos de materiais metálicos com ligas deficientes;

•**Procedimentos de Construção**- Inadequação de execução de drenagens, ancoragens, compactação, limpezas e tratamentos de fundação e juntas de construção, levando ao estabelecimento de condições sem defesas prognosticadas no projeto;

•**Operação**- A desobediência à regras de manutenção ou a sua interpretação errônea. A presunção e o otimismo negligenciando a realização e ensaios em guias de comportas;

•**Manutenção**- descontinuidades e/ou a não manutenção planejada. O parcial e/ou total abandono

•**Instrumentação**- Falhas do instrumento, instalação, registro, desempenho, interpretação levando a não observação e tomada de ação na ultrapassagem de situações limites

# Causas Contemporâneas

Além do conjunto de causas (paradoxalmente) Normais, acima relacionado, pode-se incluir um novo cenário de preocupações a saber:

- **Especificações Técnicas/ Documentos de Projeto**- Elaborados pelo processo computacional com os ícones “Copy” e “Paste”, levando à situações jocosas de incompatibilidade com a obra que se realizará. Indicação de materiais e produtos, não existentes na região da Obra , e até no País; O estabelecimento de Trade Marks;
- **Contratos**- com cláusulas de procedimentos e de prazo, incompatíveis com o sentido da segurança, da qualidade e da durabilidade, levando a conseqüências deficientes. Cláusulas tênues quanto às Responsabilidades;
- **Sistema de Qualidade**- O não estabelecimento de um adequado Sistema de Qualidade (ver comentários mais à frente) compatível com a magnitude da obra a ser executada;
- **Comportamento Humano**- A crescente deterioração da Moral e Ética, com conseqüentes repercussões na Qualidade das Obras. O comportamento Presunçoso, levando à ficção do “Pleno Saber”. A Vaidade de não admitir o conhecimento limitado, e do Erro;
- **Treinamento/Capacitação Profissional**- Estarão os Profissionais realmente “profissionalizados”, treinados, capacitados para executar os trabalho? A observação deste Autor, e de que há uma carência de pessoal capacitado.

# Aspectos de Responsabilidades (?!)

## Diagnóstico da Segurança de Barragens no Brasil

Ministério da Integração Nacional  
Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica  
Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 9º andar  
Brasília/DF - 70067-901

A ocorrência de eventos meteorológicos atípicos impõe urgência no envio dos relatórios sobre a situação das barragens. Com essas informações, o Governo Federal terá condições de orientar e priorizar as intervenções preventivas, sempre na busca por melhores condições de segurança para a população. A Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica e ANA estão à disposição para esclarecimentos por meio, respectivamente, dos telefones 61 2109 5828 e 61 2109 5414.

O trabalho de **prevenção e minimização dos riscos de acidentes com barragens pressupõe a definição dos seguintes conceitos:**

- **Barragem:** qualquer obstrução em um curso permanente ou temporário de água, ou talvegue, para fins de retenção ou acumulação de substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, compreendendo a estrutura do barramento, suas estruturas associadas e o reservatório formado pela acumulação. Diques para proteção contra enchentes e aterros-barragem de estradas também incluem-se nessa definição;
- b) Empreendedor:** agente privado, paraestatal ou governamental, com título de propriedade das terras onde se localiza a barragem, ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade;
- c) Segurança de Barragem:** condição em que a ocorrência de ameaças impostas por uma barragem à vida, à saúde, à propriedade ou ao meio ambiente se mantém em níveis de risco aceitáveis;
- d) Risco:** probabilidade de ocorrência de evento adverso, geralmente associada com a magnitude de suas conseqüências;
- e) Órgão Fiscalizador:** autoridade do poder público responsável pelo ato administrativo de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de regime de aproveitamento de recursos minerais, de licenciamento ambiental, de autorização de uso de potencial hidráulico e de outras autorizações exigidas para a construção e operação da barragem, que deverá exigir do empreendedor o atendimento dos padrões necessários à segurança da obra

## **Contrato de Concessão No. ZZ/XXXX - ANEEL – Energética Tal, para Geração de Energia Elétrica..., que celebram a UNIÃO e a Empresa Energética Tal...**

A UNIÃO, na condição de **Poder Concedente** e no uso da competência que lhe conferem os arts. 21, inciso XII, alínea “b”, e 176, parágrafo 1º da Constituição Federal, por intermédio da **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL**, em conformidade com o disposto no inciso IV do art. 3º da Lei no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, autarquia em regime especial, inscrita no CNPJ/MF sob o no 02.270.669/0001-29, com sede no SGAN, Quadra 603, Módulo J, Brasília, Distrito Federal, representada por seu Diretor-Geral José Mário Miranda Abdo, nos termos do inciso V do art. 10 do Decreto no 2.335, de 6 de outubro de 1997, doravante designada **ANEEL**, e a empresa....

### **.... CLÁUSULA SEXTA – ENCARGOS E CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO E DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO**

Para possibilitar a exploração do potencial hidráulico referido na Cláusula Primeira, o **Concessionário** assume todas as responsabilidades e encargos relacionados com a execução de projetos, das obras e serviços necessários à conclusão integral do **Aproveitamento Hidrelétrico** e do **Sistema de Transmissão Associado**, devendo executá-los com observância das normas técnicas e exigências legais aplicáveis e de acordo com o cronograma físico apresentado, de modo a garantir que a produção da energia elétrica seja iniciada a partir de 70 (setenta) meses após a assinatura deste

# CLÁUSULA SÉTIMA - DIREITOS DO CONCESSIONÁRIO

A concessão para a exploração do **Aproveitamento Hidrelétrico** e do **Sistema de Transmissão Associado** referidos na Cláusula Primeira deste Contrato, confere ao **Concessionário**, dentre outros, os seguintes direitos:

- I - contratar livremente, mediante decisão própria e sob seu próprio risco, os estudos, os projetos, o fornecimento de equipamentos, a construção, a montagem e tudo o mais que se fizer necessário ao cumprimento deste Contrato;
- II - estabelecer o Sistema de Transmissão Associado destinado ao transporte de energia elétrica, nos termos do Edital de Leilão e deste Contrato;
- III - promover desapropriações de bens imóveis e constituir servidões administrativas de bens imóveis em áreas de terra declaradas de utilidade pública, necessários à execução de serviço ou de obra vinculados a este Contrato e arcando com o pagamento das indenizações correspondentes;
- IV - acessar livremente, na forma da lei e mediante pagamento, os sistemas de transmissão e distribuição existentes, de modo a transmitir a energia elétrica produzida no **Aproveitamento Hidrelétrico** aos pontos de entrega ou de consumo que resultarem de suas operações;
- V - comercializar, livremente, observado o disposto na Subcláusula Décima da Cláusula Terceira do presente Contrato e de outras disposições regulamentares e legais, a potência e energia do **Aproveitamento Hidrelétrico**;
- VI- modificar ou ampliar, desde que previamente autorizado pela **ANEEL**, o **Aproveitamento Hidrelétrico** e o **Sistema de Transmissão Associado**;
- VII- requerer à **ANEEL**, nos termos do presente Contrato, a prorrogação do prazo da concessão;
- VIII- receber indenização, se couber, na hipótese do prazo da concessão não ser prorrogado;
- IX- transferir, mediante prévia anuência da **ANEEL**, a concessão ou o controle acionário para empresa, ou consórcio de empresas;
- X- apresentar defesa nos casos de aplicação de penalidades;
- XI- receber indenização nos casos de encampação do **Aproveitamento Hidrelétrico**, e
- XII- receber indenização, na hipótese do **Aproveitamento Hidrelétrico** vir a ser objeto de declaração de caducidade da concessão.

# ANÁLISE DE RISCO (?)

As Barragens foram construídas e algumas existem desde a muito tempo. A existência das Barragens Romanas, na Península Ibérica, especificamente na Espanha é um exemplo vivo de um Bem Público Útil e Durável!

As Barragens são vitais para o manuseio da água, e em alguns Países não há alternativas. As Barragens são necessárias para se ter água para beber e para a higiene, para produzir alimentos naturais pela irrigação e na industrialização de alguns desses alimentos, para implementar a navegação, para produzir energia, para aumentar o conforto, para produzir riquezas.

Disso, evidencia-se que as Barragens são uma enorme fonte de Saúde. Mas, mesmo sendo fonte de Saúde continuam causando acidentes ou tendo acidentes.

Os Profissionais- Engenheiros que Projetam, Constroem, Monitoram e Operam as Barragens devem ter a Responsabilidade pela sua Segurança e Durabilidade.

É, historicamente conhecido o Código de Hammurabi de que o Arquiteto-Engenheiro deveria ser responsável por qualquer acidente nas suas construções, e deveria pagar com sua vida, por isso. Outras culturas também adotavam o conceito da Lei do Talião- Do olho por olho, dente por dente!

Essa cultura-conceito, usual em épocas Primitivas, passou a ser substituída paulatinamente pelo Cultura-Conceito do Preço do Desenvolvimento, em que os acidentes são um preço do progresso, uma fatalidade inevitável da conquista material no Mundo. Os acidentes passaram a ser aceitos de mesmo modo da aceitação das vítimas de Guerra!

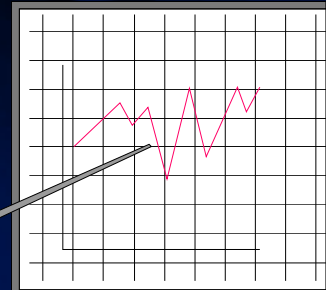
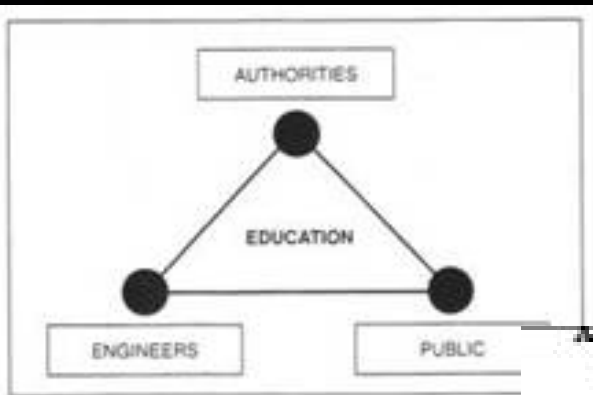
Mais recentemente esse conceito do Preço do Desenvolvimento passa a ter uma sobreposição- num processo de “fade in” e “fade-out” com o conceito de Risco-Segurança, e da Responsabilidade-Social, quando então procura-se responsabilizar o Proprietário sobre os eventuais danos.

Esse conceito acelera-se com a globalização da Economia, na busca de fontes de Negócios mais rentáveis. Como resultado estabelece-se, também, a prática das Privatizações e Concessões.

Desenvolve-se a prática de Análise de Riscos, e para tal, nota-se que há uma mobilização geral da comunidade técnica teorizando com auxílio de Cálculos Integrais, Matrizes, e Estatísticas Refinadíssimas.

Preconizam-se “acertivas” do tipo:

- **“Risco Econômico”;**
- **“Deve ser entendido de que há duas categorias diferentes de conseqüências: A de Perda de Vidas e dos Danos das Propriedades”;**
- **“Há uma redução do número geral de acidentes, sendo inferior a 1%”;**
- **“Têm-se, então um Nível Aceitável de Riscos”, e a conclusão de que;**
- **“O Gerenciamento do Risco é um promissor caminho para o Progresso”**



$$\hat{x}_{p,3} = \sum_{i=1}^n k_b \left( \frac{i-0.5}{n} - p \right) X_{(i)} \quad (10)$$

$$\hat{x}_{p,4} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{i-0.5}{n} - p \right) X_{(i)} / \sum_{j=1}^n k_b \left( \frac{j-0.5}{n} - p \right) \quad (11)$$

where,  $k_b(\cdot) = h^{-1}k(\cdot/h)$ .

$$(1 - P)^n = 1 - P_n$$

$P$  = probabilidade anual de ocorrência de determinado evento  
 $P_n$  = probabilidade global durante um período de "n anos"

$$(1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3) \dots (1 - P_n) = 1 - P$$

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = probabilidade de um evento associado à determinada causa.  
 $P$  = probabilidade global combinando causas independentes

Deve-se, entretanto examinar o comportamento humano, pelo fato de que diferentes pessoas-Profissionais- são envolvidos em um Projeto, Contrato, Construção e Operação/Manutenção de Barragens, bem como o fato de que muitos dos acidentes decorrem do fator humano. Há de se adicionar, ainda, as mutações da Sociedade quanto aos conceitos de Ética e Moral, os quais são vitais nos Procedimentos Profissionais.

Não se pode esquecer de que o CIDADÃO quer Risco Zero! Ele não quer saber da Estatística, de Justificativas (e aqui vai a opinião do Autor de quanto mais esforço se tem para Justificar um Fato, é que ele está carente de verdade própria!) e sim de que está usufruindo de um Bem Público para qual pagou com seus tributos, esforços!

A premissa contemporânea de algumas normas ou códigos em debater ou teorizar sobre – **O quanto tempo uma determinada obra deve durar-** é perigosa e provavelmente indevida. **Um Bem Público deve ser Útil e Durável!**

É importante lembrar que:

**•*Não querer Risco é bastante distinto de não arcar com o ônus do Risco.***

Pode-se verificar que os Proprietários-Concessionários, de maneira geral fazem a análise de Riscos, mas o que não se quer é arcar com as Responsabilidades e o Ônus do Risco.

Na análise da incerteza, o que faz diferença é a atitude do Proprietário-Empresário, ao buscar maximizar as oportunidades para a realização do Negócio, e minimizar as incertezas.

Para tanto a prática induz que a análise da incertezas só é efetiva quando realizada por pessoas com conhecimento, com experiência específica em cada assunto envolvido.

Decorre disso a conveniência de se ter uma equipe multidisciplinar para a discussão dos temas.

A análise das incertezas ou o empresariamento dos riscos, é indispensável, pois não há como eliminá-la. Diante disso todos os envolvidos no Empreendimento devem ser “aculturados” sobre o problema.

Tendo em vista que não é possível eliminar a incerteza o mais importante é saber conviver com a mesma com os cuidados para que suas conseqüências sejam mínimas.

Um dos aspectos básicos é o de procurar listar as incertezas em grupos de fatores, que podem ser:

- ✓ Contratual
- ✓ Do Planejamento-Cronologia
- ✓ De Engenharia
- ✓ Dos Recursos Humanos
- ✓ Econômico-financeira
- ✓ De Administração
- ✓ Política
- ✓ Ambientais
- ✓ Do Sistema de Qualidade
- ✓ Do próprio Investimento



# ANÁLISE DO ERRO

Todos nós cometemos erros, o que faz parte da Vida. Mas em vez de ficarmos remoendo os erros, o correto seria realizar o “post mortem”, a autópsia, do problema, e aprender a lição.

Fazer essa autópsia significa analisar as razões que nos levaram a tomar a decisão errada.

- Que dados errados tomamos;
- Qual o Princípio ou a Teoria ou o Raciocínio, que nos fez acreditar no que aconteceu;
- O que nos induziu ao erro.

***Ou seja o que ANTECEDEU AO ÊRRO!***

Esta é maior preocupação que me motiva fazer esta abordagem



Não é a busca do Quem, do esclarecimento do fato ocorrido.

É sim, exemplificando, buscar saber QUAL A RAZÃO:

👉 Que fez o indivíduo em conhecendo o fenômeno da Reação Álcalis Agregados, não tomar as providências Mitigadoras para reduzir as Expansões;

👉 Que mesmo conhecendo sobre os problemas de Gelo-Degelo, não tomar ações para minimizar o problema;

👉 A evitar a realização de ensaios;

👉 A menosprezar procedimentos de construção já plenamente consagrados e sabendo as causas de suas desobediências;

👉 A não exercer as Atribuições e Responsabilidades!

Por fim, desprezar a necessidade de usar o CONHECIMENTO!

Por outro lado, pode-se argumentar que a maioria das pessoas nem sequer admite quando erra, e tende a enterrar o defunto (erro) rapidamente para não propicia a autópsia.

O principal de uma investigação não deve focar na busca de "culpados", mas, compreender porque as suas avaliações e ações faziam sentido naquela hora ou quando da seqüência de eventos que resultaram no acidente.

Isso significa em focar no sistema (entidade abstrata que abriga os atores responsáveis pela organização e materialização do empreendimento), em detalhar todos os aspectos técnicos, organizacionais, recursos humanos e circunstâncias que sejam relevantes para a causa do problema a ser analisado. Em outras palavras, o erro humano é sintoma de problemas profundos do sistema.

O grande erro é procurar culpados sem tentar saber as razões que levaram as pessoas a cometerem erros e, sem muito menos, explicar as falhas do sistema.

Em muitos casos, para os "culpados" suas avaliações de vulnerabilidade e de perigo, nos momentos que antecederam os acidentes, faziam sentido no contexto do seu conhecimento e dadas as circunstâncias que as cercavam.

## As obras de engenharia lidam com o risco coletivo e suas conseqüências.

Ao lidar com os temas relativos à segurança das obras de Engenharia, em específico, segurança de barragens ou riscos associados ao projeto, construção e operação dessas estruturas, **estou convencido de que enquanto buscarmos por pessoas culpadas, jamais saberemos as falhas (causa-efeito) ou a origem do ciclo vicioso do sistema.**

O sistema ao qual me refiro, agrega uma legião de atores que

- 👉 têm o livre arbítrio para exercer seus direitos,
- 👉 fazer valer seus conhecimentos técnicos,
- 👉 balizar suas ações no âmbito da legislação em vigor,
- 👉 nos princípios éticos e cidadania.

Entretanto, apesar desse arcabouço, o **Ente decide**

- ☹ por prazos inexeqüíveis,
- ☹ contrata projetos e obras com preços irrealis,
- ☹ pelo inicio das obras em qualquer tempo,
- ☹ sem verificar a disponibilidade de recursos necessários para a sua consecução,
- ☹ ela seleção de empresas e profissionais com qualificação técnica insuficiente ou duvidosa, e
- ☹ por permitir a gestação de um tipo de personagem curioso e simbiótico com poderes de construtor, projetista e consultor, com plena auto-suficiência e controle sobre varias frentes e processos decisórios.

Em muitas situações a responsabilidade técnica-legal de elementos chave é diluída ou de difícil apuração nos casos de insucessos. Muitos fatores não técnicos contribuem para a formação de uma cadeia de ações que resultam em omissão em momentos de decisão, em simplificações no projeto por desconhecimento das implicações técnicas implícitas ou por priorizar a economia na redução de custos, nas vantagens de prazos reduzidos, etc.

A investigação técnica normalmente conduz para uma única verdade, que deve ser isenta e imparcial.

O amparo legal na condução das investigações das causas de acidentes, é imprescindível e importante, mas o que se espera, é por respostas às perguntas técnicas que afligem os profissionais de Engenharia, no mais curto espaço de tempo, para que se corrijam os seus conceitos e critérios, nos futuros projetos.

Enquanto isso não acontece, vamos esperar pelo próximo acidente, muitos anunciados e/ou perfeitamente inseridos nas Estatísticas e no “Risco Econômico”, e tentar reverter essa situação.

Precisamos de ações, de atitude do Proprietário-Empresário, para buscar maximizar as oportunidades para a realização do Negócio do Bem Público, e minimizar as incertezas.

# LIÇÕES APREENDIDAS POREM NEM SEMPRE ADOTADAS

| Item | Tema  | Questões e Implicações  |
|------|---|---|
| A    | Divisão da Responsabilidade do Acidente com o Governo | Necessidade de Cláusulas Contratuais Claras, sem dúvidas. Códigos e Normas aplicáveis e atualizadas. Suporte Legal e Constitucional   |
| B    | Regras e Regulamentos Atualizados                     | Há a necessidade de uma sistemática evolução das regulamentações para restringir a ocorrência dos acidentes. Para isso é necessário que o Sistema Legal permita as atualizações<br>Há falta de regulamentação, de Leis? |
| C    | Projetos Duráveis                                     | É conveniente limitar a Durabilidade Longevidade dos Projetos ou exigir sua perpetuação? O risco econômico de sua limitação   |
| D    | Envolvimento da Comunidade                            | A conveniência do envolvimento da comunidade na decisão e aceitação na implantação de um Projeto. Risco e a possibilidade de manipulação da comunidade, em função de benefícios contemporâneos                          |
| E    | Plano de Emergência para o Pior Evento                | Estabelecimento e conscientização para Planos Emergenciais Críticos. Afrontamento Econômico e a minimização do Crítico  |
| F    | Estabelecimento de Prazos                             | Estabelecimento e Prazos factíveis para a execução dos Projetos. Isso conflita com os Desafios e os aspectos econômicos   |
| G    | Centralização ou Liberação de Informações             | Tema discutível sob a ótica Política, mas que necessita de responsabilização  |
| H    | Pleno Entendimento dos Objetivos                      | Entendimento dos Objetivos, Compromissos e Responsabilidades  |
| I    | Capacitação Profissional                              | Estarão as pessoas treinadas, capacitadas para exercer as atividades designadas?  |
| J    | Ética e Moral   | Precisa-se de Fiscal? Qual a razão para que TODOS não façam Bem Feito?  |

# COMENTÁRIOS FINAIS

As Análises de Riscos, os Acidentes, as Lições Apreendidas, são afetadas profundamente pelo Comportamento Humano, mas pouco tem-se buscado para o Entendimento do Erro, para a Autópsia do Acidente, da Falha.

Sente-se que, ainda, está longe desse entendimento, havendo a necessidade de sistemático debate e aprimoramento do tema, de forma pragmática e ENGENHADA!

Não se pode deixar de citar o conceito de Engenharia que é-  
*a Arte/Ciência de aplicar conhecimentos científicos e empíricos e certas habilidades específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas.*

Ou seja, a modificação INTELIGENTE DA NATUREZA (e aqui se inclui o convívio Ambiental, de modo civilizado) para o Bem da Humanidade!

Para isso ser exitoso, somente o exercício inteligente, democrático e responsável!

# Muito Obrigado e Boa Sorte a TODOS !!!





25 12:28